

**TU**

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

DIPLOMARBEIT

# Der Nahverkehr zum Nulltarif: Eine sinnvolle Maßnahme der Verkehrspolitik?

Ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines  
Diplomingenieurs unter der Leitung von

Univ. Prof. DI Dr. techn. Josef Michael Schopf  
sowie  
DI Dr. techn. Paul Pfaffenbichler

E231  
Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik

eingereicht an der Technischen Universität Wien  
Fakultät Bauingenieurwesen

von

Anton Zuser  
0225951  
3383 Hürm 7

Wien, 15.09.08

---

Anton Zuser



## **Kurzzusammenfassung**

In der vorliegenden Arbeit soll der Versuch unternommen werden, die Auswirkungen eines Nulltarifes in der Stadt Wien aus verkehrstechnischer Sicht zu beurteilen. Zu diesem Zweck wurde zunächst ein Überblick über die Wahrnehmung von Verkehr im Allgemeinen gegeben. Insbesondere werden die Unterschiede zwischen dem motorisierten Individualverkehr und dem öffentlichen Verkehr herausgearbeitet. Mittels einer Modellierung in MARS (Metropolitan Activity Relocation Simulation) werden zwei Szenarien entwickelt: Zum einen ein Vergleichsszenario zum anderen ein Szenario Nulltarif. Die Analyse der gewonnenen Daten wird Auskunft über Modal Split und die prognostizierten Verlagerungen geben. Zuletzt wird mittels eines Elastizitätskonzeptes auf drei U-Bahn Linien in Wien eine Prognose der Fahrgastzahlen vorgenommen, um etwaige Qualitäts- bzw. Kapazitätsengpässe abschätzen zu können.

## **Abstract**

This Master Thesis has its stated aim to estimate the impact of a „Zero Fare in public transport“ policy in the city of Vienna. In the first step a short review of the literature concerning the perception of traffic is given. The review focuses in more details on the differences in perception between public and private transport. In the second step a model run with MARS (Metropolitan Activity Relocation Simulation) was done. By the use of MARS two scenarios have been developed. The first is a business as usual called „Do Nothing“ and the second scenario is the zero fare approach called „Zero Fare“. The study will show how travel patterns are going to change. Further it will be estimated how many passengers are switching from private car use, pedestrians or cyclist to public transport. In a third step passenger numbers are estimated for three different metro lines in Vienna by using the concept of elasticities. This approach shows how the growing passenger figures can influence the Quality of Service and if these lines are reaching their limits of capacity.



## DANKSAGUNG

Mein größter Dank gilt meinen Eltern. Sie ermöglichten mir die nunmehr 20 jährige Bildung und Ausbildung an diversen Schulen und Universitäten. Ihre finanzielle und moralische Unterstützung begleitete mich bis heute. Dank gebührt Prof. Dr. Michael Schopf und Dr. Paul Pfaffenbichler für die Unterstützung und Betreuung dieser Diplomarbeit. Insbesondere danke ich Dr. Paul Pfaffenbichler, der mir den Zugang und die Anwendung seines Modell MARS ermöglichte. Den Wiener Linien, insbesondere Herrn Hermann Walther, danke ich für Auskünfte und die Bereitstellung der verwendeten Daten. Danken möchte ich Mag. Sonja Zuser und Mag. Johanna Nemeč für die kritischen Anmerkungen und Korrekturen im Laufe der Erstellung dieser Diplomarbeit. Nicht zuletzt danke ich Raul Royal der mir unterstützend bei einigen Recherchearbeiten zur Seite stand.



## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b> .....	1
<b>2 Verkehr als vielschichtiger Begriff</b> .....	5
2.1 Mobilität.....	5
2.2 Verkehrsmittelwahl aus Sicht der Verhaltensforschung.....	8
2.2.1 Ökonomische Verhaltenstheorie.....	8
2.2.2 Planbarkeit von Verhalten .....	9
2.2.3 Dissonanz und Reaktanz – unerwünschte Ergebnisse.....	10
2.3 Fazit Kapitel 2.....	11
<b>3 Der Nulltarif</b> .....	12
3.1 Wissenschaftlicher Diskurs.....	12
3.1.1 Gesellschaftspolitische Aspekte.....	12
3.1.2 Sozialpolitische Aspekte.....	13
3.1.3 Verkehrspolitische Aspekte.....	13
3.2 Nulltarif in Anwendung.....	14
3.2.1 Seattle.....	15
3.2.2 Hasselt.....	16
3.2.3 Giessen.....	17
3.2.4 Brüssel.....	20
3.2.5 Zusammenfassung und kritische Betrachtung .....	22
<b>4 Einflussfaktoren im öffent- lichen Personennahverkehr</b> .....	25
4.1 Quality of Service.....	25
4.1.1 Zugangszeit zum Netz .....	25
4.1.2 Intervall.....	26
4.1.3 Beförderungszeit .....	27
4.1.4 Umsteigezeiten .....	27
4.1.5 Zuverlässigkeit.....	27

---

4.1.6 Gestaltung der Wartebereiche - Zustand des rollenden Fuhrparks.....	28
4.1.7 Bereitstellung von Information und Werbung.....	28
4.2 Der Einfluss des Fahrpreises innerhalb des ÖV-Systems.....	29
4.2.1 Einführung.....	29
4.2.2 Einfluss des Fahrpreises nach Walther (1991).....	29
4.2.3 Wahl der Parameter und erste Abschätzungen.....	31
4.2.4 Fazit.....	36
4.3 Der Einfluss des Fahrpreises auf den Modal Split.....	37
4.3.1 Widerstände im PKW-Verkehr.....	37
4.3.2 Widerstand Radfahrer und Fußgänger.....	37
4.3.3 Ermittlung des Modal Split.....	38
4.3.4 Kalibrierung der Werte $\alpha$ ÖV und $\alpha$ MIV.....	38
4.3.5 Eingangsparameter.....	40
4.3.6 Berechnung des Modal Split und Betrachtung der Teilwiderstände.....	43
4.3.7 Berechnung des Modal Split und Betrachtung der Teilwiderstände - Nulltarif.....	44
<b>5 MARS.....</b>	<b>46</b>
5.1 Einführung.....	46
5.2 Kurzbeschreibung des Modells.....	46
5.3 Verkehrserzeugungsmodell .....	47
5.4 Flächennutzungsmodell.....	48
5.5 Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	48
5.6 Ergebnisse.....	51
5.6.1 Gegenüberstellung der Szenarien „Nulltarif“ und „Do Nothing“ .....	51
5.6.2 Vertiefung der Ergebnisse aus Szenario „Nulltarif“ .....	62
5.7 Betrachtung in Wegekassen.....	74
5.7.1 Wegekasse bis 1km.....	75
5.7.2 Wegekasse 1 bis 3km.....	75
5.7.3 Wegekasse 3 bis 5km.....	77

5.7.4	<i>Wegeklasse 5 bis 10km</i> .....	78
5.7.5	<i>Wegeklasse &gt;10km</i> .....	78
5.7.6	<i>Zusammenfassung der Erkenntnisse aus Wegekassen</i> .....	79
5.8	<b>Betrachtung der Kilometerreduktion</b> .....	80
5.8.1	<i>Fazit aus der Betrachtung der Kilometerreduktion</i> .....	82
<b>6</b>	<b>Elastizitätskonzept</b> .....	84
6.1	<b>Einführung</b> .....	84
6.2	<b>Theoretischer Hintergrund</b> .....	84
6.2.1	<i>Gebräuchliche Berechnungen der Elastizitäten</i> .....	84
6.2.2	<i>Begriffsdefinitionen</i> .....	85
6.2.3	<i>Problematik der bedingten Übertragbarkeit ermittelter Preiselastizitäten</i> .....	86
6.3	<b>Abschätzung der Nachfrage auf einzelnen Linien</b> .....	89
6.3.1	<i>Wahl geeigneter Elastizitäten</i> .....	89
6.3.2	<i>Datengrundlage</i> .....	90
6.3.3	<i>Abschätzung der Fahrgastzahlen auf diversen U-Bahn Linien</i> .....	90
6.3.4	<i>Zusammenfassung und kritische Bemerkung zu Kapitel 6.3</i> .....	95
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und kritische Betrachtung</b> .....	97
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	100
	<b>Anhang</b> .....	104
	<b>Lebenslauf</b> .....	107

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Motorisierungszahlen für PKW inkl. Kombi pro 1000 Einwohner.[VIZ, 2007].....	1
Abbildung 2: Ringstraße von Hasselt. (eigene Aufnahme am 18.05.08).....	17
Abbildung 3: Modal Split in Giessen vor Untersuchung .....	18
Abbildung 4: Modal Split in Giessen nach erster Maßnahme.....	18
Abbildung 5: Modal Split in Giessen vor zweiter Maßnahme mit reduziertem Sample.....	19
Abbildung 6: Modal Split in Giessen nach zweiter Maßnahme.....	19
Abbildung 7: Abnahme der Attraktivität eines Fußweges (Arbeitsstättenverkehr) mit zunehmender Länge [Peperna, 1982].....	26
Abbildung 8: Zeitbewertungsfunktionen nach [Walther, 1991]; eigene Darstellung.....	31
Abbildung 9: Widerstände, Einzelfahrschein vs. Jahreskarte.....	34
Abbildung 10: Entfernungen im Binnenverkehr [Mobilität in Wien, 1993].....	39
Abbildung 11: Modal Split 2001, Wien [VIZ, 2007].....	43
Abbildung 12: Widerstände der Kosten und der Zeit nach Modi in der Wegekategorie bis 1 km.....	43
Abbildung 13: Widerstände der Kosten und der Zeit nach Modi in der Wegekategorie bis 10 km.....	43
Abbildung 14: Modal Split nach errechnet nach Walther und kalibrierten alpha Werten aufgrund kostenlose ÖV.....	45
Abbildung 15: Prinzip des Modelles MARS.....	46
Abbildung 16: gesamtes Modellgebiet von MARS.....	49
Abbildung 17: Entwicklung ÖV im Vergleich zu „DO Nothing“.....	52
Abbildung 18: Entwicklung PKW im Vergleich zu „Do Nothing“.....	54
Abbildung 19: Entwicklung Nichtmotorisierte im Vergleich zu „Do Nothing“.....	57
Abbildung 20: Modal Split, Jahr vier, Nulltarif.....	62
Abbildung 21: Modal Split, Jahr fünf, Nulltarif.....	62
Abbildung 22: Entwicklung der Modi im Szenario „Nulltarif“.....	63
Abbildung 23: Verlagerungen zum ÖV, PEAK.....	66
Abbildung 24: Verlagerungen zum ÖV, OFF Peak.....	67
Abbildung 25: Veränderungen in den Modi durch Nulltarif.....	67
Abbildung 26: Modal Split, Wien Bez. 1 bis 23, Jahr vier, PEAK.....	68
Abbildung 27: Modal Split, Wien Bez. 1 bis 23, Jahr fünf, PEAK.....	68
Abbildung 28: Modal Split, Wien Bez. 1 bis 23, Jahr vier, OFF PEAK.....	69
Abbildung 29: Modal Split, Wien Bez. 1 bis 23, Jahr fünf, OFF PEAK.....	69
Abbildung 30: Modal Split, innere Bezirke, Jahr vier.....	70
Abbildung 31: Modal Split, Innere Bezirke PEAK, Jahr fünf.....	71
Abbildung 32: Verlagerungen zum ÖV, Innere Bezirke PEAK, Jahr fünf.....	71
Abbildung 33: Modal Split, Innere Bezirke OFF PEAK, Jahr fünf.....	72

---

Abbildung 34: Verlagerungen zum ÖV, Innere Bezirke OFF PEAK, Jahr fünf.....	72
Abbildung 35: Gewinne im ÖV, Wegekategorie bis 1km.....	75
Abbildung 36: Modal Split, Jahr fünf, Wegekategorie 1 bis 3km, OFF PEAK.....	76
Abbildung 37: Modal Split, Jahr fünf, Wegekategorie 3 bis 5km.....	77
Abbildung 38: Modal Split, Jahr fünf, Wegekategorie 5 bis 10km.....	78
Abbildung 39: Entwicklung der Fahrzeugkilometer in der Wegekategorie 5 bis 10 km.....	81

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auswirkung des „Gratis“ öffentlichen Verkehr auf Benutzung des selbigen unter flemischsprachigen Studenten in Brüssel. [De Witte et al., 2005].....	21
Tabelle 2: Ermittlung der mittleren Warte- bzw. Umsteigezeit.....	32
Tabelle 3: Eingabe- und Ausgabewerte zu Widerstand im ÖV; Einzelfahrschein; verwendete Formeln siehe Anhang.....	33
Tabelle 4: Eingangsparameter Sensitivitätsanalyse.....	34
Tabelle 5: Sensitivitätsanalyse bei Basis Einzelfahrschein.....	35
Tabelle 6: Sensitivitätsanalyse bei Basis Jahreskarte.....	35
Tabelle 7: Eingangsparameter für Kalibrierung der Waltherfunktionen.....	41
Tabelle 8: Betriebsangaben der Wiener Linien, 2007. [Wiener Linien, 2007].....	50
Tabelle 9: Übersicht MARS Ergebnisse im ÖV.....	53
Tabelle 10: Übersicht MARS Ergebnisse im PKW Verkehr .....	56
Tabelle 11: Übersicht MARS Ergebnisse bei den Nichtmotorisierten .....	59
Tabelle 12: Gegenüberstellung der Jahre vier und fünf von Szenario „Nulltarif“.....	62
Tabelle 13: Berechnung des Zuwachses im ÖV für Gesamt Wien während des PEAK.....	66
Tabelle 14: Berechnung des Zuwachses im ÖV für Gesamt Wien während des OFF PEAK.....	67
Tabelle 15: Übersicht der Ergebnisse, Gesamt Wien, PEAK und OFF PEAK.....	68
Tabelle 16: Zugangszeiten zu Haltestellen in Wien [Pfaffenbichler, 2003].....	70
Tabelle 17: Übersicht der Ergebnisse, innere Bezirke, PEAK + OFF PEAK.....	71
Tabelle 18: Anteile in Wegekategorien nach PEAK u. OFF PEAK bzw Modi; Jahr fünf.....	74
Tabelle 19: Kilometerreduktion in Wien gesamt, aufgeschlüsselt nach Wegekategorien; .....	80
Tabelle 20: Preiselastizität im Vergleich Frankreich und England [Bresson et al.,2003].....	86
Tabelle 21: Elastizitäten in Bezug auf Stadtgröße.....	87
Tabelle 22: Elastizitäten für diverse Verkehrsmittel im ÖV; [TRB, 2004].....	88
Tabelle 23: Eigen- und Kreuzelastizitäten; [Litman, 2004].....	88
Tabelle 24: durchschnittliche Intervalle der Wiener U-Bahnen.....	91

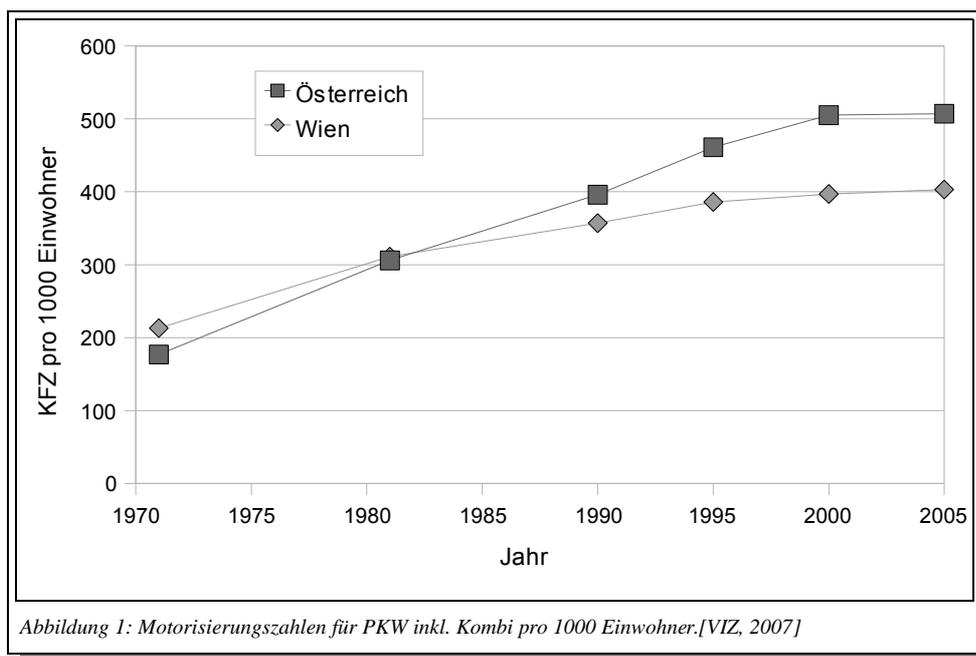
## Verzeichnisse

---

Tabelle 25: Kapazitäten der Wiener U-Bahnen aufgrund der gefahrenen Intervalle.....	91
Tabelle 26: Überschreitung der Qualitätskriterien aufgrund Kurzzeitelastizität; Linie U1.....	92
Tabelle 27: Überschreitung der Qualitätskriterien aufgrund Langzeitelastizität; Linie U1.....	92
Tabelle 28: Überschreitung der Qualitätskriterien aufgrund Kurzzeitelastizität; Linie U3.....	93
Tabelle 29: Überschreitung der Qualitätskriterien aufgrund Langzeitelastizität; Linie U3.....	93
Tabelle 30: Überschreitung der Qualitätskriterien aufgrund Kurzzeitelastizität; Linie U3.....	94
Tabelle 31: Überschreitung der Qualitätskriterien aufgrund Langzeitelastizität; Linie U3.....	95

# 1 Einleitung

„Blech im Osten: Verkehr findet Stadt“ heißt es im Standard am 20. Februar 2008. Dies ist nur eine von vielzähligen Meldungen, die immer wieder in den Medien bezüglich der Verkehrssituationen kolportiert werden. Insbesondere wird Augenmerk auf den motorisierten Individualverkehr (MIV) gelegt, der scheinbar zu einer Krankheit moderner Städte geworden ist. Ständig steigende Motorisierungszahlen (vgl. Abbildung 1<sup>1)</sup> scheinen dies zu bestätigen. Durch diese Entwicklungen werden auch die Belastungen für Bewohner von Städten immer größer: Lärmbelastung, Feinstaub, Schadstoffe wie CO, NOX oder krebserregende Benzene werden von den PKW auf die Straßen emittiert und belasten die Gesundheit der Menschen.



In den EU-27 beliefen sich die CO<sub>2</sub> Emissionen 1990 auf 5621 Mt CO<sub>2</sub>-Äquivalente, die sich bis 2005 auf 5177 Mt reduzierten [EEA, 2008]. Zeitgleich war jedoch ein Anstieg der Emissionen aus dem Transportsektor um 26% zu beobachten, wobei sie 2005 22% aller emittierten CO<sub>2</sub>-Äquivalente betrug. Wäre der Transportsektor den übrigen Sektoren auf europäischem Niveau gefolgt, wäre die Reduktion 14% anstatt der erzielten 7,9% gewesen. Kurzfristige

<sup>1</sup> Die verwendeten Zahlen wurden in den Jahren 1971, 1981, 1990, 1995, 2000 und 2005 erhoben.

Prognosen zeigen für 2010 dieselbe Menge an CO<sub>2</sub> Äquivalenten wie in 2005, die durch den Verkehr emittiert werden. Gemessen am Jahr 1990 liegen diese Mengen um 26% [EEA, 2008] darüber.

Bemühungen durch fortschrittlichere Technologien beim MIV haben zwar den Verbrauch und die Emissionen pro gefahrenen Kilometer gesenkt, jedoch wurde dieser Trend durch die Mehrleistungen bei zurückgelegten Transport- bzw. Personenkilometer unterminiert. Mehr noch konnte ein Rebound Effekt beobachtet werden. Durch effizientere Fahrzeuge konnten die Kosten pro gefahrenen Kilometer gesenkt werden. Dies führte wiederum zu einer erhöhten Nachfrage auf dem Sektor des motorisierten Individualverkehrs.

In dem Bericht der European Environmental Agency [EEA, 2008] werden die Schlüsse gezogen, dass für die Reduktion der CO<sub>2</sub> Äquivalente es notwendig sei, einerseits eine generelle Reduktion der Verkehrsleistungen, andererseits einen Wechsel auf umweltfreundlichere Modale anzustreben. Es wird des Weiteren festgehalten, dass die alleinige Reduktion unter dem Ziel einer weltweiten Reduktion des CO<sub>2</sub> Ausstoßes zu kurz gefasst sei. Vor allem in Ballungszentren müsse eine weitere Verbesserung der Luftgüte angestrebt werden, um die Gesundheit der Bewohner auch in Zukunft gewährleisten zu können.

Der Ruf nach einem gesünderen und nicht zuletzt auch günstigerem Verkehrsmittel erschallt vielerorts. In diesem Zusammenhang wird immer wieder die Aufgabe des öffentlichen Personen Nahverkehrs (ÖPNV) erwähnt. Kennedy et. al (2005) schreibt in ihrer Einleitung:

„[...] (Das) durch die ständige Verschlechterung des Weltklimas und dem dadurch entstehenden Schaden, dem ÖV mehr Rechnung getragen werden muss“. Gerade in Fragen der Nachhaltigkeit scheint letzterer wesentlich besser abzuschneiden als der MIV. Auf energetischer Ebene ist der Beweis bereits geliefert. Carlsson-Kanyama (1999) führt in ihrer Arbeit an, dass der PKW 2,8MJ pro Personenkilometer benötigt und der ÖV 0,43MJ pro Personenkilometer. Sie kommt zum selben Schluss wie Kennedy. „Nachhaltigkeit kann nicht nur durch eine Effizienzsteigerung im MIV erreicht werden, sondern es muss auch vermehrt die Verlagerung auf den ÖV angestrebt werden.“

Erst vor kurzem überraschte die E-Control mit dem Vorstoß, eine gratis Generalnetzkarte einführen zu wollen. Wie im Standard am 04.07.2008 kolportiert wurde, soll dies eine von 28 Maßnahmen darstellen, die im „Grünbuch Energieeffizienz“ veröffentlicht werden. Das Hauptargument, so Walter Boltz Chef der E-Control, sei dabei, dass bereits jetzt 70% des öffentlichen Verkehr von staatlicher Seite subventioniert werden.

Für die Zukunft erscheint es wichtig einen Weg von dem Ressourcen verzehrenden System MIV zum besseren, weniger zehrenden System ÖPNV zu finden und Menschen dazu zu bewegen, diesen auch zu benutzen. Diese angestrebte Verlagerung stellt sich als eine schwierig zu realisierende Aufgabe dar. Die immer wieder erwähnten Vorteile des MIV (vgl. [Beirão, 2007] [Guiven, 2006]), wie Unabhängigkeit und höhere Zuverlässigkeit, lassen kaum Raum für eine Argumentation für den öffentlichen Verkehr. Gerade in diesen Belangen wird dem ÖV immer wieder ein schlechtes Zeugnis ausgestellt [e.d.]. Ravetz (2000) hat in seinem Buch die Problematik der unterschiedlichen Ausgangslagen auf den Punkt gebracht:

„Um den öffentlichen Verkehr gegenüber dem Individualverkehr konkurrenzfähig zu gestalten, benötigt es ein flexibleres, bedarfsorientiertes und den Lebensstilen angepasstes Service, mit übergangslosem, flexiblem, sicherem Tür zu Tür Angebot, bei Tag und Nacht, mit einem persönlichen Diener, minimaler Wartezeit und einem ausgeklügelten Tarifsysteem. [...] natürlich müssen die öffentlichen Transportmittel sauber und regelmäßig sein und dennoch muss das nicht notwendigerweise genügen. Der öffentliche Verkehr muss seine Rolle und sein Image in einer vernetzten, deregulierten, konsumentenorientierten und post fordistischen Welt, neu erfinden.“<sup>2</sup>

Unter diesen Gesichtspunkten scheint der öffentliche Verkehr auf keiner Ebene mit dem MIV konkurrieren zu können. Selbst die immer steigenden Preise im MIV stellen nur wenig Ansporn für die Benutzer dar, auf den öffentlichen Verkehr umzusteigen.

In der Verkehrspolitik stellt sich die Frage, wie man Teilnehmer im Verkehr dazu bringt vom MIV, der unter individuellen Gesichtspunkten mehr Komfort bietet, auf den für die Gesellschaft besseren ÖPNV zu wechseln. Alle Maßnahmen, die es sich zum Ziel setzen eine Verlagerung zum ÖV zu erzielen, können im Wesentlichen in zwei strategische Kategorien unterteilt werden. Je nachdem, ob direkt auf den ÖV Einfluss genommen wird oder indirekt auf andere

---

2 Eigene Übersetzung aus dem Englischen

Verkehrsmittel, die eine Verlagerung bewirken sollen, spricht man von „Push and Pull Strategien“. Eine Attraktivierung des ÖV durch verbessertes Service oder einem Nulltarif stellt eine direkte Steigerung der Qualität im ÖV dar und zählt demnach zu den Pull – neue Kunden werden angezogen – Strategien. Zum anderen können durch Sanktionierung der Benutzung des PKW, beispielsweise erhöhte Parkgebühren, Stau-Maut oder Internalisierung der Externalitäten des MIV, negative Reize geschaffen werden, welche Verkehrsteilnehmer dazu bewegen sollen, auf den öffentlichen Verkehr umzusteigen. In diesem Fall spricht man von einer Push – Benutzer des PKWs werden in diesem Fall zum ÖV gedrängt – Strategie. Wenngleich diese Ansätze des Öfteren verfolgt wurden, liefern sie noch öfter keine signifikanten Ergebnisse.

Diese Arbeit stellt sich die Aufgabe zuerst einen Überblick über die Attribute des öffentlichen Verkehrs zu schaffen. Später konzentriert sie sich auf die Maßnahmen des Gratis ÖPNV. Mittels Elastizitäten aus der Literatur soll für bestimmte Linien eine Abschätzung der Auswirkung eines Nulltarifes auf die Fahrgastzahlen erfolgen. Des Weiteren soll anhand einer Simulation mittels MARS eine Abschätzung der Verlagerungen und der Veränderung des Modal Splits durchgeführt werden.

## 2 Verkehr als vielschichtiger Begriff

### 2.1 Mobilität

Um ein besseres Verständnis bezüglich der Verkehrsentstehung zu bekommen, müssen grundlegende Begriffe hierfür geklärt werden. Es stellt sich die Frage, warum Verkehr entsteht und ob dieser mit dem viel gebrauchten Wort Mobilität gleich zu setzen ist. Wilke und Petersen (1999) erörtern, unter Berufung auf Läßle (1995), dass der Begriff Mobilität eigentlich aus der Sozialwissenschaft komme und die „horizontale und vertikale Bewegung von Individuen und Kollektiven im sozialen Raum“ bezeichne.

Mit der Massenmotorisierung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts und dem damit einhergehenden Individualisierungsprozess konnte der Begriff „Verkehr“ nicht mithalten, da dieser per Definition nur den Transport von Personen, Gütern und Nachrichten abdeckt. Diese zweckmäßige Betrachtung deckte immer weniger das ab, was „die räumliche Bewegung des Individuums“ darstellte. Die Fahrten dienten nicht mehr einem reinen Zweck, sondern auch einem Erlebnis. Mobilität hielt somit Einzug in die Verkehrswissenschaft und ersetzte den ursprünglichen Begriffs des Verkehrs.

Sie ziehen im Weiteren die Schlüsse, dass unter dem Paradigma der verbesserten Mobilität das System des Individualverkehrs ständig erweitert wurde. Der Zeitgewinn im Verkehr und die Ersparnis für den Bürger stand im Mittelpunkt aller Maßnahmen. Tatsächlich blieben aber die Anzahl der Wege und Aktivitäten und die aufgewendete Zeit für Verkehr gleich [Wilke & Petersen 1999]. „Man bezeichnet dies als Zeitkonstanz für Mobilität, die in der Fachliteratur seit über 30 Jahren explizit auftauchten“ [Knoflacher, 2007]. Einer der ersten Vertreter dieser Theorie ist Hupkes (1982). In seiner Arbeit schreibt er: „Das Gesetz des konstanten Zeitbudgets für Mobilität und der konstanten Anzahl zurückgelegter Wege zeigt, dass die durchschnittliche Zahl an Wegen pro Person und die aufgewendete Zeit für Transport, sich konstant Verhält. Diese Konstanz lässt sich in vielen entwickelten Staaten beobachten [...]“<sup>3</sup>[Hupkes, 1982].

---

3 Eigene Übersetzung aus dem Englischen

Tatsächlich wird Individualverkehr mit dem positiv besetzten Wort Mobilität verkauft, jedoch sind diese Begriffe wie oben gezeigt wurde, scharf voneinander zu trennen. Einen weiteren Beitrag zu diesem Thema liefert Diewetz u.a. (1998). Sie schreiben: „Mobilität ist als die Notwendigkeit, das Bedürfnis und die Fähigkeit von Lebewesen zu verstehen, den Ort zu wechseln und zu den Ressourcen zu gelangen. Der Begriff „umfasst die außerhäuslichen (Personen) oder außerbetrieblichen (Güter) Ortsveränderungen, die in öffentlich zugänglichen Verkehrsräumen (Straße, Schiene, Luftraum und Wasserstraße) Verkehr erzeugen. [...] Verkehrsrelevant ist nur die auf ein bestimmtes geographisches Ziel, z.B. Wohnung, Arbeitsplatz oder Produktionsstätte, ausgerichtete Ortsveränderung. Das Ziel ist dabei immer auch ein Ort der Aktivitäten, z.B. Wohnen, Arbeiten, [...].“

Verron (2004) schließt darauf folgerichtig: Mobil ist, wer viele Zielorte erreichen kann, aber hohe Mobilität heißt nicht unbedingt viel Verkehr. Die Ursache der Mobilität ist immer ein Mangel am Ort [Knoflacher, 2007] und resultiert erst in letzter Konsequenz in Verkehr.

Zu der ursprünglichen Definition des Verkehrs wurde zunächst der Begriff „Erlebnis“ hinzugefügt, weshalb in weiterer Folge auch von Mobilität gesprochen wurde. Diewetz spricht in seinen Ausführungen auch von „Bedürfnissen“, die gestillt werden müssen. Um diese Bedürfnisse zu befriedigen bedarf es einer Ortsveränderung, die an sich auch zum Erlebnis gestaltet werden kann. Bereits hier ist zu erkennen, dass es sich bei Mobilität nicht um einen reinen Zweck handelt. Mobilität wird auch mit Bedürfnissen und Erlebnissen assoziiert.

Eine weitere Ergänzung zum Begriff der Mobilität liefern Jahn und Wehling (1999). Für sie bedeutet Verkehr die Aggregation von Transportvorgängen im physischen Raum. Mobilität hingegen bedeutet „Bewegung“ bzw. mobil sein „Beweglichkeit“. Mobilität bezeichnet also nicht nur die realisierte Ortsveränderung, sondern bereits die Möglichkeit und Fähigkeit zur Überwindung von Raum. Dabei halten sie fest, dass Raum nicht nur als physischer Raum, sondern auch als „sozial-räumlicher Raum“ (vgl. Definition nach Läßle, 1995), der sich durch die Zuordnung von Funktionen wie Arbeiten, Einkaufen und Wohnen definiert. Nicht zuletzt führen sie noch den Begriff des „sozialen Raumes“ ein, der die horizontalen und vertikalen Unterschiede in der Gesellschaft (Status) beschreibt. Diese Umschreibung der begrifflichen Definition von Mobilität erscheint den Autoren als wesentlich, da die ursprüngliche Definition

von Mobilität nur in beschränktem Ausmaß Rücksichtnahme auf soziale und kulturelle Aspekte nimmt. Ein Dorn im Auge scheint ihnen bereits die klassische Trennung der Mobilität in „Zwecks-“ oder „Zwangsmobilität“ einerseits und „Erlebnismobilität“ andererseits. Sie argumentieren, dass die scharf vorgenommene Trennung nicht gültig sei, da selbst die Fahrt in die Arbeit, eine Art der Zwangsmobilität, einen gewissen Erlebnisfaktor beinhalte. Die viel strapazierte Umschreibung des Autos als erweitertes Wohnzimmer sei in diesem Zusammenhang nur erwähnt.

Durch den zunächst erweiterten Begriff des Verkehrs mittels des Begriffes „Erlebnis“ fand der Begriff Mobilität Einzug in die Verkehrswissenschaften. In weiterer Folge wurde in Zusammenhang mit Mobilität auch von „Bedürfnissen“ gesprochen, die erfüllt werden müssen oder sollen. Jahn und Wehling ergänzen den Begriff noch weiter durch soziale und kulturelle Aspekte.

All diese Aspekte führen vor Augen, welche Dimension der Begriff Mobilität bereits umfasst. Neben einer rationalen Dimension, die reine Überwindung des Raumes, wird eine irrationale – menschliche – Dimension unter dem Begriff Mobilität verstanden. Diese irrationale Ebene enthält Erlebnisse, Bedürfnisse oder soziokulturelle Räume, die nur schwierig zu erklären sind. Verkehr hingegen bleibt eine sehr nüchterne rationale Rolle zugeschrieben.

In diesem irrationalen Feld bewegt sich auch die Entscheidung, ob ein Weg mit den öffentlichen Verkehrsmitteln oder mit einem privaten, individuellen, Verkehrsmittel unternommen werden soll. Betrachtet man die Verkehrsmittel objektiv, sollten die Entscheidung leicht fallen und im Sinne der Allgemeinheit getätigt werden. Jedoch spielen auch hier irrationale Elemente eine wesentliche Rolle. Persönliche Disposition, Einstellungen oder Assoziationen (Erlebnisse) zu den Verkehrsmitteln geben den Ausschlag für die Wahl. Einen Versuch die irrationale Komponente der Verkehrsmittelwahl zu beschreiben wird in den Sozialwissenschaften unternommen.

## 2.2 Verkehrsmittelwahl aus Sicht der Verhaltensforschung

Verkehrspolitische Maßnahmen haben in ihrer Intention eines gemeinsam: Sie wollen das Verhalten der Nutzer verändern bzw. steuern. Änderungen im Angebot des ÖV oder spezielle Tarifgestaltungen zielen darauf ab, Kunden vom IV zum ÖV zu verlagern, um eine Entlastung auf Straßen und der Umwelt zu erzielen. Leider zeigt sich oft, dass gut gemeinte Maßnahmen nur geringe Wirkung erzielen. Im Wesentlichen stellt jede Maßnahme den Anspruch an das Individuum Änderungen in Systemen, wie beispielsweise dem Verkehrssystem mit allen Facetten und Modi, durch einen kognitiven Prozess neu zu bewerten. Dies sollte zu einem Ergebnis führen, welches die objektiv bessere Variante favorisiert. Wie schon angeführt trifft dies nicht zu. Ein Indiz dafür liefert die Tatsache, dass den meisten PKW Benutzern bekannt ist, dass das Auto teurer als der ÖV ist. Dennoch wird ersteres öfter benutzt als letzteres.

### 2.2.1 Ökonomische Verhaltenstheorie

„Die Theorie hinter dieser fälschlichen Annahme liegt in der ökonomischen Verhaltenstheorie, bei der moralische Standards und soziale Normen keinen Einfluss auf die individuelle Verkehrsmittelwahl (haben)“ [Bamberg, 2004]. Bamberg erörtert „[...]dass das Bild des vollständig informierten egoistischen Entscheiders ein unrealistisches und verzerrtes Bild menschlichen Verhaltens (darstellt). Vielmehr unterstellt er dem Menschen bei seinen alltäglichen Routinehandlungen auf aufwandssparende Heuristiken zurückzugreifen. Argumente wie „Mach das, was sich schon oft bewährt hat“ oder „Was viele tun, kann ja nicht falsch sein“ erleichtern die Entscheidung der Verkehrsmittelwahl [Bamberg, 2004].

Hier kristallisiert sich bereits heraus, wie Verkehrsmittelwahl stattfindet. Statt einer bewussten stehen gewohnte Handlungen im Vordergrund. Der PKW wird zumeist unreflektiert benutzt, da es für die breite Bevölkerung normal ist diese Wahl zu treffen. Die Entscheidungsfindung wird sehr stark vom Unterbewusstsein beeinflusst und Faktoren wie Wahrnehmung, Einstellungen und Gewohnheiten [Fuji & Kitamura, 2003] spielen eine entscheidende Rolle. Nimmt man gezielt Einfluss auf diese Faktoren, kann auch die Wahl des Verkehrsmittels verändert werden, obwohl das „Level of Service“ auf gleichem Niveau gehalten werden kann.

### **2.2.2 Planbarkeit von Verhalten**

Zu den oben erwähnten Umständen liefert Mackett (2001) eine interessante Zahl. In einer zweitägigen Untersuchung in Großbritannien gaben 21% der Befragten an, keine bestimmten Maßnahmen seitens der Verkehrspolitik zu benötigen, um auf den Bus umzusteigen. Der Verdacht der angewöhnten, unreflektierten Benutzung liegt nahe. Um solche Gewohnheiten zu ändern bzw. die handelnden Personen im Straßenverkehr zu einem Reflektieren ihrer Gewohnheiten zu zwingen, hat Bamberg (2004) eine Studie durchgeführt.

Es sollten 90 Studenten in einer bestimmten Woche zumindest einmal den öffentlichen Verkehr benutzen. Die Teilnehmer wurden dabei zufällig in zwei Gruppen aufgeteilt. Eine Gruppe, die Experimentalgruppe, sollte eine Fahrt mit einem öffentlichen Verkehrsmittel planen und später durchführen. In der Kontrollgruppe wurde den Teilnehmern mitgeteilt, sie sollen in einer bestimmten Woche den öffentlichen Verkehr benutzen. Es zeigte sich, dass in der Experimentalgruppe 51% der Studenten diese Fahrt unternahmen, hingegen in der Kontrollgruppe führten nur 31% die aufgetragene Fahrt durch. Eine positive Korrelation zwischen der Planung eines Verhaltens und der tatsächlichen Durchführung konnte somit gezeigt werden.

Fuji & Kitamura (2003) haben zu diesem Thema eine Untersuchung unter 43 Studenten in Kyoto durchgeführt. Bei diesem Experiment stand die Veränderung von Verhalten im Bezug auf die Verkehrsmittelwahl im Vordergrund, welches durch einen gratis Fahrschein für ein Monat erzielt werden sollte. Es wurden 43 Studenten in eine Experimentalgruppe und eine Kontrollgruppe aufgeteilt, wobei diese nichts voneinander wussten. Beide Gruppen mussten zu Beginn der Untersuchung einen Fragebogen ausfüllen, in dem ihre Verkehrsmittelwahl abgefragt wurde. Die Experimentalgruppe erhielt danach einen Fahrschein, der für das gesamte ÖV Netz in Kyoto gültig war. Nach diesem Monat wurden die Teilnehmer wieder dazu angehalten einen Fragebogen auszufüllen und wurden darauf hingewiesen, dass sie ein Monat später nochmals einen Fragebogen zugesandt bekommen würden. Nach ausfüllen und retournieren dieses letzten Fragebogens würde ihnen ein Betrag von 25 US\$ ausbezahlt werden. Das Experiment brachte einige Erkenntnisse, die jedoch immer unter den Hinweis der begrenzten Aussagekraft gestellt werden müssen, da die Untersuchung nur eine geringe Teilnehmerzahl aufweist.

In der Experimentalgruppe konnte ein 20%iger Zuwachs an Fahrten mit dem ÖV, im Vergleich zu den Fahrten vor Einführung der Maßnahme, verzeichnet werden. Fujii schreibt, sollte sich diese Aussage generalisieren lassen, könnte durch temporäre Maßnahmen, die den ÖV bevorzugen, eine Änderung des Verhaltens erzielt werden. Er stellt auch fest, dass die anhaltende Steigerung in der Benutzung des ÖV nach dem Gratisticket (hierfür wurde die zweite Befragung durchgeführt) auf eine Änderung der Einstellung bezüglich den öffentlichen Verkehrsmitteln zurückzuführen sein könnte.

Die Annahme das IV Benutzer eine grundsätzlich negative Einstellung zum ÖV hätten, und diese durch die Maßnahme widerlegt werden konnte, wurde bestätigt. In der Phase, als der Gratisfahrchein zur Verfügung stand, konnte wie erwähnt eine erhöhte Benutzung des ÖV gemessen werden, jedoch keine Reduzierung in der Benutzung des PKW. Erst nach Ende dieser Phase, im zweiten Monat der Untersuchung, konnte eine Reduktion dieser Fahrten beobachtet werden. Hier scheint ein „Auftauen“ und „Hinterfragen“ alter Gewohnheiten einen längeren Zeitraum benötigt haben.

### **2.2.3 Dissonanz und Reaktanz – unerwünschte Ergebnisse**

Bei Imagekampagnen, die ein Verhalten ändern sollen, oder zumindest die Verkehrsteilnehmer zu einer erneuten Bewertung ihres Verkehrsverhaltens bewegen sollen, ist mit Feingefühl und Vorsicht vorzugehen. Aus der Sozialwissenschaft sind zwei Phänomene bekannt, die bei zu restriktiver bzw. aggressiver Vorgehensweise auftreten können. Die Phänomene der kognitiven Dissonanz bzw. psychologische Reaktanz.

Obwohl ein Bewusstsein bezüglich der negativen Auswirkungen der Benutzung des PKWs herrscht, scheint es die Benutzer nicht dazu zu bewegen, ihr Verhalten zu ändern. Diese Diskrepanz ist in der Sozialwissenschaft als kognitive Dissonanz bekannt, welche den Gegensatz zwischen Einstellung und Handlung zeigt. In anderen Worten wird hier ein Handeln wider besseren Wissens beobachtet.

Eine weitere Barriere scheint psychologische Reaktanz zu sein. Diese Form wird schlagend, wenn durch ständige Bewerbung eines gewünschten Verhaltens oder durch kontinuierliche Reduktion von Freiheiten, das Verlangen nach dem eigentlich Unerwünschten überhand

nimmt. Als Folge dessen wird nicht, wie erwartet, das Verhalten geändert, sondern eine Art psychologischer Trotz entwickelt. Nach dem Motto „jetzt erst recht“ wird am bestehenden Verhalten festgehalten.

Unter diesen Umständen wird in einschlägiger Literatur von einem sozialen Dilemma [Tertoolen, 1997] gesprochen. Es drückt sich dadurch aus, dass jedes Individuum kurzfristig mehr Vor- als Nachteile von „unsozialem Verhalten“ erfährt. In einer Studie versuchte Tertoolen PKW Benutzer durch Protokollierung der Fahrten und darauf folgendem Feedback zu einer Veränderung des Verhaltens zu bewegen. Obwohl die negativen Auswirkungen auf die Umwelt und die hohen Kosten des PKWs genau erläutert wurden, konnte keine Veränderung im Verhalten beobachtet werden. Offensichtlich zogen die Teilnehmer der Untersuchung den persönlichen Komfort gegenüber dem Allgemeinwohl vor. Einen Grund dafür sieht Tertoolen in dem bereits erwähnten sozialen Dilemma.

## **2.3 Fazit Kapitel 2**

Würde die Verkehrsmittelwahl rein objektiv getätigt werden, würde einem 100%igen Erfolg eines Nulltarifes nichts im Weg stehen. Jedoch konnte gezeigt werden, wie das Verständnis von Mobilität sich über die Zeit entwickelt hat. Mobilität wird heute eindeutig mit dem PKW verbunden und oft nur im negativen Sinn mit dem ÖV. Die Wahrnehmung der Verkehrsmittel ist von entscheidender Bedeutung. Selbst ein sehr gutes ÖV System wird keinen Zulauf finden, wenn es sich nicht entsprechend in der Wahrnehmung der Menschen positionieren kann. Eine Maßnahme wie ein Nulltarif könnte durchaus als zu aggressive Handlung interpretiert werden und gegenteilige Ergebnisse liefern.

Durch diese Erläuterungen soll vor allem verdeutlicht werden, unter welchen Rahmenbedingungen die Verkehrsmittelwahl stattfindet, und selbst ein Nulltarif nicht zwangsläufig zu einer Lösung des Problems im Individualverkehr führen muss.

## **3 Der Nulltarif**

### **3.1 Wissenschaftlicher Diskurs**

Durch den Nulltarif im ÖPNV wird von vielen Seiten, sowohl Interessensgruppen im Nahverkehr als auch Verkehrsplanern, eine erhebliche Verlagerung der Verkehrsleistung vom MIV zum ÖPNV erhofft. Die tatsächlichen Auswirkungen sind wenig bekannt. Die Diskussion um diese verkehrspolitische Maßnahme entbrannte bereits Ende der 1960er und zog sich bis in die späten 1970er, blieb jedoch erfolglos. Seydewitz (1995) gibt in seiner Arbeit die Hauptargumente der damals geführten Diskussion wieder. Die Befürworter haben im Nulltarif ein „als ein der Marktwirtschaft fremdes, mit ihr im Widerspruch stehendes Instrument (zur Überwindung des Systems) angesehen und daher befürwortet“ [Bohley, 1974]. Auf die Notwendigkeit der kostenlosen Bereitstellung von Verkehrsmitteln wurde vor allem in Hinblick auf jene Bevölkerungsgruppen hingewiesen, die vom ÖPNV abhängig sind. Der Verlagerungsgedanke wurde von den Argumenten der Kostenersparnisse für Berufspendler und den sich abzeichnenden Nahverkehrsproblemen in den Städten getragen.

Bohley (1973) versucht in seiner Arbeit den Nulltarif durch drei übergeordnete Zielkategorien zu analysieren. Hierbei geht er auf Aspekte der

- 1.) gesellschaftspolitischen
- 2.) sozialpolitischen und
- 3.) verkehrspolitischen Ziele ein.

#### **3.1.1 Gesellschaftspolitische Aspekte**

Hier hält Bohley fest, dass „Entscheidungen über die Investitionen in die Infrastruktur (...) (sind nicht Entscheidungen die) vom eventuell gesellschaftspolitischen, determinierten Preissystem gelenkt werden. Auch die Preise im öffentlichen Verkehr sind zumeist nicht an den tatsächlichen Kosten orientiert, sondern werden vielmehr politisch festgelegt.“ [Bohley, 1973]

Ein anderes Beispiel könnte die zur Verfügungstellung von billigem Impfstoff in Zeiten einer Grippewelle sein. Hier orientiert sich der Preis nicht an der Marktwirtschaft, sondern wird im Interesse der Bevölkerung günstig oder sogar Gratis zu Verfügung gestellt.

### **3.1.2 Sozialpolitische Aspekte**

Vor allem unter diesem Aspekt wurden die Diskussionen am heftigsten geführt. Wie bereits erwähnt, sollte der Nulltarif als Instrument der Umverteilung dienen. Die Logik dahinter ist aufgrund des Steuersystems zwar stimmig, impliziert jedoch, dass es zwischen steigendem Einkommen und der Benutzung des öffentlichen Verkehrs eine negative Korrelation gäbe. Bohley weist darauf hin, dass es zu jenem Zeitpunkt, im Jahr 1973, keinen empirischen Beweis dafür gab.

Dieser Beweis konnte zumindest auf gesellschaftlicher Ebene erbracht werden. In Großbritannien konnte eine negative Beziehung zwischen PKW-Besitz und der Nachfrage im Bus System gezeigt werden. Weiters konnte eine positive Beziehung zwischen steigendem Einkommen und PKW-Besitz gezeigt werden. Über diesen Umweg des PKW Besitzes wurde eine negative Langzeitelastizität (vgl. Kapitel 6 Elastizitätskonzept) von -0,5 bis -1,0 errechnet [Pauley N. et al., 2006]. Dies würde bei einer Steigerung des Einkommens um zehn Prozent, einen Rückgang der Fahrgäste in den Bussen von fünf bis zehn Prozent bedeuten. Dennoch sind diese Zahlen mit Vorsicht zu betrachten. Während sich Bohley auf die Einkommensunterschiede in der Gesellschaft zu einem bestimmten Zeitpunkt bezieht, betrachtet die Studie in GB das Wachstum des durchschnittlichen Einkommens einer gesamten Gesellschaft und den damit verbundenen durchschnittlichen PKW-Besitz in einem Haushalt. Dennoch kann in diesem Fall eine positive Korrelation zwischen steigendem Einkommen und dem Rückgang in der Benutzung eines öffentlichen Verkehrsmittels gezeigt werden. Die Übertragbarkeit auf Bohleys Ansatz bleibt zu prüfen, erscheint aber plausibel.

### **3.1.3 Verkehrspolitische Aspekte**

Unter den verkehrspolitischen Zielen wurden Fragen der zukünftigen Entwicklung von Städten diskutiert. Die zunehmende Motorisierung der Bevölkerung wurde bereits zu dieser Zeit als

angehendes Problem erkannt. Dies führte auch zu einer vermehrten Forderung nach Maßnahmen, die den ÖV bevorzugen. Im Vordergrund standen die Bewahrung von wohnlicher oft historischer Stadt, die nicht Verkehrsflächen zum Opfer fallen sollten, der Umweltschutz und die Förderung eines leistungsfähigen Gesamtverkehrssystems. (vgl. [Bohley, 1973]).

Gegner des Nulltarifs wiesen immer wieder auf die Finanzierungsprobleme einer solche Maßnahme hin. Auch die Tatsache, dass die öffentliche Hand einen so starken Eingriff in einen bestehenden Markt vornehmen solle, missfiel den Proponenten der Gegenpartei. Matzner (1973) hielt in seiner Arbeit zur Tarifgestaltung des öffentlichen Verkehrs zwar fest, dass die Tarifpolitik nicht aus rein fiskalpolitischer Betrachtung gesehen werden dürfe, sondern auch als Gestaltungselement der Stadtentwicklung zu sehen ist. Er fügt weiters hinzu, dass der Nulltarif, als einzige Maßnahme zur Sanierung des städtischen Personennahverkehrs, auf Grund der vielzähligen Determinanten der Nachfrage, ungeeignet sei.

Gegen Ende dieser Diskussion mangelte es vielerorts an Sachlichkeit und sie wurde auch deswegen nicht weitergeführt, da von Seiten der Politik keinerlei Aussicht auf die Umsetzung einer solchen Maßnahme gegeben wurde (vgl. [Seydewitz, 1995]).

Erst zu Beginn der 1990er wurde die Diskussion wieder aufgenommen. Hauptgrund dafür lag vermutlich in dem noch immer stärker wachsenden MIV, der in den Ballungsräumen zu höheren Umweltbelastungen durch Schadstoffe und Lärm führte. Neue wissenschaftliche Untersuchungen wurden durchgeführt, um bessere Aussagen über die Wirkung eines Nulltarif treffen zu können (vgl. [Fuji & Kitamura, 2003] oder [Bamberg, 1999]).

## 3.2 Nulltarif in Anwendung

Im Gegensatz zur Forderung eines allgemeinen Nulltarifes wurde er für bestimmte Bevölkerungsgruppen bereits realisiert. Freie Fahrt für Studenten, die weltweit in manchen Städten gegeben ist, sei hier erwähnt. Zu den größeren Versuchen auf diesem Gebiet zählt wohl die Einführung einer „ride free area“ für den „Central Business District (CBD)<sup>4</sup>“ in Seattle

---

<sup>4</sup> Central Business District entspricht den innersten Bezirken einer Stadt in dem sich aufgrund der hohen Grundstückspreise vor allem der Dienstleistungs- und Handelssektor niederlassen.

welche im Jahr 1973 umgesetzt wurde. In Europa lassen sich Beispiele in Hasselt, Brüssel oder Giessen finden. Hasselt zählt hierbei zu einem der interessantesten Beispiele, da dort für ein gesamtes Stadtgebiet ein gratis ÖV zur Verfügung gestellt wird. In den Städten Brüssel und Giessen werden nur bestimmte Bevölkerungsgruppen von dieser Maßnahme angesprochen.

### 3.2.1 Seattle

In TRB (2004) wurde diese Maßnahme ausführlich beschrieben. Eine kurze Zusammenfassung sei hier angeführt.

Im Jahr 1973 bediente das ansässige Busunternehmen „Metro“ in Seattle ca. 1,4 Mill Einwohner. Täglich konnten 168.000 bezahlte Fahrten gezählt werden. Metro unterhielt zu diesem Zeitpunkt einige Buslinien in diesem Gebiet und eine günstige Linie, den „Dime Shuttle“ (ein „dime“ entspricht 0,1 US Dollar). Im CBD waren ungefähr 70.000 Personen beschäftigt. Im September 1973 wurde ein Gebiet von 105 Blocks im CBD definiert, in welchem von diesem Zeitpunkt an die Benutzung des Busses gratis war. Für die Analyse der Auswirkungen wurden zwei Kundenbefragungen herangezogen, wobei eine kurz vor Einführung dieser Maßnahme durchgeführt wurde, die zweite acht Monate später, im Mai 1974. Die Binnenfahrten im CBD erhöhten sich von 4.100 auf 12.250 Fahrten pro Tag, was einer 200 prozentigen Steigerung entspricht. Diese Gratisfahrten wurden folgenden Zwecken zugeordnet:

- 5% Heimweg
- 39% Arbeit
- 1% Schule
- 15% Freizeitfahrten
- 16% persönliche Angelegenheiten
- 24% Einkauf

Wäre die „ride free area“ nicht eingeführt worden, dann hätten sich die gewonnenen 12.250 Fahrten wie folgt aufgeteilt:

- 25% der Fahrten wären nicht unternommen worden
- 31% wären zu Fuß gegangen
- 19% hätten weiter das „Dime Shuttle“ verwendet

- 15% der Fahrten wären mit anderen Bussen unternommen worden
- 8% hätten weiter den Pkw verwendet
- 2% hätten ein Taxi in Anspruch genommen

Eine weitere Befragung wurde unter 642 Beschäftigten im CBD durchgeführt. Sie zeigte, dass 7% respektive 4900 Personen der innerstädtisch Beschäftigten auch vermehrt das Busangebot außerhalb der „ride free area“ nutzten. Durch diese Maßnahme konnten ungefähr 900 Fahrten mit dem Pkw eingespart werden. Dies bedeutete einen Rückgang der täglichen Fahrten durch den CBD von ca. 2%. Zusätzliche jährliche Einnahmen im Einzelhandel, welche auf dieses Programm zurückgeführt wurden, beliefen sich zwischen 2,5 und 5,0 Millionen US-Dollar. Dies entspricht ca. 1% der jährlichen Gesamteinnahmen und dem Sechs- bis Zwölffachen der Kosten der „ride free area“.

Nach Schwierigkeiten in den 1980er Jahren stand dieses Projekt kurz vor dem Ende. Die ansässigen Gewerbetreibenden wollten keinen finanziellen Beitrag mehr für diese Maßnahme leisten. Aufgrund des Wunsches der Bevölkerung wurde diese Vergünstigung jedoch nicht eingestellt (vgl.[TRB, 2004]).

### **3.2.2 Hasselt**

Eines der bekanntesten Beispiele in Europa mit Gratis-ÖPNV stellt die belgische Stadt Hasselt dar. Hasselt hat rund 70.000 Einwohner und ist neben ihrer Funktion als Hauptstadt der Provinz Limburg auch ein wichtiges Zentrum für Wirtschaft und Bildung. Seit 1997 wird in dieser Stadt ein Gratisbusnetz angeboten. Die Fahrgastzahlen konnten durch diese Maßnahme von täglich 1.000 auf 12.600 Fahrgäste erhöht werden. 33% der gewonnenen Fahrgäste hätten zuvor diese Fahrten nicht unternommen und können somit als induzierter Verkehr bezeichnet werden. Bei den restlichen zwei Drittel benutzten 54,3% der Fahrgäste bereits zuvor den Bus. 22,8% der Fahrgäste konnten vom PKW-Verkehr und 32,1% der Fahrgäste von der Gruppe der „Fußgänger und Radfahrer“ gewonnen werden [Kalbow, 2001].

Das Busnetz musste aufgrund der erhöhten Nachfrage erweitert und die Flotte vergrößert werden. Vor dieser Maßnahme betrieb die Stadt Hasselt vier Linien mit acht Bussen. Heute

werden elf Linien mit 46 Bussen betrieben. Ein wesentlicher Teil der Finanzierung dieser Maßnahme wurde durch den nicht durchgeführten Ausbau der Ringstraße gewährleistet. Diese wurde anstatt weiter ausgebaut zu werden, später von vier auf zwei Spuren zurückgebaut und wird heute als Einbahnstraße geführt. Außerdem wurde die rückgebaute Ringstraße mit rund 400 Bäumen bepflanzt und ist nun ein Erholungsgebiet für die Bewohner (vgl. Abbildung 2).



Abbildung 2: Ringstraße von Hasselt. (eigene Aufnahme am 18.05.08)

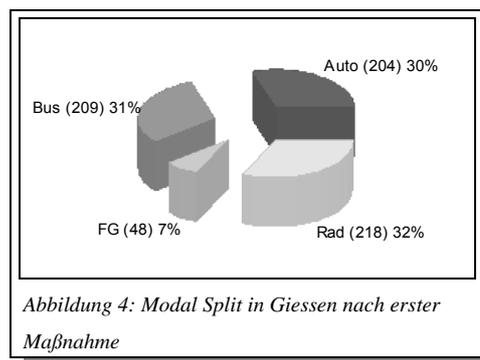
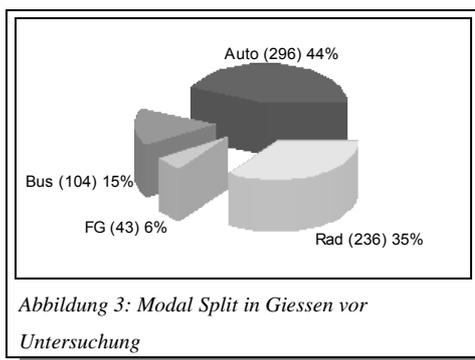
Der damalig neue Bürgermeister setzte voll auf den ÖV und konnte dies auch durch ein Abkommen mit der Provinz Limburg und den Verkehrsbetrieb „De Lijn“ bewerkstelligen. Bis 2000 wurde diese Maßnahme hauptsächlich von der Provinz Limburg subventioniert, später wurden die Kosten von der Stadt Hasselt selbst getragen. Obwohl der Verkehrsanbieter durch die Erweiterung des Angebotes eine Erhöhung der Kosten von 1,2 auf 3,2 Millionen Euro erfahren musste, stellen die Ausgaben der Stadt Hasselt für die Verkehrsbetriebe nur 1 Prozent des Haushaltes dar. (vgl. [VCD, 2005], [WDR, 2007])

### 3.2.3 Giessen

Ein Beispiel der etwas anderen Art geben Bamberg u. Schmidt (1999) anhand der Stadt Giessen. Ihre Studie soll ihrer Intention nach ein Modell der Sozialpsychologie bestätigen, anhand dessen eine Verbindung der Makroebene (Gesellschaft) mit der Mikroebene (Individuum) erstellt werden soll. Ohne näher auf diesen Aspekt eingehen zu wollen, liefert diese Studie interessante empirische Daten und Schlussfolgerungen zum Thema Nulltarif im Nahverkehr.

Die Stadt Giessen zählt ca. 70.000 Einwohner und weist den höchsten Prozentsatz an Studenten in Deutschland auf. Täglich müssen 30.000 Studenten und 10.000 Mitarbeiter Einrichtungen der Universitäten, die über die Stadt verteilt sind, erreichen. Vor Einführung der Maßnahme wurde ein Großteil dieser Fahrten mit dem PKW erledigt und konnte mit ungefähr 15.000 Fahrten täglich beziffert werden. Um diesem starken Individualverkehr ein Ende zu setzen, entschied sich die Stadt, unter Beratung von Bamberg und Schmidt und unter Kooperation mit den Universitäten, zu zwei verkehrspolitischen Maßnahmen. Zum einen wurde im Mai 1994 ein Semesterticket eingeführt, welches den Studenten die Gratis Benutzung des ÖV erlaubte. Finanziert konnte dies durch eine Solidaritätsabgabe der Studenten in der Höhe von 34DM (17,38€), welche zusammen mit den Studiengebühren ein Mal pro Semester eingehoben wurde, werden. Diese Abgabe stellt eine wesentliche Innovation im ÖV dar. Obwohl das Konzept des beitragsfinanzierten Nulltarifes bereits seit den frühen 1970er (vgl. [Bohley, 1973]) Jahren bekannt ist, wurde es nie in die Realität umgesetzt. Um eine hohe Akzeptanz zu gewährleisten, wurde über diese Maßnahme im Vorfeld abgestimmt. Es stimmten 65% der Wähler für die Durchführung dieser Maßnahme.

Bevor diese implementiert wurde, führten die Autoren eine erste Befragung unter 3491 Studenten durch, von denen 1874 den Fragebogen retournierten. Ein wesentliches Ergebnis stellt die Erkenntnis dar, dass der öffentliche Verkehr als wenig attraktiv, langsam, unflexibel und teuerste Option zur Bewältigung der Wege wahrgenommen wurde. Der „Modal Split“ in Abbildung 3<sup>5</sup> zeigt, wie die Wahl der Verkehrsmittel fiel.



Im Februar 1995 wurde eine weitere Untersuchung durchgeführt. In dieser zweiten Welle wurden 1316 Fragebögen unter den Teilnehmer der ersten Befragung ausgesandt, von denen 1036 wieder abgegeben wurden. In der zweiten Befragung konnte eine wesentliche

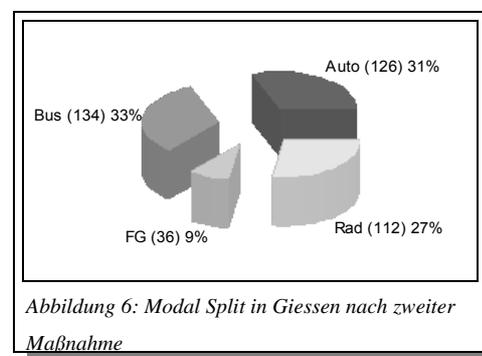
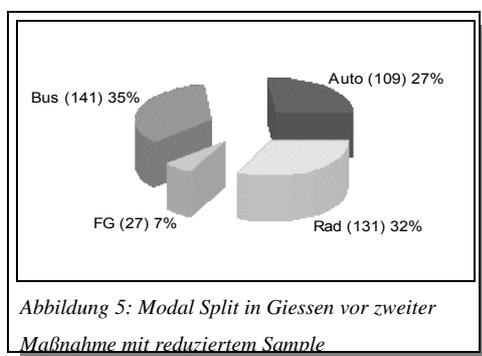
---

<sup>5</sup> Für diese Auswertung wurden nur Fragebögen jener Personen verwendet die auch in der zweiten Welle (Abbildung 4) erfasst wurden und verwertbare Fragebögen lieferten.

Veränderung zugunsten der öffentlichen Verkehrsmittel festgestellt werden. Wie aus den Abbildung 3 und Abbildung 4 ersichtlich ist, ging der Anteil der PKW Fahrten von 44% auf 30% zurück, wobei der Anteil der Busfahrten von 15% auf 31% erhöht werden konnte. Radfahrer und Fußgänger konnten auf einem gleichen Niveau gehalten werden. Wie Bamberg bereits hier feststellt, hat das Semesterticket einen wesentlichen Einfluss auf den Modal Split in Giessen. In der subjektiven Bewertung des öffentlichen Verkehrs unter den Befragten, konnte nur geringe Veränderungen verzeichnet werden. Die Attribute des Busses konnten nur zum Teil verbessert werden. So wurde dem Attribut „billig“ ein wesentlich besseres Zeugnis ausgestellt, als im Februar 1994. Bei „Schnelligkeit“ konnte nur eine geringe Verbesserung verzeichnet werden. Die Attribute „Komfort“ und „Ohne Stress“ blieben bei der selben negativen Bewertung wie in der ersten Untersuchung.

Im Herbst 1995 wurde eine Ringlinie eingeführt, die vor allem die Reisezeit zwischen den Einrichtungen der Universitäten verkürzen sollte. Im Februar 1996 wurde eine dritte Untersuchung durchgeführt.

Zu beachten ist hier, dass die zweite Befragung ein Sample von 1.316 Personen, von denen 1.036 die Fragebögen retournierten, umfasst. Für die Auswertung konnten 679 Fragebögen herangezogen werden. In der Dritten Welle wurden von den 1.036 Personen 829 ein Fragebogen zugesandt. Von jenen konnten 408 Fragebögen verwendet werden. Aufgrund der Diskrepanz der Anzahl ausgewerteter Fragebögen bei den gleichen Befragten in der zweiten und dritten Welle, können für die Auswertung der zweiten Befragung zwei Modalsplit generiert werden. Zum einen jener in Abbildung 4, dem 679 Fragebögen zugrunde liegen, und zum anderen jener in Abbildung 5, dem 408 Personen aus der dritten Befragung zugrunde liegen. Diese 408



Personen haben auch an der zweiten Befragung teil genommen.

Im Busverkehr konnte wider erwarten keine weitere Steigerung des Anteils am Modal Split

---

verzeichnet werden. Aus den Abbildung 5 und Abbildung 6 ist ersichtlich, dass die Zahlen ein anderes Bild liefern. Die Benutzung des PKW stieg wieder leicht an und die des Busses ging wiederum leicht zurück.

Nach weiteren Ausführungen über das Verhalten einzelner Untergruppen kommen die Autoren zu folgenden Schlüssen:

1. Individuelle Wahl der Fahrmodalitäten können stark durch einzelnen Akteure wie Universitäten oder Unternehmen beeinflusst werden.
2. Verkehrsteilnehmer aller Arten sind bereit, eine Abgabe zu entrichten, dessen Ziel es sein kann die Benutzung des Autos zu reduzieren. Insbesondere zeigte ihre Studie, dass Radfahrer, die ihr Verkehrsverhalten nicht änderten, durchwegs eine positive Einstellung zu den durchgeführten Maßnahmen hatten.
3. Im Fall von Giessen führte die drastische Reduzierung des Fahrpreises im ÖV dazu, dass viele PKW Benutzer zumindest ihre Verkehrsmittelwahl neu überdachten und sich dazu durchranken den Bus auszuprobieren.
4. Eine wesentliche Erkenntnis für die Autoren war auch, dass für die Studenten, die in der Stadt leben, die massive Preisreduktion zwar zu Beginn einen Anreiz zur Benutzung darstellte, jedoch konnte dies die schlechte Qualität des Busservice über längere Dauer nicht kompensieren. Dies trifft auch auf Studenten zu, die außerhalb von Giessen ihren Wohnsitz aufweisen.

### **3.2.4 Brüssel**

In einer Studie aus dem Jahr 2005, untersuchte De Witte et al., den Einfluss eines Gratistickets für flemische Studenten an der VUB in Brüssel. Die Gruppe der französischsprachigen Studenten war nicht berechtigt diese Subventionen zu beziehen. Im Studienjahr 2003/2004 wurde der Betrag einer Jahreskarte von einer eigens dafür eingerichteten Non-Profit Organisation, flemischen Studenten die einen entsprechenden Antrag stellten, refundiert. Von den 22.000 berechtigten Studenten nutzen im ersten Jahr ca. 8.000 Studenten dieses Angebot und im zweiten Jahr ca. 5.100. Finanziert wurde diese Maßnahme durch die flemische Regierung.

Für die Erhebung der Daten wurden drei Methoden ausgewählt:

- Quantitative Untersuchungen

Zu diesem Zweck wurde 3.162 Fragebögen erhoben, die zu 51,2% (1.618) von flemischen Studenten und zu 48,83% (1.544) von französischsprachigen Studenten ausgefüllt wurden.

- Mental Maps

Jeweils 300 französischsprachige und flemischsprachige Studenten wurden für diese Untersuchung befragt.

- Tiefeninterviews

Tiefeninterviews wurden unter jeweils 20 Studenten beider Gruppen durchgeführt. Ziel hierbei war es, ein besseres Verständnis bezüglich der Wahrnehmung des öffentlichen Verkehrs in Brüssel und den Hintergründen bezüglich der Verkehrsmittelwahl zu erlangen.

In der Quantitativen Untersuchung waren unter den flemischsprachigen Studenten 46,79% Probanden, die das Angebot der Rückvergütung der Jahreskarte nutzten. Von jenen 46,79% gaben 89% an, dass sie zumindest einmal in der Woche den öffentlichen Verkehr in Brüssel nutzten. In der Erhebung wurde zunächst zwischen Studenten, die den öffentlichen Verkehr „mehr“, „gleichviel“ oder „weniger“ benutzten, unterschieden. Die Kategorie jener, die den ÖV „mehr“ nutzen setzt sich wiederum aus zwei Unterkategorien zusammen. Jenen die bereits

Nutzung des ÖV im Vergleich zum Vorjahr (N=552)	Straßenbahn (N=302)	U-Bahn (N=423)	Bus (N=168)
neue Nutzer	17,55%	11,08%	13,69%
existierende Nutzer	37,75%	36,32%	34,52%
mehr	<b>55,30%</b>	<b>47,40%</b>	<b>48,21%</b>
gleichviel	41,06%	44,58%	44,05%
weniger	3,64%	7,78%	7,74%

*Tabelle 1: Auswirkung des „Gratis“ öffentlichen Verkehr auf Benutzung des selbigen unter flemischsprachigen Studenten in Brüssel. [De Witte et al., 2005]*

zuvor den ÖV nutzten und durch die Maßnahme verstärkt auf das Angebot zurückgreifen (existierende Nutzer) und jenen die erst durch die Maßnahme dazu angeregt wurden den ÖV zu benutzen (neue Nutzer).

Unter den Studenten, die angaben den öffentlichen Verkehr vermehrt zu nutzen und sich auch für das „Gratisticket“ beworben (N=57) haben, gaben 26% an neue „generierte“ Wege

zurückzulegen. Diese setzten sich aus Wegen zusammen, die vorher nicht unternommen wurden und Wegen, die sie zuvor unternahmen, aber durch die Maßnahme öfters unternahmen. Im Durchschnitt unternahmen diese Studenten 1,7 Wege mehr pro Woche.

Durch die gesetzte Maßnahme konnte auch eine Auswirkung auf die anderen Modi beobachtet werden. 66% jener Studenten denen zumindest zeitweilig ein Pkw zur Verfügung steht, gaben an, den öffentlichen Verkehr aufgrund der niedrigen Kosten dem PKW vorzuziehen. Die Autoren errechneten eine Ersparnis von 82,4km pro Student und Woche. 14% der befragten Studenten gaben an vom Zug auf den ÖV<sup>6</sup> zu wechseln und 3% wechselten von „de Lijn“ (überregionale Linien) zu den ÖV. Auch Fußgänger und Radfahrer mussten einen Rückgang verzeichnen. 21% der befragten Studenten gaben an, dass sie für kurze Strecken, ein bis zwei Stops, nunmehr den ÖV benutzen anstatt den Weg zu Fuß zurück zu legen. Nicht zuletzt gaben 5% der befragten Studenten an, vom Fahrrad auf den ÖV gewechselt zu haben.

Durch den Vergleich mit den französischsprachigen Studenten wurde jedoch deutlich, dass selbst durch die erhöhte Benutzung des ÖV die flemischsprachigen Studenten den öffentlichen Verkehr nicht mehr nutzten als die Vergleichsgruppe. Durch die Tiefeninterviews und den Mental Maps wurden die besseren Kenntnisse bezüglich der Möglichkeiten des ÖV in der französischsprachigen Gruppen deutlich. Dies ist hauptsächlich auf den Umstand zurückzuführen, dass ein größerer Teil auch in Brüssel lebt. Die flemischsprachigen Studenten setzen sich zu einem größeren Teil aus Pendlern zusammen. Gerade für Pendler reduziert sich der Nutzen eines Gratis ÖV in der Stadt, da für die Anreise mit der Bahn dennoch bezahlt werden muss.

### **3.2.5 Zusammenfassung und kritische Betrachtung**

Wie aus den angeführten Beispielen bereits erkannt werden kann, erfährt der öffentliche Verkehr durch einen Nulltarif eine wesentliche Steigerung der Fahrgastzahlen. In Seattle erhöhten sich die Fahrgastzahlen von 4.100 auf 12.250 Fahrgästen (ein plus von 200%) pro Tag. In Giessen konnte zunächst eine 100% Erhöhung erzielt werden, die jedoch nach einiger Zeit einen leichten Rückgang verzeichnen musste. In der Stadt Hasselt erhöhten sich die

---

<sup>6</sup> Der öffentliche Verkehr in Brüssel umfasst nicht die Eisenbahnstrecken die nach und durch Brüssel führen. Des weiteren gibt es noch einen überregionalen Verkehrsbetreiber „De Lijn“ der ebenfalls nicht in diese Maßnahme involviert ist.

---

Fahrgastzahlen von 1.000 auf 12.600 Fahrgästen pro Tag. Diese Steigerung entspricht eine Zuwachs von 1.260%. Jedoch nur diese Stadt führte einen tatsächlichen Nulltarif ein. In Brüssel lässt sich unter 552 Befragten feststellen, dass ca. 50% die öffentlichen Verkehrsmittel, aufgrund der Vergünstigung, mehr benutzen.

Die Auswirkungen auf den PKW Verkehr sind in Seattle sehr gering. In Giessen konnte ein Rückgang von 14% im Anteil des Modal Split verzeichnet werden. In der Stadt Hasselt können 28% der neuen Fahrgäste in den öffentlichen Verkehrsmitteln auf PKW Fahrer zurückgeführt werden. Eine genaue Untersuchung über den PKW Verkehr in Hasselt steht nicht zur Verfügung. Die Untersuchung in Brüssel brachte hervor, dass pro Befragten 82,4km Fahrzeugkilometer pro Woche eingespart wurden.

In allen Beispielen wurden in Vergleich zu der Gesamtbevölkerung Wiens nur eine geringe Anzahl von Personen angesprochen. Mit der Maßnahme in Seattle wurde ein Bereich abgedeckt, der nur einen sehr kleinen Teil der Stadt widerspiegelt. Nur 70.000 von 1.600.000 Personen wurden erreicht. Außerdem handelt es sich hier um eine amerikanische Stadt, die bekanntlicher Weise einen sehr hohen Anteil im PKW Verkehr vorweisen und deshalb nur schwer mit europäischen Städten vergleichbar sind. Die Untersuchungen in Giessen und Brüssel decken nur eine bestimmte Gesellschaftsschicht, die sich im Fall von Giessen auf 40.000 Personen und im Fall von Brüssel auf 22.000 Personen beschränkt, ab. Eine Abstimmung über den Nulltarif, an der die gesamte Bevölkerung beteiligt ist, würde möglicherweise anders ausfallen.

In Hasselt, Seattle und Brüssel konnte auch gezeigt werden, dass ein nicht unerheblicher Teil der neuen Fahrgäste im ÖV als induzierter Verkehr bezeichnet werden kann. Dieser induzierte Verkehr ist vermutlich nicht zu vermeiden, kann jedoch bei Überhandnahme zum Scheitern einer solchen Maßnahmen führen. Erinnerung sei an das Experiment, welches in Rom durchgeführt wurde. Vom 30.Dezember 1971 bis 7.Jänner 1972 wurde in Rom ein Nulltarif im ÖV eingeführt. Dieser führte zu einem 50%igen Anstieg der Fahrgäste im ÖV und zu einem 2%igen Rückgang im PKW Verkehr. (vgl Gutknecht, 1973 in [Seydewitz, 1995]) Durch den massiven Anstiege von Fahrgästen konnte die Nachfrage durch die öffentlichen Verkehrsmittel nicht mehr befriedigt werden. Die Nachfrage überstiegt die verfügbaren Kapazitäten, wodurch diese Maßnahme wieder eingestellt werden musste.

Aufgrund der angeführten Beispiele können allgemeine Trends erkannt werden. Der Zuwachs der Fahrgäste im ÖV wird nicht allein durch die Rückgänge im PKW-Verkehr erklärt. Ein nicht unerheblicher Teil der Fahrgäste kann als induzierter Verkehr bezeichnet werden. Die Akzeptanz, zumindest in Teilen der Bevölkerung eine Abgabe zu entrichten und dadurch in den Genuss eines Gratis-ÖV zu kommen, scheint gegeben zu sein.

Interessante Ansätze zur Finanzierung einer solchen Maßnahme lassen sich in allen Beispielen finden. In Seattle konnte die Geschäftswelt für einen Nulltarif gewonnen werden. Sie stellen neben den Fahrgästen auch eine Gruppe dar, die durch erhöhte Einnahmen von der Maßnahme profitieren. In Giessen wurde das Mittel eines beitragsfinanzierten Nulltarifes gewählt. Diese Idee stammte aus den 1970ern, fand jedoch bisher keine Anwendung. In Hasselt und Brüssel übernahmen die zuständigen Regierungen die Kosten. In Hasselt wurde interessanterweise ein Großteil der Finanzierung aus den nicht realisierten Straßenbauprojekten sichergestellt. Bemerkenswert in jedem Fall ist die Tatsache, dass die Anzahl der Beispiele auch der Anzahl an Finanzierungsmethoden entspricht.

Eine der Erkenntnisse, die Bamberg lieferte, bezog sich auf die Qualität im öffentlichen Verkehr. Bamberg resümierte, dass die massive Preisreduktion zwar zu Beginn einen Anreiz zur Benutzung darstellte, jedoch konnte diese die schlechte Qualität des Busservice über längere Dauer nicht kompensieren [Bamberg, 1999]. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie die Qualität im öffentlichen Verkehr definiert werden kann bzw. welche Attribute die Qualität definieren. Dieser Frage soll im folgenden Kapitel nachgegangen werden.

## **4 Einflussfaktoren im öffentlichen Personennahverkehr**

Wird von einer Person die Entscheidung getroffen den öffentlichen Verkehr zu benutzen, stellt sich die Frage, welchen Einfluss einzelne Attribute des ÖV auf die Entscheidung haben. Anders formuliert: Was hindert einen möglichen Benutzer des ÖV an dessen Benutzung?

In verschiedener Literatur, sowohl in naturwissenschaftlichen als auch sozialwissenschaftlichen Forschungsarbeiten lassen sich Attribute finden, die wesentlich für die Benutzung des öffentlichen Verkehrs sind. Die Bewertung dieser Faktoren erfolgt je nach Disziplin in unterschiedlicher Art und Weise. Manche Attribute wie Zugangs- und Abgangszeiten, Taktung und Fahrzeit lassen sich einfach erfassen und können beispielsweise in Zeit gemessen werden.

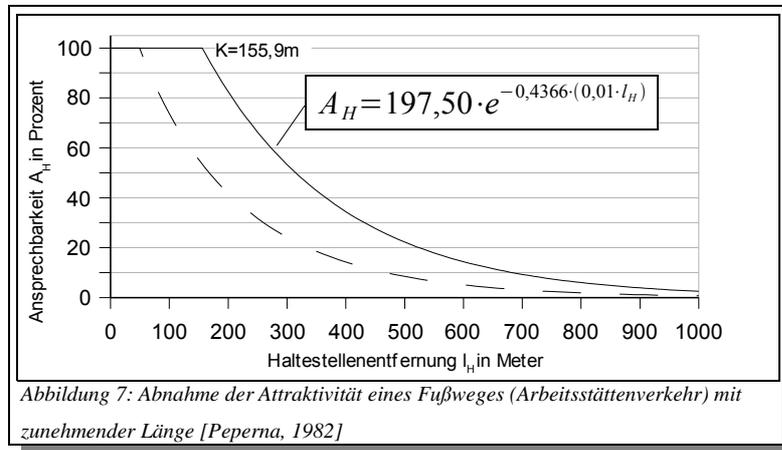
Faktoren wie Fahrzeugzustand, Wechsel der Reisemodalitäten (z.B. der Wechsel von Pkw in die U-Bahn) oder Information und Werbung können nur schwer in Zeit gemessen werden und sind daher aus naturwissenschaftlicher Sicht nur schwer fassbar. Es werden vor allem sozialwissenschaftliche Untersuchungen zur Beschreibung verwendet. Hier bedient man sich im Allgemeinen einer rein qualitativen Aussage, die durch Fokusgruppen meist in Kombination mit Tiefeninterviews gewonnen werden.

### **4.1 Quality of Service**

#### **4.1.1 Zugangszeit zum Netz**

Durch die Zugangszeiten können Aussagen über die Netzdichte getroffen werden. Zugangszeiten werden laut Paulley et al.(2006) bei allen Modalitäten gleich mit einem Faktor 1,4 bis 2,0 gegenüber der Zeit, die tatsächlich im Fahrzeug verbracht wird, beurteilt. Eine genauere Betrachtung von Zugangszeiten liefert Peperna (1982), aufbauend auf die Erkenntnisse aus Walther (1975), in seinen Untersuchungen. Hier wird gezeigt, dass mit zunehmender Weglänge die Bewertung der Zeit mit einem höheren Faktor erfolgt. Eine negative Korrelation zwischen Attraktivität des Weges und deren Länge kann davon abgeleitet

werden. Aus Abbildung 7 ist zu entnehmen wie die Ansprechbarkeit mit der Entfernung abnimmt. In Wien (durchgezogene Linie) ist bis zu einer Entfernung von 155,9m die Ansprechbarkeit, im Arbeitsstättenverkehr, stets auf dem höchst möglichem Niveau.



Im Vergleich dazu, liegt die gewonnene Kurve von Walther (strichliert), ermittelt in Bielefeld, darunter. Die Ansprechbarkeit des Fußweges nimmt, im Vergleich zu Wien, schneller ab. Das Höchstniveau der Ansprechbarkeit kann nur bis zu einer Wegelänge von 49,2m gehalten werden. Nach der Theorie von Walther kann somit der Schluss gezogen werden, dass die Attraktivität der Fußwege in Wien (durchgezogen) höher als in Bielefeld (strichliert) ist.

Peperna (1982) identifiziert in seiner Arbeit vier Faktoren die einen wesentlichen Einfluss auf die ermittelten Ansprechbarkeitskuven haben:

- Reisezweck
- Beförderungszeit
- Möglichkeit der Verkehrsmittelwahl
- Stadtstruktur

„Diese allerwichtigsten Kriterien für den Verlauf der Ansprechbarkeitskurven prägen in der Realität des Alltagslebens simultan – jedoch mit unterschiedlicher Intensität – das Verhalten der ÖNV-Benutzer.“ [Peperna, 1982]

#### 4.1.2 Intervall

Das Intervall eines Verkehrsmittels stellt ein wesentliches Kriterium in der Qualität der öffentlichen Verkehrsmittel dar. Nicht zuletzt hängen von diesem direkt zwei andere Faktoren,

---

Wartezeit und Umsteigezeit, ab. Die Flexibilität, zu jedem gewünschten Zeitpunkt eine Ortsveränderung durchführen zu können, ist ein weiteres Attribut welches von dem Intervall beeinflusst wird. Hohe Flexibilität wird gerade von MIV Benutzern, [Beirão, 2007] als ein wesentliches Argument für die Benutzung des selbigen angeführt.

### **4.1.3 Beförderungszeit**

Die Fahrzeit wird bei den meisten Ansätzen zur Beschreibung bzw. Bewertung als Referenzindikator verwendet. Wie bereits unter 4.1.1 erwähnt, bewerten Personen die Zugangszeit als ein Vielfaches der Fahrzeit.

Wie Benutzer auf Veränderungen der Fahrzeit selbst reagieren, wird wiederum durch Elastizitäten ausgedrückt. Die Elastizitäten der Beförderungszeit in Bezug auf die Fahrgastzahlen schwanken bei Busfahrten zwischen -0,4 bis -0,6 (vgl. Kapitel 6 Elastizitätskonzept). Bei schienengebundenen Modis im regionalen und städtischen Verkehr schwanken diese Werte zwischen -0,4 bis -0,9. Bei längeren Fahrten zwischen Ballungsräumen steigt dieser Werte für Busfahrten bis -2,1 an [Paulley N. et al., 2006].

### **4.1.4 Umsteigezeiten**

Der optimale öffentliche Verkehr, aus Sicht des Benutzers, würde den Kunden von der Quelle zum Ziel fahren, ohne dabei einen Umstieg oder Wartezeiten in Kauf nehmen zu müssen. Da der dafür notwendige Aufwand unmöglich realisierbar ist, muss ein ÖV-Kunde umsteigen und dadurch auch Wartezeiten in Kauf nehmen. In der Literatur sind für die Bewertung dieser Attribute verschiedene Methoden zu finden. Aus naturwissenschaftlicher Sicht kann hier wieder die Bewertung der Zeit herangezogen werden. Eine Methode der Bewertung liefert Walther (1991), die unter Kapitel 4.2.2 genauer angeführt ist.

### **4.1.5 Zuverlässigkeit**

Unter dem Begriff Zuverlässigkeit werden nicht geplante Wartezeiten und nicht geplante lange Reisezeiten subsumiert. Studien aus dem sozialwissenschaftlichen Bereich weisen auf die Bedeutung der Zuverlässigkeit hin. In Fokusgruppen und Tiefeninterviews wird immer wieder

der Nachteil des ÖV gegenüber dem MIV erwähnt. Letzterer erscheint zuverlässiger, aus dem einfachen Grund, da die Verantwortung in der Hand des Individuums liegt und nicht wie bei ersterem der Benutzer auf die Zuverlässigkeit der Verkehrsbetriebe angewiesen ist (vgl. [Beirão, 2007], [Guiven, 2006]). Gerade im Bezug auf die Wartezeit wird der Zuverlässigkeit eine wesentliche Bedeutung zugemessen. Dabei spielt die Dauer der Wartezeit weniger eine Rolle als der Umstand, „zu wissen“, wie lange sich die Wartezeit ausdehnt.

#### **4.1.6 Gestaltung der Wartebereiche - Zustand des rollenden Fuhrparks**

Diese Faktoren lassen sich kaum bewerten. Es ist jedoch nicht von der Hand zu weisen, dass eine angenehme Umgebung an den Haltestellen positiv zu bewerten ist, wenngleich dadurch vermutlich keine neuen Kunden gewonnen werden können. In den Arbeiten von Beirão (2007) oder Guiven (2006) wird auf diesen Umstand eingegangen. Es zeigte sich, dass Einrichtungen des ÖV und deren Sauberkeit bzw. die Sicherheit bei einem Aufenthalt einen wesentliche Wirkung auf den Fahrgast zeigen. Auf die positiven Reize wie Sauberkeit oder das Vorhandensein von Überwachungskameras wird in Interviews hingewiesen. In Bezug auf den Zustand des Fahrzeuges wird noch eindringlicher auf die Wichtigkeit von Sauberkeit und Hygiene hingewiesen. Auch auf ein angenehmes Design der Einrichtung wird Wert gelegt. Verdeutlicht wird dies durch den Umstand, dass man diese Vorzüge im eigenen PKW genießen kann, ohne die Umstände des ÖV in Kauf nehmen zu müssen. Bei der Befragung der MIV Benutzer stellten die Autoren fest, dass im Bezug auf den öffentlichen Verkehr immer „worst case“ Szenarien bezüglich der Situationen in den ÖV erwähnt werden. Die Befragten gaben an, der ständigen Überfüllung und dem unhygienischen Milieu entgehen zu wollen und deshalb den PKW wählen. Für ÖV Benutzer steht bei der Benutzung des ÖV vor allem dessen Bequemlichkeit und der Umstand nicht selbst fahren zu müssen im Vordergrund.

#### **4.1.7 Bereitstellung von Information und Werbung**

In diesem Zusammenhang scheinen Anzeigetafeln an denen Verspätungen bzw. Wartezeiten abzulesen sind, die größte Wirkung zu haben. Auch die generelle Versorgung mit Informationen, durch Flugblätter (vgl.[Fuji & Kitamura, 2003]) oder Online-Abfragen der Fahrzeiten, der Bevölkerung und somit potentiellen Kunden haben einen wesentlichen Einfluss

auf das Bild des öffentlichen Verkehrs und deren Möglichkeiten zur Nutzung (vgl. [Taniguchi, 2007]).

## **4.2 Der Einfluss des Fahrpreises innerhalb des ÖV-Systems**

### **4.2.1 Einführung**

Bevor der Nulltarif und etwaige Methoden zur Abschätzung der Auswirkung einer solchen Maßnahme diskutiert werden, soll an dieser Stelle eine Abschätzung des Einflusses des Fahrpreises im ÖV selbst durchgeführt werden. Wie bereits erwähnt, können bestimmte Faktoren des „Quality of Service“ nur schwer gemessen und kaum in Vergleich zum Fahrpreis gestellt werden. In TRB (2004) werden einzelne Attribute mit einer monetären Bewertung versehen. So wird beispielsweise der Bereitstellung eines Abfahrtsplanes an einer Haltestelle ein Wert von 4 bis 10p (Pences) zugeordnet. Einer Echtzeit Anzeigetafel wird eine Bewertung von 4 bis 20p zugeschrieben. Jedoch bleibt die Arbeit nicht konsistent und andere Faktoren wie zum Beispiel Zugangszeiten oder Abfahrtsintervalle werden mit Faktoren zu Fahrtzeit oder Elastizitäten (vgl. Kapitel 6 Elastizitätskonzept) beschrieben. Neben dieser Problematik bleibt auch noch die Schwankungsbreite der angeführten Werte zu beachten. Oft bleibt offen, welcher Wert für welchen Fall verwendet werden soll.

### **4.2.2 Einfluss des Fahrpreises nach Walther (1991)**

Einen anderen Zugang wählte Walther (1991) der über Akzeptanzuntersuchungen die einzelnen Teile einer Wegekette analysiert. „Die einzelnen Reisezeitkomponenten (Fußwegzeiten, Wartezeiten, Fahrzeiten, Parkplatzsuchzeiten, Umsteigezeiten) werden dabei mit unterschiedlichen Bewertungs-(Empfindungs-)funktionen gewichtet. Es sei nachdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich hierbei um zeitabhängige Zeitbewertungsfunktionen und nicht um konstante Zeitbewertungsfaktoren handelt [...]. Erst mit aufwandsabhängigen Funktionen wird die realitätsnahe Formulierung des maßnahmenreagiblen Verkehrswiderstands ermöglicht.“[Walther, 1991] Diese Funktionen wurden aus Befragungen und Literatur abgeleitet. Zwar finden in dieser Betrachtung des Verkehrsmittels Attribute wie Information

oder Marketing keine direkte Berücksichtigung, haben jedoch Einfluss auf die Bewertungs- (Empfindungs-)funktionen und somit auf die Teilstücke eines Weges. Da der Autor den Zugang über die Zeitbewertung wählt, und es sich hierbei in erster Linie um eine subjektive Wahrnehmung handelt, werden indirekt alle wesentlichen Attribute des ÖV berücksichtigt. Demnach formuliert sich die allgemeine Formel, für den Widerstand im ÖV, nach Walther wie folgt:

$$w_{\text{ÖV}} = \underbrace{t_{F_{an}} \cdot ZB_F}_{w_{F_{an}}} + \underbrace{t_W \cdot ZB_W}_{w_W} + \underbrace{\sum t_B}_{w_B} + \underbrace{\sum t_U \cdot ZB_U}_{w_U} + \underbrace{t_{F_{ab}} \cdot ZB_F}_{w_{F_{ab}}} + w_K \quad (I)$$

$w_{\text{ÖV}}$ ..... Widerstand im ÖV	$w_B$ ..... Widerstand der Beförderung
$t_{F_{an}}$ ..... Zugangszeit zur Haltestelle	$t_U$ ..... Umsteigezeit
$ZB_F$ ... Zeitbewertung der Zugangszeit	$ZB_U$ ... Zeitbewertung der Umstiege
$w_{F_{an}}$ ..... Widerstand des Zuganges	$w_U$ ..... Widerstand der Umstiege
$t_W$ ..... Wartezeit	$t_{F_{ab}}$ ..... Abgangszeit von der Haltestelle zum Ziel
$ZB_W$ .. Zeitbewertung der Wartezeit	$w_{F_{ab}}$ ..... Widerstand der Abgangszeit
$w_W$ .... Widerstand des Wartens	$w_K$ ..... Widerstand der Kosten
$t_B$ ..... Beförderungszeit	

Bei den Zeitbewertungsfunktionen im ÖV werden drei verschiedenen Kategorien von Betriebsmitteln unterschieden. Für jede Kategorie, Bus/Straßenbahn, U-/Stadtbahn und S-Bahn, hat Walther (1991) sogenannte Zeitbewertungsfunktionen entwickelt. Für alle Summanden in der Widerstandsfunktion (Formel (I)) wurden durch Walther Zeitbewertungsfunktionen abgeleitet. Alle weiteren Formel die für die folgenden Berechnungen notwendig sind, finden sich im Anhang ab Seite 102.

Die Unterscheidung nach den Betriebsmitteln beruht auf der Überlegung, dass beispielsweise der Weg zu der S-Bahn anders bewertet wird als der Weg zu der U-Bahn. Bei Fußwegen, die sich sehr kurz gestalten, bis ungefähr zwei Minuten, verlaufen die Funktionen im wesentlichen gleich (vgl. Abbildung 8). Bei längeren Fußwegen divergieren die Funktionen voneinander. Die S-Bahn wird, aufgrund ihres regionalen Charakters und der besseren Kenntnisse der Fahrzeiten durch den Fahrgast, besser bewertet als beispielsweise ein städtisches Bussystem.

Da an dieser Stelle nur eine generelle Aussage über den Einfluss des Fahrpreises erreicht werden soll, wurde für die einzelnen Faktoren ein Mittelwert der angeführten Modi ermittelt. Beispielhaft sei hier die Ermittlung des Faktors  $ZB_F$  für  $t_F=1\text{min}$  angeführt.

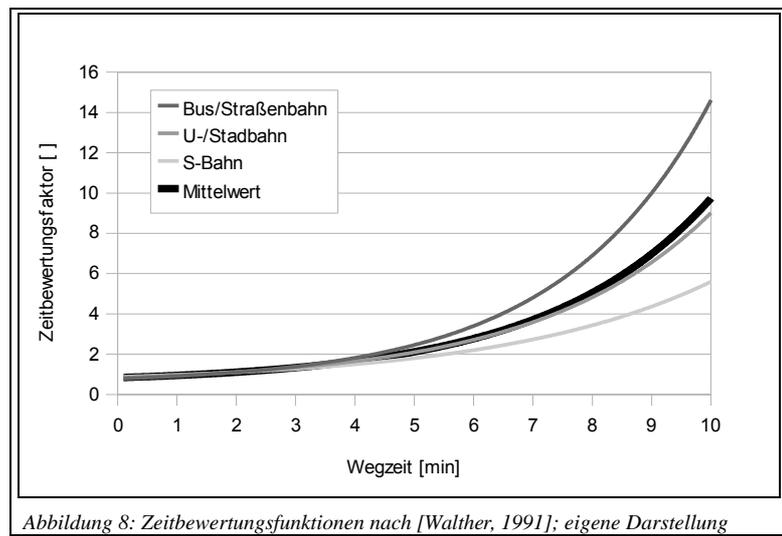
$$\text{Bus / Straßenbahn: } ZB_F = 0,506502 + 0,268792 \cdot e^{0,396047 \cdot t_F} = 0,90591 \quad (\text{II})$$

$$\text{U- / Stadtbahn: } ZB_F = 0,569179 + 0,274495 \cdot e^{0,342636 \cdot t_F} = 0,95585 \quad (\text{III})$$

$$\text{S- Bahn: } ZB_F = 0,573903 + 0,299241 \cdot e^{0,282115 \cdot t_F} = 0,97068 \quad (\text{IV})$$

$$\text{Mittelwert: } ZB_F = 0,549861 + 0,280843 \cdot e^{0,340266 \cdot t_F} = 0,94454 \quad (\text{V})$$

Wie aus Abbildung 8 zu entnehmen ist, herrscht in den unteren Bereichen kaum eine signifikante Differenz zwischen den Bewertungen. Jedoch weisen in den oberen Bereichen die Modi unterschiedlich starke Zuwächse in der Bewertung der Zeit auf. „[...] darin spiegeln sich die unterschiedlichen Qualitätsniveaus der genannten ÖPNV-Mittel wieder. Demnach werden Fußwege zu einer Haltestelle des hochwertigen S-Bahnsystem als weniger unangenehm empfunden als Wege zu einer Bushaltestelle“ [Walther, 1991].



Mittels diesen Funktionen soll für Wien eine Abschätzung des Einflusses des Preises im ÖV durchgeführt werden. Für die Eingangsdaten wurden Zahlen aus Statistiken der Statistik Austria und dem Bericht „Verkehr in Zahlen“ (2007) herangezogen.

#### 4.2.3 Wahl der Parameter und erste Abschätzungen

Das mittlere jährliche Netto Haushaltseinkommen belief sich im Jahr 2006 auf 31.438€/a [Statistik Austria, 2006] welches aufgeteilt auf Monate einem monatlich verfügbaren Haushaltseinkommen von 2.620 Euro entspricht. Die durchschnittliche Tagesweglänge<sup>7</sup> war

<sup>7</sup> die durchschnittliche Tagesweglänge wurde im werktäglichen Personenverkehr ermittelt

1995 in Wien für Männer 87min und für Frauen 76min [VIZ, 2007], somit ergibt sich eine durchschnittliche Tagesweglänge von 81,5min. Die Wiener legten durchschnittlich 3,6 Wege<sup>8</sup> zurück. Diese Zahlen zusammengefügt ergeben eine durchschnittliche Wegdauer pro Weg von ca. 22,5min. Dieser Wert ist von Bedeutung, da er als Richtwert für die Annahmen der Wegdauer im ÖPNV Netz dient.

Als weitere Eingangsparameter müssen Zu-, Warte-, Umsteige-, Abgangszeiten definiert werden. Da diese Werte kaum in Literatur zu finden sind, werden für diese Berechnung Abschätzungen durchgeführt. Für die Zugangszeit wird angenommen, dass ein Weg von 200m zu Fuß zurückgelegt werden muss, dies entspricht bei einer Geschwindigkeit von 4km/h, 3min. Für Warte- und Umsteigezeiten erfolgt die Abschätzung durch eine Auswahl von neun Linien in Wien. Von diesen Linien wurde das kürzeste bzw. längste Intervall im Zeitraum von 7.00Uhr bis 19.00Uhr, werktags, laut Fahrplänen der Wiener Linien erhoben.

Linie	Intervall					
	Werktags		Samstag		Sonntag	
	von	bis	von	bis	von	bis
U2	5	5	5	5	5	5
U3	3	5	5	5	5	5
U6	3	4	3	5	5	8
<b>MW</b>	<b>3,67</b>	<b>4,67</b>	<b>4,33</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
13A	3	6	8	8	7	8
37A	10	10	15	15	15	15
68A	5	10	10	10	7	15
<b>MW</b>	<b>6</b>	<b>8,67</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>9,67</b>	<b>12,67</b>
40	7	8	10	10	10	10
2	6	8	10	10	10	10
9	4	8	8	10	10	10
<b>MW</b>	<b>5,67</b>	<b>8</b>	<b>9,33</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
Gew MW	5,61	7,93	9,39	9,9	9,58	10,36
MW aus Gew MW	<b>6,77</b>		<b>9,64</b>		<b>9,97</b>	

Tabelle 2: Ermittlung der mittleren Warte- bzw. Umsteigezeit

Aus den gewonnen Daten wurden gewichtete Mittelwerte gebildet, die als Eingangsdaten dienen. Die Gewichtung erfolgte über die jeweiligen Längen der angeführten Linien. Nach Walther (1997) wird für die Ermittlung der Wartezeit folgende Formel (VI) angewendet.

$$t_w = 8 \cdot (1 - 1,104625 e^{-0,08518 \cdot t_{fz}}) \quad (VI)$$

Mittels dieser Formel kann aus dem gewichteten Mittelwert (Werktags) der Fahrzeugfolgezeiten ( $t_{fz}$ ) ein Wartezeit von 3,04min errechnet

werden. Dieser Wert wird sowohl als Wartezeit als auch als Umsteigezeit (multipliziert mit der Anzahl der Umstiege) verwendet.

#### 4.2.3.1 Basis Einzelfahrschein

Als letzter Eingangswert muss nun noch der Fahrpreis definiert werden. Hier wird zunächst der Preis eines Einzelfahrscheins gewählt, der sich, am 16.Juli 2008, auf 1,70€ beläuft.

8 3,6 Wege pro mobiler Person

In Tabelle 3 sind die Werte noch einmal zusammengefasst und mit den errechneten Widerständen ergänzt.

Parameter	Eingabewerte	Ausgabewerte	
	Wert	Widerstände absolut [ ]	Widerstände relativ [ ]
Zugangszeit [min]	3	3,99	6%
Wartezeit [min]	3,04	7,7	12%
Summe der Beförderungszeit [min]	9	9	14%
Summe der Umsteigezeiten [min]	3,04	6,3	10%
Abgangszeit [min]	3	3,99	6%
Reisezeit Gesamt [min]	21,08		
Kosten pro Fahrt [€]	1,7	35,27	53%
Netto Haushaltseinkommen [€/Monat]	2620		
<b>Summe Widerstand ÖV</b>		<b>66,24</b>	<b>100,00%</b>

Tabelle 3: Eingabe- und Ausgabewerte zu Widerstand im ÖV; Einzelfahrschein; verwendete Formeln siehe Anhang

#### 4.2.3.2 Basis Jahreskarte

Um ein anderes Bild zu erhalten, werden Parameter verändert. Zunächst soll die Annahme getroffen werden, dass die Kosten einer Fahrt gesenkt werden können. Für einen Kunden des ÖV in Wien ist dies möglich, indem er eine Zeitkarte bezieht. Die Kosten einer Jahreskarte belaufen sich zur Zeit auf 458€<sup>9</sup>. Dies würde einer monatlichen Belastung von 38,17€ entsprechen. Wie bereits erwähnt, werden in Wien durchschnittlich 3,6 Wege pro Tag zurückgelegt. Multipliziert man diese Zahl mit 30<sup>10</sup>, ergibt das eine Zahl von 108 Fahrten. Dieser Wert soll dazu dienen, die Kosten einer Fahrt eines Besitzers einer Jahreskarte zu ermitteln, welche sich somit auf 0,35€ belaufen.

Mit denselben Eingangswerten aus Tabelle 3, jedoch mit reduzierten Kosten pro Fahrt, wird eine erneute Berechnung durchgeführt welche zum rechten Balken in Abbildung 9 führt. Durch die Reduktion des Fahrpreises sinkt, wie auch zu erwarten war, der Einfluss des Fahrpreises am Gesamtwiderstand zur Benutzung des ÖV. Bemerkenswert ist auch, dass der Gesamtwert des Widerstandes  $w_{\text{ÖVges}}$  von 66[WE] auf 38[WE] sinkt. Die Hürde, den ÖV zu benutzen, erweist sich generell als niedriger.

Werden die beiden Balken verglichen, ist der unterschiedliche Einfluss des Preises rasch zu erkennen. Bis auf die Kostenkomponente unterscheidet sich die Zusammensetzung des

<sup>9</sup> Stand 16.Juli 2008; bei monatlicher Abbuchung (zehn mal im Jahr)

<sup>10</sup> Ein Monat wird mit 30 Tagen angenommen

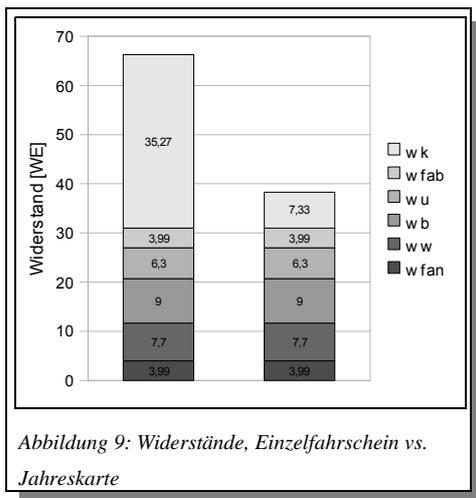


Abbildung 9: Widerstände, Einzelfahrschein vs. Jahreskarte

Gesamtwiderstandes nicht. Die Reduktion der Kosten von 1,7€ auf 0,35€ pro Fahrt, reduziert den Gesamtwiderstand um 28 [WE]. Somit liegt der Widerstand beim Besitz einer Jahreskarte 44% unter dem Niveau welches sich durch den Einzelfahrschein ergibt.

#### 4.2.3.3 Weitergehende Sensitivitätsanalyse

Im Wesentlichen setzt sich der Widerstand aus Komponenten der Zeit und Komponenten der Kosten zusammen. Um eine bessere Aussage über den Einfluss dieser beiden Komponenten zu erlangen, sollen in weiterer Folge diese stark verändert werden. Als Ausgangsszenario werden die Parameter wie in Tabelle 4 angenommen.

Parameter	Eingabewert
Zugangszeit [min]	3
Wartezeit [min]	3
Summe der Beförderungszeiten [min]	12
Summer der Umsteigezeiten [min]	3
Abgangszeit [min]	3
Reisezeit Gesamt [min]	24
Kosten pro Fahrt [€]	1,7
Netto Haushaltseinkommen [€/Monat]	2620

Tabelle 4: Eingangsparameter Sensitivitätsanalyse

Zuerst soll der Preis halbiert bzw. verdoppelt werden. In einem weiteren Schritt soll die Beförderungszeit verdoppelt bzw. halbiert werden. In einem dritten Schritt werden die anderen Zeitkomponenten „restliche Zeit“ verdoppelt bzw. halbiert. Diese Komponenten werden, wie aus Abbildung 8 hervorgeht, nicht wie die Beförderungszeit bewertet. Jene wird stets

mit einem Faktor eins bewertet, die übrigen Komponenten werden hingegen mit steigendem Zeitaufwand wesentlich stärker bewertet<sup>11</sup>. Damit der Auswirkung dieses Umstandes auch Rechnung getragen wird, werden die Faktoren Zu-, Abgangs-, Umsteige und Wartezeit<sup>12</sup> gemeinsam verändert - somit verdoppelt bzw. halbiert.

11 Bei der Ermittlung der Zeitbewertungsfunktionen durch Walther (1991) zeigte sich, dass diese Funktionen einen exponentiellen Verlauf aufweisen.

12 Die Zeitkomponenten Zu-, Ab-, Umsteige- und Wartezeit werden in der Tabelle unter „restliche Zeit“ subsumiert, da sie im Gegensatz zur Beförderungszeit ein exponentielles Wachstum aufweisen.

Zu beachten ist an dieser Stelle, dass die Erhöhung der Beförderungszeit wesentlich stärker ausfällt als die Komponenten der restlichen Zeit. Dies ist durch den einfachen Umstand zu erklären, dass sich die Beförderungszeit nur aus einer Komponente, eben der Beförderungszeit, zusammensetzt. Die restliche Zeit hingegen setzt sich aus vier Komponenten (vgl. Fußnote 12) zusammen.

	Szenario	Kosten [€]	Zeitaufwand [min]	Widerstand [WE]	Veränderung zu Ausgangslage
	Ausgangslage	1,70	24	68,93	0%
halbe	Kosten	0,85	24	51,30	-26%
	Beförderungszeit	1,70	18	62,93	-9%
	restliche Zeit	1,70	18	55,33	-20%
doppelte	Kosten	3,40	24	104,20	51%
	Beförderungszeit	1,70	36	80,93	17%
	restliche Zeit	1,70	36	138,50	101%

Tabelle 5: Sensitivitätsanalyse bei Basis Einzelfahrschein

Wie aus Tabelle 5 zu entnehmen ist, reagieren bei Halbierung der Parameter die Kosten am stärksten. Die Beförderungszeit erweist sich, bei diesem Preisniveau am wenigsten sensitiv. Betrachtet man jedoch die Verdopplung der Parameter, verschieben sich die Sensitivitäten. Zwar bleibt die Beförderungszeit am wenigsten sensitiv, jedoch zeigt sich die restliche Zeit stärker sensitiv als die Kosten. Die Veränderung zur Ausgangslage fallen bei der Verdopplung eines Parameters stärker aus als bei der Halbierung. Da sich Beförderungszeit und Kosten linear Verhalten, jedoch die übrigen Komponenten exponentiell, weisen die Veränderungen in den unteren Bereichen geringere Unterschiede auf als in den oberen Bereichen. In jenen wachsen die exponentiellen Funktionen naturgemäß überproportional, im Vergleich zu den linearen Funktionen, an.

	Szenario	Kosten [€]	Zeit [min]	Widerstand [WE]	Veränderung zu Ausgangslage
	Ausgangslage	0,35	24	40,92	0,00%
halbe	Kosten	0,175	24	37,29	-8,87%
	Beförderungszeit	0,35	18	34,99	-14,49%
	restliche Zeit	0,35	18	27,40	-33,04%
doppelte	Kosten	0,7	24	48,18	17,74%
	Beförderungszeit	0,35	36	52,99	29,50%
	restliche Zeit	0,35	36	110,57	170,21%

Tabelle 6: Sensitivitätsanalyse bei Basis Jahreskarte

Wird von einem tieferen Preisniveau (vgl. Tabelle 6), wie es durch die Jahreskarte erreicht werden kann, ausgegangen, zeigen sich zwei wesentliche Unterschiede. Zum einen reduziert sich der Widerstand in der Ausgangslage von 68,93 [WE] zu 40,92 [WE]. Das allgemeine Widerstandsniveau sinkt demnach. Zum anderen reagieren die betrachteten Parameter im Vergleich zum hohen Preisniveau deutlich anders.

Es erweisen sich die Kosten als am geringsten sensitiv, gefolgt von der Beförderungszeit. Die Komponenten der restlichen Zeit erweisen sich am meisten sensitiv. Augenscheinlich ist die unterschiedliche Auswirkung auf den Widerstand aufgrund von Halbierung bzw. Verdopplung der Parameter in der restlichen Zeit. Bei Verdopplung jener erhöht sich der Widerstand um 170,21% jedoch bei Halbierung reduziert sich dieser -33,04%. Die Asymmetrie der Auswirkungen aller Veränderungen fällt hier am stärksten aus.

#### **4.2.4 Fazit**

In Wien werden zu einem Großteil Dauerkarten im öffentlichen Verkehr bezogen. Nach Angaben der Wiener Linien wurden im Jahr 2007 6% Einzelfahrscheine bezogen und 37,6% Jahreskarten<sup>13</sup> [Wiener Linien, 2007]. Demnach liegen die tatsächlichen durchschnittlichen Kosten näher bei den Annahmen in Tabelle 6 als bei jenen in Tabelle 5. Da die Sensitivität der Kostenkomponente mit fallenden Kosten sinkt, ist auch anzunehmen, dass die Auswirkungen einer weiteren Senkung der Kosten geringer ausfallen, als es durch eine Reduktion der Parameter in der restlichen Zeit (Zu-, Warte-, Umsteige-, Abgangszeit) zur Folge hätte. In Tabelle 6 kann dies bei Halbierung der Parameter gesehen werden. Die Halbierung der Kosten hat in jener Betrachtung den geringsten Einfluss auf den Widerstand.

Da der öffentliche Verkehr auch in Konkurrenz zu den anderen Verkehrsmitteln steht, soll auch eine Betrachtung mit diesen durchgeführt werden. Um dies zu erreichen, können nach Walther (1997) auch die Widerstände für den motorisierten Individualverkehr, Radfahrer und Fußgänger ermittelt werden.

---

<sup>13</sup> Die restlichen Fahrkarten setzen sich aus Schüler-, Wochen-, Monatskarten sowie Kurzzeitnetzkarten und sonstige Netzkarten zusammen.

---

### 4.3 Der Einfluss des Fahrpreises auf den Modal Split

Für eine detailliertere Aussage bezüglich der Kosten im ÖV werden für die Modi PKW, Fußgänger und Radfahrer ebenfalls Widerstandswerte errechnet. Dies erscheint deswegen sinnvoll, da der ÖV immer in Konkurrenz zu den anderen Modi steht und deswegen auch die Kosten in Relation zu den Widerständen der übrigen Modi zu betrachten sind. Würde man die Kosten des ÖV isoliert betrachten, kennt man zwar den Anteil des Einflusses im ÖV, aber eine Aussage über die Auswirkungen des Nulltarifes auf den Modal Split lässt sich nicht treffen.

#### 4.3.1 Widerstände im PKW-Verkehr

Der Widerstand im PKW Verkehr folgt im wesentlichen einem gleichen Schema wie die Ermittlung im ÖV. Der Gesamtwiderstand im Pkw setzt sich demnach nach Walther (1997) wie folgt zusammen:

$$w_{PKW} = \underbrace{(t_{F_{an}} \cdot ZB_{F_{an}} + t_B \cdot ZB_{F_{ab}} + t_{F_{ab}} \cdot ZB_{F_{ab}} + t_{ps} \cdot ZB_{ps})}_{\text{Widerstand der Zeit}} \cdot ZB_{MIV} + \underbrace{w_{bet} + w_{tr} + w_{pk}}_{\text{Widerstand der Kosten}} \quad (VII)$$

$w_{PKW}$  ... Widerstand im PKW Verkehr       $t_{ps}$  ..... Parkplatzsuchzeit  
 $t_{F_{an}}$  ..... Zugangszeit zum Parkplatz       $ZB_{ps}$  ..... Zeitbewertungsfaktor der Parkplatzsuchzeit  
 $ZB_{F_{an}}$  ... Zeitbewertungsfaktor der Zugangszeit  $ZB_{MIV}$  ..... Zeitbewertungsfaktor MIV gegenüber ÖV  
 $t_B$  ..... Beförderungszeit       $w_{bet}$  ..... Widerstand der Betriebskosten  
 $t_{F_{ab}}$  ..... Abgangszeit vom Parkplatz zum Ziel  $w_{tr}$  ..... Widerstand der Treibstoffkosten  
 $ZB_{F_{ab}}$  .... Zeitbewertungsfaktor der Abgangszeit  $w_{pk}$  ..... Widerstand der Parkkosten

#### 4.3.2 Widerstand Radfahrer und Fußgänger

Im Radverkehr lässt sich der Widerstand nach Formel VIII errechnen. Die Koeffizienten a und b sind dabei abhängig von der jeweiligen Topographie einer Stadt. Die Entfernung geht mit dem Koeffizienten x ein.

$$w_{RF} = a + b \cdot x^2 \quad (VIII)$$

Aus dieser Formel lässt sich ablesen, dass der Widerstand für den Radfahrverkehr nur durch die Entfernung und die vorhandene Topographie bestimmt wird. An dieser Stelle soll gleich vorweg erwähnt werden, dass die Koeffizienten in deutschen Städten ermittelt wurden. Bei den ersten Berechnungen konnten im Vergleich zu den Erhebungen aus Verkehr in Zahlen 2007 [VIZ, 2007] für den Radverkehr keine Befriedigenden Ergebnisse ermittelt werden. Während aus der Erhebung hervorgeht, dass der Radverkehr in Wien einen Anteil von drei Prozent [VIZ,

2007] aufweist, kann dies nicht berechnet werden. Der Radverkehr errechnet nicht sich im Mittel nach Walther (1997) stets höher als 6,8%. Grund dafür dürften die Parameter a und b (vgl. Anhang ab Seite 102) sein, die die Topographie in Wien nur ungenügend beschreiben. Aus diesem Grund werden in weiterer Folge die Radfahrer und Fußgänger in einer gemeinsamen Kategorie (Nichtmotorisierte) geführt.

Der Widerstand bei den Fußgängern ist zu guter Letzt nur noch von der Entfernung abhängig. In der Veröffentlichung von Walther (1997) sind zu der Entfernung 0,5 Kilometer und zu jedem vollen Kilometer von 1 bis 12 Widerstände angegeben. Die Widerstände bei einem Fußweg steigen mit Länge der Entfernung überproportional an. Die Attraktivität fällt respektive stark mit der Entfernung ab.

### 4.3.3 Ermittlung des Modal Split

Um aus den errechneten Widerständen einen Modal Split zu generieren, empfiehlt Walther (1997) sich dem Kirchhoff'schen Verteilungsgesetztes zu bedienen. In angepasster Formulierung kann der Modal Split beispielsweise für den ÖV nach Formel IX berechnet werden. Nach demselben Schema kann auch der Modal Split für die anderen Modi errechnet werden.

$$MS_{\text{ÖV}} = \frac{\frac{1}{w_{\text{ÖV}}}}{\frac{1}{w_{\text{ÖV}}} + \frac{1}{w_{\text{PKW}}} + \frac{1}{w_{\text{RF}}} + \frac{1}{w_{\text{FG}}}} \quad (\text{IX})$$

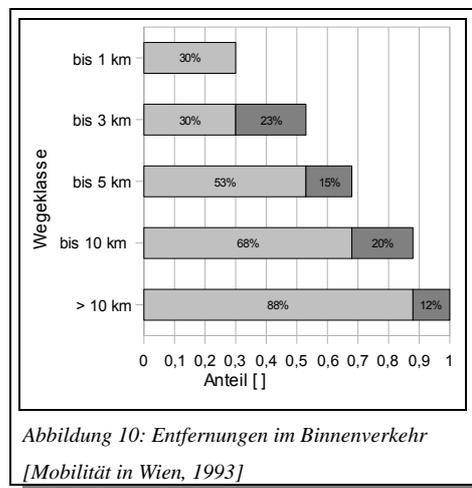
Alle für die weiteren Berechnungen relevanten Formeln befinden sich im Anhang auf Seite 102.

### 4.3.4 Kalibrierung der Werte alpha ÖV und alpha MIV

Um eine Berechnung des Modal Split durchführen zu können, ist es zunächst notwendig diverse Parameter zu kalibrieren. Zu diesem Zweck ist es erforderlich Zielwerte zu definieren. Als Zielwert kann im Prinzip jeder beliebige Parameter herangezogen werden, der in irgendeiner Form empirisch belegt ist. Für die Aufgabenstellung erscheint es zweckmäßig, die Berechnung auf den Modal Split abzustimmen. Dieser ist auch deswegen sehr gut geeignet, da er in diversen Untersuchungen erhoben wurde und deswegen auch gut abgesichert ist.

Der hier verwendete Modal Split beläuft sich auf 34% ÖV, 36% MIV, 3% Radfahrer und 27% Fußgänger [VIZ, 2007]. Diese Werte dienen als Zielwerte. Da, wie bereits weiter oben erwähnt, für den Radfahrverkehr keine guten Werte ermittelt werden können, werden sie in den Berechnungen nicht extra ausgewiesen und mit den Fußgängern unter der Kategorie „Nichtmotorisierte“ zusammen gefasst. Dieser Kategorie fallen demnach 30% zu.

Um die Kalibrierung weiter zu verfeinern, wurde der Modal Split für vier Wegekassen berechnet. Diese Wegekassen wurden mit Rücksicht auf eine weitere Erhebung der Stadt Wien, durchgeführt von Socialdata [Mobilität in Wien, 1993], gewählt. In dieser Erhebung wurde der prozentuale Anteil der Wege für eben diese Wegekassen erhoben. Die Wegekassen wurden in dieser Erhebung in Wege bis einen, drei, fünf und zehn Kilometer unterteilt. Die Aufteilung ist aus Abbildung 10 ersichtlich. Demnach sind 30% der Wege unter einem Kilometer und 53% der Wege unter drei Kilometern. Subtrahiert man die erste Wegekasse von der zweiten, ergibt dies 23%. Demnach befinden sich 23% der Wege zwischen einem und drei Kilometern. Da für die letzte Wegekasse keine genauere Aufschlüsselung bekannt ist und sie mit 12% eine nicht allzu gravierende Rolle spielt, wurde sie außer Acht gelassen. Die anderen Wegekassen wurden dementsprechend aufgewertet.



Die Aufteilung in Wegekassen ist vor allem deswegen wichtig, da die einzelnen Modi bei verschiedener Entfernung auch unterschiedlich stark genutzt werden. Verständlicherweise werden die Fußgänger bei Wegen bis einen Kilometer einen wesentlich höheren Anteil aufweisen als bei Wegen bis 10km. Für einen genauere Analyse wird auf Kapitel 5.7 verwiesen.

### 4.3.5 Eingangsparameter

Die Eingangsparameter für den ÖV werden für die erste Abschätzung wie in Tabelle 7 angenommen. Nach Pfaffenbichler (2003) kann der mittlere Abstand zu einer Haltestelle in Wien zu 194m errechnet werden. Ein weiterer Parameter, der noch zu definieren blieb, war die Geschwindigkeit im ÖV. Diese wurde aus Kneworthy (2001) entnommen und beläuft sich auf 24,86km/h.

Mit den Formeln, die im Anhang ab Seite 102 angeführt sind, werden die folgenden Berechnungen durchgeführt. Insbesondere sollen an dieser Stelle die Formeln (XX) sowie die Formeln (XXV), (XXVI) und (XXVII) betrachtet werden.

$$w_k = \frac{\text{Kosten/Fahrt}}{\alpha_{\text{ÖV}} \cdot E} \quad (\text{XX})$$

$$w_{\text{bet}} = \frac{\text{Betriebskosten} \cdot L}{\alpha_{\text{Betr.}} \cdot E \cdot B} \quad (\text{XXV})$$

$$w_{\text{tr}} = \frac{\text{Verbrauch} \cdot \text{Preis/l} \cdot \text{Reiseweite}}{\alpha_{\text{tr}} \cdot E \cdot B} = \frac{\text{Verbrauch} \cdot \text{Preis/l} \cdot \text{Reiseweite}}{\alpha_{\text{Betr.}} \cdot E \cdot B} \quad (\text{XXVI})$$

$$w_{\text{pk}} = \frac{\text{Kosten/Parkvorgang}}{\alpha_{\text{Park}} \cdot E \cdot B} = \frac{\text{Kosten/Parkvorgang}}{0,769 \cdot \alpha_{\text{Betr.}} \cdot E \cdot B} \quad (\text{XXVII})$$

Diese Formeln sind für die Ermittlung der Kostenkomponenten im ÖV (XX) und im PKW Verkehr (XXV) bis (XXVII) heranzuziehen. In den folgenden Schritten soll der Versuch unternommen werden, die angeführten Werte  $\alpha_{\text{ÖV}}$  und  $\alpha_{\text{Betr.}}$  (zuständig für die Kosten im PKW Verkehr) so zu kalibrieren, dass der Modal Split aus Verkehr in Zahlen 2007 berechnet werden kann. Walther (1991) hat diese Werte in seiner Arbeit zu  $\alpha_{\text{ÖV}}=0,17$  und  $\alpha_{\text{Betr.}}=0,43$  berechnet. Die alpha Werte beschreiben eine „Bereitschaft gegenüber den Preisen“ die durch Benutzer des ÖV bzw. des PKW bezahlt werden würden.

#### Erste Berechnung unter den gegebenen Rahmenbedingungen und den alpha Werten aus Walther (1991)

Mit den Eingangsparametern aus Tabelle 7 wurde eine erste Berechnung, mithilfe der Formeln im Anhang, durchgeführt. Die Ergebnisse deckten sich nicht mit jenem Modal Split, der aus den Erhebungen hervorgeht. Der Modal Split berechnete sich zu 27% ÖV, 51% PKW und 27% Nichtmotorisierte (Radfahrer plus Fußgänger). Für die Kalibrierung durch „Microsoft Excel -

Solver“ gilt es die Abstandsquadrate<sup>14</sup> zu minimieren. Unter den angeführten Bedingungen und den alpha Werten nach Walther (1991) ergibt sich das Abstandsquadrat zu  $3,51 \cdot 10^{-2}$ .

Zugangsweg zu Pkw [m]	50	geschätzt
Abgangsweg von Pkw zu Ziel [m]	50	geschätzt
Zugangsweg zu ÖV [m]	194	Pfaffenbichler, 2003
Abgangsweg von ÖV zu Ziel [m]	194	Pfaffenbichler, 2003
Parkplatzsuchzeit [min]	3	geschätzt
Annahme v für PKW [m/h]	28	Kneworthy, 2001
Annahme v im ÖV [km/h]	24,86	Kneworthy, 2001
Annahme v für Nichtmotorisierte [km/h]	4	geschätzt
Alpha MIV [ ]	0,43	Walther, 1997
Fahrten pro Monat	108	VIZ07
Haushaltseinkommen/Monat [€{Monat}]	2620	Statistik Austria
Kosten Parken [€/Jahr]	135	Stadt Wien*
Kosten ÖV [€/Monat]	38,17	Wiener Linien, 2007
Kosten Treibstoff [€/l]	0,82	Eurostat, 2003
Besetzungsgrad [Personen/PKW]	1,2	Knoflacher, 2007
* <a href="http://www.wien.gv.at/amtshelfer/wirtschaft/mba/parkpickerl.html">http://www.wien.gv.at/amtshelfer/wirtschaft/mba/parkpickerl.html</a>		

Tabelle 7: Eingangsparameter für Kalibrierung der Waltherfunktionen

#### **Anmerkung zu Kosten des Parken in Wien**

Wie aus Tabelle 7 entnommen werden kann, wurden die Kosten des Parkens zu 135€/Jahr angenommen. Dies bedeutet monatliche Kosten von 11,25€/Monat. Tatsächlich gilt dies jedoch nur für Bewohner und Gewerbetreibende in den inneren Bezirken (Bezirke eins bis neun und 20) Wiens. Nur jene Gruppen sind berechtigt ein „Parkpickerl“ zu erwerben. Alle übrigen Personen, die ihr KFZ in den inneren Bezirken parken wollen, dürfen maximal 2,0 Stunden parken. Für diese Zeit ist eine Gebühr von 2,4€ zu entrichten. Theoretisch könnten jene Benutzer, unter Annahmen von 108 Parkvorgängen, somit 259,2€/Monat maximal ausgeben. Ein Dauerparken ist für diese Gruppen nur in privaten Parkgaragen möglich. Hier Schwanken die Preise zwischen 936€/Jahr und 3.615€/Jahr (Erhebung der Arbeiterkammer; online am 24.09.2008 unter [wien.arbeiterkammer.at/pictures/d60/TabelleParkgaragen2007.pdf](http://wien.arbeiterkammer.at/pictures/d60/TabelleParkgaragen2007.pdf)).

In den restlichen Bezirken (mit Ausnahme eines kleinen Teils im 15ten Bezirk) ist parken gratis. Berechnet man zu den alpha Werten aus Walther (1991) die Kosten für das Parken ergeben sich die Kosten zu 173€/Monat.

Für die Berechnungen, die hier unternommen werden, wurden die erwähnten 11,25€/Monat als Grundlage gewählt Die Parkkostenkomponente im PKW Verkehr ist demnach nur bedingt aussagekräftigt. Die hier getroffene Annahme erscheint dem Autor am sinnvollsten.

<sup>14</sup> Der Solver wurde so konfiguriert, dass die Summe der Abstandsquadrate des Modal Split zu minimieren waren. Das Abstandsquadrat wurde zu  $(\text{Sollwert} - \text{Istwert})^2$  errechnet.

### Zweite Berechnung, Kalibrierung der alpha Werte mithilfe des Modal Split aus Verkehr in Zahlen 2007

Wie oben angeführt, führen die angenommenen alpha Werte nicht zu dem gewünschten Modal Split. Um den in Abbildung 11 dargestellten Modal Split zu erreichen, wird eine Minimierung der Abstandskvadrat mithilfe des MS-Solver durchgeführt. Mit den Annahmen aus Tabelle 7 kann, nach der Kalibrierung der alpha Werte, der gewünschte Modal Split errechnet werden. Die Werte  $\alpha_{\text{ÖV}}$  und  $\alpha_{\text{Betr.}}$  ergeben sich zu  $\alpha_{\text{ÖV}}=0,08456$  und  $\alpha_{\text{Betr.}}=0,13259$ . Das Abstandskvadrat ergibt sich zu  $2,755 \cdot 10^{-14}$ . Diese Werte wurden für die folgenden Berechnungen herangezogen.

#### 4.3.6 Berechnung des Modal Split und Betrachtung der Teilwiderstände

Unter den getroffenen Annahmen aus Tabelle 7, den Werten  $\alpha_{\text{ÖV}}=0,08456$  sowie  $\alpha_{\text{Betr.}}=0,13259$  aus der durchgeführten Kalibrierung, kann zunächst jener Modal Split generiert werden, der auch aus den Erhebungen der Stadt Wien hervorgegangen ist. Dieser Modal Split ist in der Abbildung 11 zu sehen.

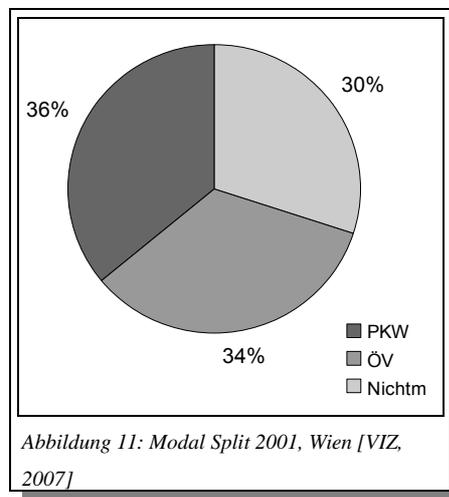


Abbildung 11: Modal Split 2001, Wien [VIZ, 2007]

Um den Einfluss der Kosten im ÖV besser darstellen zu können, wird in Abbildung 12 nach Modi bzw. Art der Widerstände unterschieden. Diese Abbildung stellt die erwähnten Widerstände für die Wegekategorie bis 1 km dar. Wie aus Abbildung 12 abgelesen werden kann, sind sowohl der Widerstand der Zeit und der Kosten im ÖV am höchsten. Dem PKW Verkehr wird weniger als die Hälfte an Widerständen zugeschrieben. Den geringsten Widerstand in dieser Klasse weisen, wie auch zu erwarten war, die Fußgänger auf.

Errechnet man nach dem Kirchhoff'schen Verteilungsgesetz den Anteil am Modal Split für die Fußgänger in dieser Wegekategorie, ergibt dieser 53%. In der Wegekategorie bis 10km spielt der Fußgängerverkehr nur noch eine unbedeutende Rolle. Die Fußgänger erhalten in jener Wegekategorie einen Anteil am Modal Split von 0,18%. Der Fußgänger Anteil ist in der untersten Wegekategorie, verglichen an den anderen Modi sehr hoch, jedoch stellt diese Wegekategorie nur 30% aller Wege dar.

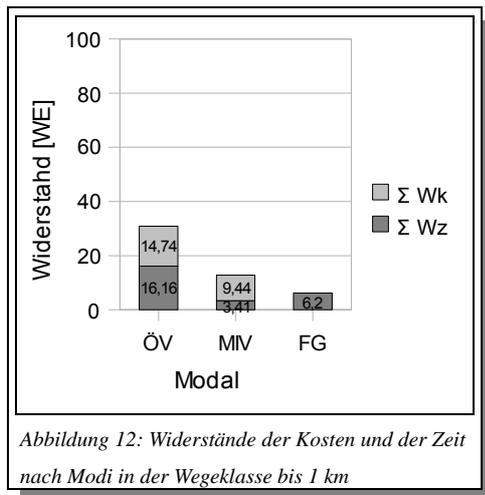


Abbildung 12: Widerstände der Kosten und der Zeit nach Modi in der Wegekategorie bis 1 km

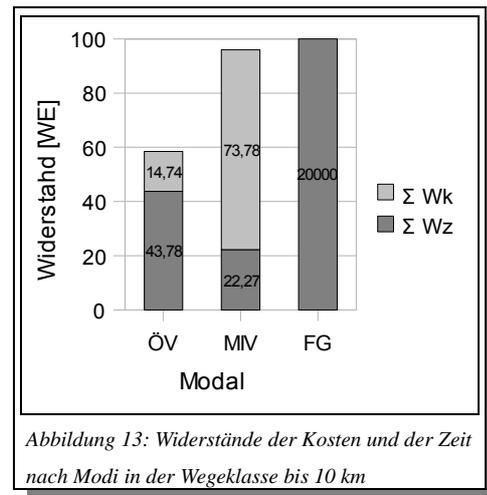


Abbildung 13: Widerstände der Kosten und der Zeit nach Modi in der Wegekategorie bis 10 km

In Abbildung 12 sind die Widerstände für drei Modi in der Wegekategorie bis 1 km zu sehen. Vergleicht man dazu Abbildung 13, ist zu sehen wie unbedeutend die Rolle des Fußgängerverkehrs wird. In der unteren Wegekategorie weisen diese nur einen Gesamtwiderstand von 6,2 [WE] auf während in der höchsten Wegekategorie dieser auf 20.000[WE] anwächst. Vergleicht man die Widerstände der Kosten (Wk), ist zu sehen, dass in den unteren Wegekategorien die Widerstände der Kosten im ÖV höher liegen als bei dem MIV. In der letzten Wegekategorie, bis zehn Kilometer verhält es sich jedoch umgekehrt. Die Widerstände der Kosten nehmen im PKW Verkehr mit der Wegelänge wesentlich zu. Betrachtet man die Zahlen genauer, so lässt sich errechnen, dass sich die Widerstände der Kosten (Wegekategorie bis 10km) im ÖV zu jenen im PKW im Verhältnis 1 zu 5,01 befinden. Tatsächlich übersteigen die Widerstände der Kosten bereits in der Wegekategorie bis drei km im PKW Verkehr jene im ÖV. Die Kosten im ÖV bleiben über alle Wegekategorien konstant, da innerhalb Wiens mit einem gültigen Fahrschein<sup>15</sup> jedes Ziel, möglichst direkt, angefahren werden kann. Im PKW-Verkehr sind die Kosten hingegen stets abhängig von der zurückgelegten Wegelänge.

Naturgemäß treten bei Fußgängern keine Widerstände der Kosten auf.

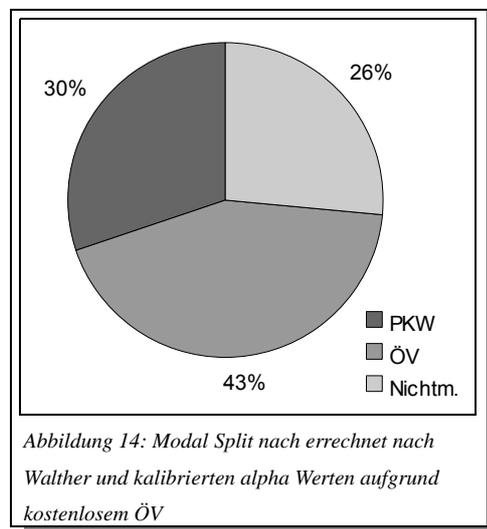
Mit den Widerständen der Zeit verhält es sich ähnlich wie mit jenen der Kosten. Durch den Faktor  $ZB_{MV}$  in der Berechnung des Widerstandes im PKW-Verkehr werden die Komponenten des Widerstandes der Zeit mit zunehmender Länge stärker bewertet. So wird dieser Faktor in der Wegekategorie bis 1km zu 0,33 berechnet. In der Wegekategorie bis 10km beläuft sich dieser Wert

<sup>15</sup> In diesem Fall diene als Basis eine Jahreskarte. Obwohl unter Einfluss eines Einzelfahrscheins der Widerstand der Kosten im ÖV steigen würde, behält die generelle Aussage bezüglich des konstanten Widerstandes der Kosten im ÖV, ihre Gültigkeit.

auf 0,76. Die verbrachte Zeit im Verkehrssystem wird bei letzterer Klasse demnach mehr als doppelt so stark bewertet als in der untersten Wegekategorie.

#### 4.3.7 Berechnung des Modal Split und Betrachtung der Teilwiderstände - Nulltarif

In einem weiteren Berechnungsschritt wurden die Kosten im öffentlichen Verkehr auf null gesetzt. Dieses Szenario entspricht demnach einem kostenlosen ÖV, welches einen Modal Split wie in Abbildung 14 liefert. Wie zu erwarten war, nimmt der ÖV wesentlich zu. In der Ausgangslage kam dieser auf 34% und erhöht sich durch den Nulltarif auf 42%. Der PKW-Verkehr reduziert sich von 36% auf 31% und die Nichtmotorisierten reduzieren sich von 30% auf 27%. Durch den Nulltarif wird somit nicht nur der Anteil im PKW-Verkehr reduziert, sondern auch jener der Nichtmotorisierten, obwohl diese keine Kostenkomponenten enthalten. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass durch das Kirchoff'sche Verteilungsgesetz der gesamte Widerstand (Kosten und Zeit) berücksichtigt wird. Aus diesem Grund sinkt das Gesamtniveau der Widerstände, wodurch auch Modi beeinflusst werden die per se keine Kostenkomponenten aufweisen.



## 5 MARS

### 5.1 Einführung

Um die Auswirkungen auf die verschiedenen Verkehrsmodi abschätzen zu können, werden mit dem am Institut für Verkehrsplanung, durch Dr. Paul Pfaffenbichler entwickelten dynamischen Model MARS, zwei Szenarien entwickelt. Zum einen wird ein Szenario „Do Nothing“ generiert, welches die Entwicklung ohne Maßnahmen prognostizieren soll. Zum anderen wird ein „Nulltarif“ Szenario generiert, welches, wie der Name schon sagt, einen Nulltarif im öffentlichen Verkehr berücksichtigt.

Die beiden Szenarien werden für eine Periode von 30 Jahren berechnet. Die Eingangsparameter wurden durch Pfaffenbichler bestimmt und beziehen sich auf das Jahr 2003. Demnach ist das erste Jahr der Prognose 2003 und wird in der Datenausgabe als Jahr 0 bezeichnet. Bis in das Jahr vier liefern die beiden Szenarien gleiche Werte. Erst im fünften Jahr der Prognose wird eine Maßnahme, in diesem Fall der Nulltarif im öffentlichen Verkehr, wirksam. Ab diesem Zeitpunkt unterscheiden sich, wie oben erwähnt, die Ergebnisse der beiden Szenarien.

### 5.2 Kurzbeschreibung des Modells

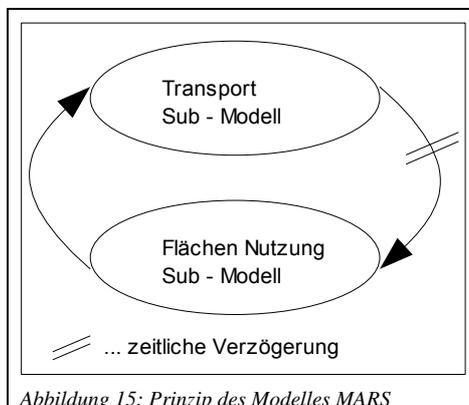


Abbildung 15: Prinzip des Modelles MARS

„Das aggregierte, integrierte, dynamische Flächennutzungs- und Verkehrsmodell MARS (Metropolitan Activity Relocation Simulation) wurde als Kernstück eines Systems zur Beurteilung der Nachhaltigkeit entwickelt. Die zugrundeliegende Hypothese ist, dass Städte selbstorganisierende Systeme sind und daher die Prinzipien der Synergetik zur Beschreibung des kollektiven Verhaltens anwendbar sind.“ [Pfaffenbichler, 2008].

Dem Prinzip nach kombiniert MARS zwei Arten von Modellen. Zum einen verwendet es ein Verkehrserzeugungsmodell, zum anderen ein Flächennutzungsmodell. Diese beiden Modelle interagieren mit einer zeitlichen Verzögerung. Auf dem höchsten Niveau der Aggregation zeigt sich das Modell wie in Abbildung 15.

### 5.3 Verkehrserzeugungsmodell

(teilweiser Auszug aus [Pffaffenbichler, 2008])

Das Transportmodell ist in 51 Zellen aufgeteilt die je zueinander eine Quell-Ziel-Verbindung aufweisen. Die Zellen 1 bis 23 entsprechen den Wiener Gemeindebezirken. Die Zellen 24 bis 51 umfassen Teile von Niederösterreich sowie des nördlichen Burgenlandes. In der Wahl der Verkehrsmittel wird zwischen drei Modi unterschieden. Diese sind PKW-Verkehr, öffentlicher Verkehr und nicht motorisierte Verkehrsteilnehmer – ein Aggregat aus Radfahrern und Fußgänger.

Es werden zwei verschiedene Wegezwecke unterschieden: „Arbeit“ und „Andere“. Vereinfachend werden nur Quell – Ziel Gruppen mit dem Wohnstandort als Quelle oder Ziel berücksichtigt. Dadurch verringert sich deren Zahl auf vier:

- Wohnung – Arbeit
- Arbeit – Wohnung
- Wohnung – Andere
- Andere – Wohnung

Im Modell werden diese möglichen Quell- Ziel Verbindungen als Sequenzen angenommen. Demnach werden durch MARS zwei verschiedene Sequenzen verwendet, die sich wie folgt bilden:

- Wohnung – Arbeit – Wohnung
- Wohnung - Andere – Wohnung

Diese Sequenzen werden in der Datenausgabe einheitlich als „Touren“ bezeichnet. Diese Bezeichnung wird im Folgenden auch für die Betrachtung der Ergebnisse verwendet. Eine Tour besteht somit aus zwei Wegen. Dies ist vor allem für die in Kapitel 5.8 unternommene Betrachtung von Relevanz, da dort Kilometerleistungen betrachtet werden.

Jede Zelle im Verkehrserzeugungsmodell kann somit mit jeder anderen Zelle interagieren. Für die Berechnung der Touren im Verkehrserzeugungsmodell wird die Herangehensweise nach Walther verwendet. Wie bereits unter Kapitel 4.2.2 beschrieben, wurden durch Walther Bewertungs-(Empfindungs-)funktionen ermittelt aus denen funktionsabhängige Zeitbewertungsfaktoren ermittelt werden können. In weiterer Folge können Widerstände für die einzelnen Modi ermittelt werden, woraus die Verteilung der Touren ermittelt werden kann.

## 5.4 Flächennutzungsmodell

„Das Flächennutzungsmodell besteht aus einem Bewohner und Arbeitsplatz-Standort-Modell. Diese Sub-Modelle benutzen im wesentlichen LOGIT oder Gravitationsfunktionen. [...] Die Standort Modelle bestehen aus vier weiteren Sub-Modellen: ein Entwicklungsmodell, ein Ansiedlungsmodell, ein Absiedlungsmodell und ein Angebot/Nachfrage Verteilungs Modell. Das erste modelliert die Entwicklung der Bausubstanz, während die anderen Modelle die Aktivitäten Haushalte und Unternehmen simulieren.“<sup>16</sup> [Pfaffenbichler, 2008]

Für die im Zusammenhang mit dem Nulltarif getroffenen Betrachtungen ist das Flächennutzungsmodell nur insofern von Relevanz, als dass es ein Bestandteil von MARS ist.

## 5.5 Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Wie bereits erwähnt, umfasst MARS im Modell einen wesentlich größeren Teil als für die Betrachtung relevant ist. In Abbildung 16 ist im hellgrau hinterlegten Bereich zu sehen, wie weit sich das gesamte Untersuchungsgebiet ausdehnt. Für den hier unternommenen Modelllauf sind im Wesentlichen nur die Zellen eins bis 23 von Relevanz. Diese Zellen entsprechen den 23 Wiener Gemeindebezirken. Für den Modelllauf werden in diesen Zellen die Kosten für den

---

<sup>16</sup> eigene Übersetzung

öffentlichen Verkehr null gesetzt. Die umliegenden Zellen (24 bis 51) profitieren demnach nicht von der Maßnahme.

In Wien sind alle Verkehrsbetriebe unter dem Verkehrsverbund Ost-Region vereint. Durch diese Situation herrscht eine einheitliche Tarifstruktur vor, die es wesentlich erleichtert die öffentlichen Verkehrsmittel zu benutzen. Mit einem gültigen Fahrschein für Wien können alle öffentlichen Verkehrsmittel innerhalb Wiens benutzt werden, egal welchen Unternehmen sie angehören. Sobald die Stadtgrenze von Wien überschritten wird muss nach den jeweiligen Tarifbestimmungen ein weiterer Fahrschein gelöst werden.



Abbildung 16: gesamtes Modellgebiet von MARS

Im Verkehrsverbund Ost-Region vereinen sich die Wiener Linien, österreichische Bundesbahnen (ÖBB), Badner Bahn und Postbus. Die wichtigste Rolle für Wien kommt in diesem Verbund den Wiener Linien zu. Sie betreiben einen Großteil der Busse, alle Straßenbahnen und die U-Bahnen. Die ÖBB verwalten und betreiben die Schnellbahnen. Die Badner Bahn ist eine regionale Vororte Linie, die vom Zentrum Wiens in den Süden führt. Den Postbussen kommt auch ein überregionaler Charakter zu. Die Bedeutung der beiden letzten Unternehmen ist für diese Betrachtung nicht von Relevanz. Außerhalb dieses Verkehrsverbundes, aber in Wien operierend, befindet sich der City Airport Train (CAT). Dieser Zug verbindet das Zentrum Wiens mit dem Flughafen Wien-Schwechat. Auch diese Verbindung ist für die Betrachtung durch MARS nicht von Bedeutung.

Verkehrsmittel	Linienlänge	Anzahl der Linien	Haltestellen	mittlerer Haltestellenabstand
U-Bahn	65,1	5	90	765,8
Straßenbahn	227,3	32	1.128	393,0
Bus	669,1	83	3.341	400,5

*Tabelle 8: Betriebsangaben der Wiener Linien, 2007. [Wiener Linien, 2007]*

Wie bereits erwähnt wird der öffentliche Verkehr durch die Wiener Linien bestimmt, weshalb hier eine kleine Übersicht über deren Verkehrsmittel gegeben werden soll. Die gesamte Linienlänge der Wiener Linien beträgt 961,5 km. Insgesamt werden 4.559 Haltestellen betrieben die von 120 Linien bedient werden. Wie sich die Aufteilung zu den einzelnen Verkehrsmittel zuteilt, ist aus Tabelle 8 zu entnehmen. Im Jahr 2007 wurden von den Wiener Linien 793 Mio. Fahrgäste transportiert. Das entspricht 2,17 Mio. Fahrgäste täglich [Wiener Linien, 2007].

Eine wichtige Rolle kommen in Wien den Schnellbahnen, bezüglich der Verbindungen der Bahnhöfe und den früheren Vorstädten, zu. Das gesamte Schnellbahnsystem umfasst 382 km und führt in die umliegenden Gemeinden von Wien. 106 km des Netzes sind in Wien selbst vorzufinden. Im Jahr 2004 wurden mittels den Schnellbahnen täglich 280.000 Fahrgäste befördert. Insgesamt werden 137 Haltestellen betrieben wovon sich 51 in Wien befinden<sup>17</sup>.

Für den PKW-Verkehr stehen in Wien 2800 Straßenkilometer zur Verfügung. Von diesem Netz sind 51 km Autobahnen und Schnellstraßen<sup>18</sup>.

Für Radfahrer stehen in 1.000 Kilometer ausgewiesene Radwege zur Verfügung<sup>19</sup>

---

<sup>17</sup> online bezogen am 21.08.2008 unter <http://www.schnellbahn-wien.at/allgemein/intro.htm>

<sup>18</sup> online bezogen am 03.09.2008 unter <http://www.wien.gv.at/verkehr/strassen/fakten/zahlen.html>

<sup>19</sup> online bezogen am 03.09.2008 unter <http://www.magwien.gv.at/verkehr/radfahren/radnetz/index.html>

## 5.6 Ergebnisse

### 5.6.1 Gegenüberstellung der Szenarien „Nulltarif“ und „Do Nothing“

#### 5.6.1.1 Öffentlicher Verkehr

##### a.) Gesamt

Im Jahr 2003, welches im Modell dem Jahr Null entspricht, werden täglich 684.100 Touren/d unternommen. Im Jahr vier, dem Jahr vor Einführung der Maßnahme, belaufen sich die täglichen Touren auf 667.600.

Im Szenario „Do Nothing“ setzt sich der Trend, der sich in den ersten vier Jahren der Modellierung abzeichnet, weiter fort. Wie aus Tabelle 9 zu entnehmen ist, reduzieren sich die Touren im ÖV vom Jahr null bis in das Jahr vier von 684.100 auf 667.600 Touren/d. In den Jahren sechs bis 30 reduziert sich die Anzahl der zurückgelegten Touren schließlich von 662.122 auf 603.400 Touren/d. Das aus diesen Zahlen generierte Wachstum über die gesamte Berechnungsperiode, d.h. vom Jahr null bis zum Jahr dreißig, beläuft sich im Mittel auf -0,42% (min= -1,36% und max= -0,14%). Um eine vergleichbare Wachstumsrate zu der Periode nach der Einführung des Nulltarifes zu erhalten, wird für die Zeit vom Jahr sechs bis zum Jahr 30 für das „Do Nothing“ Szenario eine Wachstumsrate generiert. Wie sich zeigt, beläuft sich diese auf -0,39% (min= -0,56% und max= -0,21%).

Nach Einführung des Nulltarifes im Jahr fünf erhöht sich die Anzahl der absolvierten Touren im ÖV schlagartig um 244.300 auf 911.900 Touren. Dies entspricht einer relativen Veränderung im Vergleich zum Vorjahr von +36,60%. In den folgenden Jahren fällt das Wachstum wieder signifikant geringer aus. In den Jahren 6 bis 30 wird eine jährliche Zuwachsrate im Mittel von -0,39% (min= -0,60% und max= -0,22%) prognostiziert. Somit ergeben sich für das Jahr 30 826.000 Touren/d. Gemessen am Niveau des Jahres vor der Einführung des Nulltarifes ergibt dies eine Steigerung von 24%. Gemessen am Jahr fünf, dem Jahr der Einführung der Maßnahme, bedeutet dies einen Rückgang um -85.500 Touren, welche einer relativen Reduktion von -9,42% entspricht.

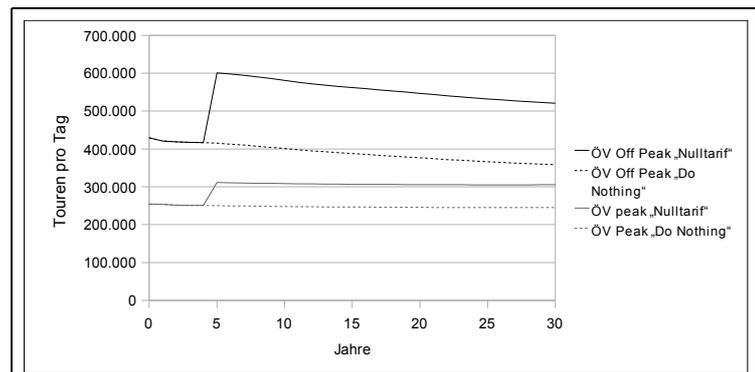


Abbildung 17: Entwicklung ÖV im Vergleich zu „DO Nothing“

Um ein detaillierteres Bild zu erhalten werden die ermittelten Zahlen weiter in Peak<sup>20</sup> und Off-Peak<sup>21</sup> unterschieden (vgl. Abbildung 17). Diese Betrachtung erscheint sinnvoll, da zum einen die Anzahl der Bewegungen im Off-Peak absolut betrachtet erheblich höher liegen als im Peak und zum anderen auch die relativen Werte voneinander abweichen.

#### b.) Peak

Im Jahr vier werden im Peak 250.700 Touren/d unternommen. Durch die gesetzte Maßnahme erhöht sich diese Zahl im Jahr fünf auf 310.900 Touren/d. Im Vergleich zu der Betrachtung oben fällt der Zuwachs im Jahr fünf geringer aus und beläuft sich auf 24,01%, oder in absoluten Zahlen auf 60.200 Touren/d. Der Mittelwert des Wachstums in den Jahren sechs bis 30 beläuft sich auf -0,07% (min= -0,19% und max= +0,05%) und liegt somit über dem Mittelwert in der gesamten Betrachtung.

Der Mittelwert des Wachstums im Szenario „Do Nothing“ beläuft sich auf -0,08% (min= -0,23% und max= +0,04%). Im Szenario „Nulltarif“ bewegt sich die Anzahl der absolvierten Touren im Mittel 24,44% über jenen des Szenarios „Do Nothing“. Die Schwankungsbreite liegt hier nur zwischen 24,26% und 24,56%. In absoluten Zahlen bedeutet dies, dass durch den Nulltarif während der Peak Periode zwischen 60.000 und 60.700 Touren/d mehr absolviert werden. Wie auch im Szenario „Do Nothing“ weist auch das Szenario „Nulltarif“ im Mittel ein negatives Wachstum auf. Eine Ausnahme bildet nur das Jahr in dem der Nulltarif eingeführt wird (vgl. Abbildung 17).

<sup>20</sup> Peak=Stoßzeit. In dieser Periode werden in MARS Arbeitswege und Schulwege angenommen

<sup>21</sup> Off-Peak= außerhalb der Stoßzeiten; MARS geht von der Annahme aus, dass während dieser Periode andere Wegezwecke als Arbeitswege der Grund für Ortsveränderungen sind.

c.) *Off-Peak*

Vor Einführung der Maßnahme werden im Jahr vier 416.900 Touren/d absolviert, die sich im Jahr fünf auf 601.000 Touren/d erhöhen. Die relative Veränderung von Jahr vier zu Jahr fünf ergibt sich im Off-Peak zu +44,18%. Dies entspricht in diesem Fall einer Zahl von 184.100 gewonnenen Touren pro Tag. Der Mittelwert des Wachstums in den Jahren sechs bis 30 beläuft sich auf -0,57% (min= -0,84% und max= -0,38%). Trotz Einführung des Nulltarifes wird ein Rückgang im ÖV Off Peak prognostiziert. Vergleicht man diese Entwicklung mit der Entwicklung in „Do Nothing“ ist zu sehen, dass auch hier ein Rückgang zu verzeichnen ist. Wie auch im Peak unterscheiden sich die beiden Szenarien im wesentlichen nur durch den Zuwachs im Jahr fünf.

Das Wachstum im „Do Nothing“ Szenario fällt auch hier negativ aus und berechnet sich zu -0,59% (min= -0,81% und max= -0,38%). Die Differenz („Nulltarif“ - „Do Nothing“) bewegt sich zwischen 162.400 und 186.000 Touren/d und zeigt eine fallende Tendenz in den Jahren sechs bis 30. Demnach tendieren die beiden Szenarien dazu, sich über den Prognosezeitraum wieder anzugleichen. Die Werte im Szenario „Nulltarif“ liegen im Mittel +45,10% (min= +44,77 und max= +45,34%) über „Do Nothing“.

	Absolutzahlen Touren/d		Zuwachs Jahr 4 zu 5	Wachstum Jahr 6 bis 30		
	Jahr vier	Jahr fünf		MW	MIN	MAX
Gesamt						
Nulltarif	667.576	911.927	36,60%	-0,39%	-0,60%	-0,22%
Do Nothing	667.576	665.221	-0,35%	-0,39%	-0,56%	-0,21%
Peak						
Nulltarif	250.713	310.903	24,01%	-0,07%	-0,19%	0,05%
Do Nothing	250.713	250.202	-0,20%	-0,08%	-0,23%	0,04%
Off Peak						
Nulltarif	416.863	601.025	44,18%	-0,57%	-0,84%	-0,38%
Do Nothing	416.863	415.020	-0,44%	-0,59%	-0,81%	-0,38%
Differenz „Nulltarif minus „Do Nothing“				MW rel.	Von	Bis
Gesamt				37,01%	222.605	246.706
Peak				24,44%	60.031	60.713
Off Peak				45,10%	162.389	186.005

Tabella 9: Übersicht MARS Ergebnisse im ÖV

### 5.6.1.2 PKW-Verkehr

#### a.) Gesamt

Zu Beginn der Berechnung, im Jahr null welches 2003 entspricht, werden täglich 712.200 Touren zurückgelegt. Diese Zahl erhöht sich bis zum Jahr vier auf 733.700 Touren/d (vgl. Tabelle 10).

Im „Do Nothing“ Szenario setzt sich jener Trend, der sich in den ersten vier Jahren beobachten ließ weiter fort. In den Jahren sechs bis dreißig wachsen diese Zahlen weiter an. Sie belaufen sich auf 745.200 Touren/d im Jahr sechs und steigen bis in das Jahr 30 auf 853.700 Touren/d. Dies entspricht einem mittleren Wachstum von +0,58% (min= +0,15% und max= +0,82%).

Durch den Einfluss des Nulltarifes reduzieren sich die täglichen Touren im Jahr fünf auf 709.800 Touren/d. Dies bedeutet eine Reduktion im PKW Verkehr von täglich 33.900 Touren im Vergleich zum Jahr vier. Gemessen an diesem entspricht dies einen Abfall der Touren von -3,26%. In den folgenden Jahren setzt sich jedoch der beobachtbare Trend der ersten fünf Jahre fort. Im Szenario „Nulltarif“ nehmen die absolvierten Touren, durch den PKW Verkehr, ab dem Jahr sechs wieder zu. In diesem Jahr werden 715.100 Touren/d absolviert. Die Anzahl der täglichen Bewegungen erhöht sich bis in das Jahr 30 auf 824.300 Touren/d. Daraus lässt sich ein mittleres Wachstum für die Jahre sechs bis 30 von +0,60% (min= +0,50% und max= +0,74%) generieren. Wie zu sehen ist, übersteigt die Prognose für das Jahr 30 den prognostizierten Wert vom Jahr vier. Tatsächlich wird dieser Wert bereits im zehnten Jahr, demnach fünf Jahre nach Einführung des Nulltarifes, überschritten.

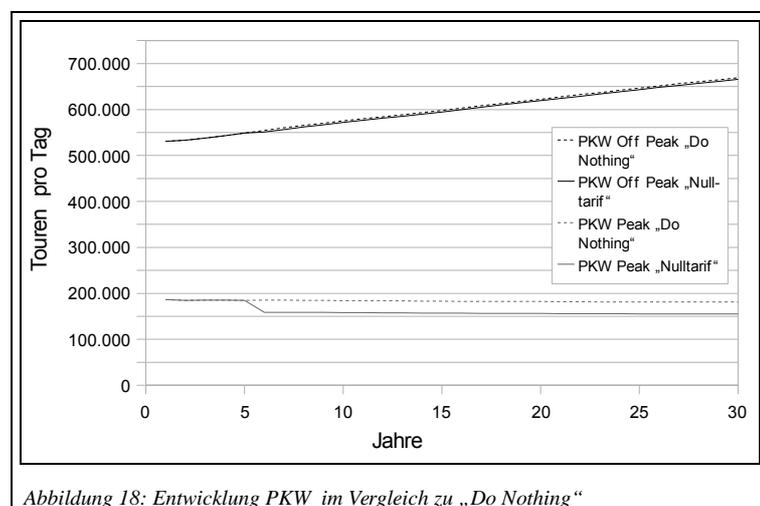


Abbildung 18: Entwicklung PKW im Vergleich zu „Do Nothing“

Durch die gesetzte Maßnahme können im PKW Verkehr im Jahr fünf 29.900 Touren („Nulltarif“ minus „Do Nothing“) pro Tag eingespart werden. Im Laufe der folgenden Jahre ist hier kaum eine Veränderung zu beobachten. Im Jahr 30 beträgt diese Differenz immer noch 29.400 Touren/d.

*b.) Peak*

Im Jahr vier werden im Peak 184.700 (vgl. Tabelle 10) Touren/d zurückgelegt. Ohne Maßnahme („Do Nothing) zeigt sich in den Jahren sechs bis 30 ein mittleres, leicht negatives, Wachstum von -0,09% (min= -0,20% und max= +0,04%) der täglich absolvierten Touren. Es werden im Jahr fünf 184.900 Touren/d zurückgelegt und im Jahr dreißig 180.800 Touren/d. Somit kann eine Reduktion von 4.100 Touren/d verzeichnet werden.

Im Szenario „Nulltarif“ kann durch die Maßnahme ein erheblicher Rückgang der absolvierten Touren verzeichnet werden. Gemessen am Niveau des Jahres vier reduzieren sich die täglich absolvierten Touren im Jahr fünf um -14,19%. In den Jahren sechs bis dreißig setzt sich der Trend der ersten fünf Jahre fort. Die Anzahl der Touren von 158.600 im Jahr sechs reduziert sich auf 154.900 Touren/d im Jahr dreißig. Somit lässt sich für diese Periode ein mittleres Wachstum von -0,09% (min= -0,19% und max= +0,07%) errechnen. Augenscheinlich fällt das Wachstum in den Jahren sechs bis 30 in beiden Szenarien gleich aus.

Die Differenz „Nulltarif“ minus „Do Nothing“ schwankt in dieser Periode von -26.400 bis -25.900 Touren/d. Die durchschnittliche absolute Reduktion der PKW Touren in den Jahren fünf bis dreißig kann demnach zu -26.000 Touren/d berechnet werden. Dessen Pendant im ÖV beläuft sich auf 60.300 Touren/d. Im Mittel liegt die Anzahl der täglichen Touren im Szenario „Nulltarif“ -14,27% unter jenem des Szenarios „Do Nothing“.

*c.) Off Peak*

Im Jahr vier werden im Off Peak täglich 549.900 Touren (vgl. Tabelle 10) pro Tag zurückgelegt. Im „Do Nothing“ Szenario wird durch MARS ein Wachstum in den Jahren sechs bis dreißig von +0,77% (min= 0,58% und max= +0,97%) generiert. Die Anzahl der zurückgelegten Touren im

Jahr fünf beläuft sich auf 554.820 Touren/d und erhöht sich bis in das Jahr dreißig auf 672.875 Touren/d.

Selbst durch den Nulltarif im ÖV kann im Pkw Verkehr, während der Off Peak Periode, kaum ein Rückgang in der Anzahl der zurückgelegten Touren verzeichnet werden. Im Jahr vier werden 549.000 Touren/d absolviert, die sich auf 551.300 Touren/d erhöhen. In den folgenden Jahren sechs bis dreißig erfährt der PKW Verkehr ein Wachstum, welches im Mittel +0,78% (min= +0,59% und max= +0,99%) beträgt. Dieses Wachstum lässt die Anzahl der zurückgelegten Wege im Jahr sechs, welche sich auf 556.500 Touren/d belaufen, bis in das Jahr 30 auf 669.400 Touren/d anwachsen.

Die Anzahl der absolvierten Touren liegt im Szenario „Nulltarif“ im Mittel -0,57% unter jenen vom Szenario „Do Nothing“. In absoluten Zahlen bedeutet dies, dass in ersterem Szenario zwischen -3.800 und -3.100 Touren/d weniger zurückgelegt werden. Die Auswirkung des Nulltarifes im ÖV fällt in dieser Betrachtung am geringsten aus. Wie in Abbildung 18 zu sehen ist unterscheiden sich die Kurven während der Off Peak Periode kaum voneinander. Die Reduktion durch den Nulltarif gegenüber dem Szenario „Do Nothing“ ist nicht von großer Bedeutung.

	Absolutzahlen Touren/d		Zuwachs Jahr 4 zu 5	Wachstum Jahr 6 bis 30		
	Jahr vier	Jahr fünf		MW	MIN	MAX
Gesamt						
Nulltarif	733.690	709.796	-3,26%	0,60%	0,47%	0,75%
Do Nothing	733.690	739.736	0,82%	0,57%	0,50%	0,74%
Peak						
Nulltarif	184.711	158.495	-14,19%	-0,09%	-0,19%	0,07%
Do Nothing	184.711	184.916	0,11%	-0,09%	-0,20%	0,04%
Off Peak						
Nulltarif	548.979	551.301	0,42%	0,78%	0,59%	0,99%
Do Nothing	548.979	554.820	1,06%	0,77%	0,58%	0,97%
Differenz „Nulltarif“ minus „Do Nothing“				MW rel.	Von	Bis
Gesamt				-3,71%	-30.073	-29.129
Peak				-14,27%	-26.421	-25.902
Off Peak				-0,57%	-3.774	-3.146

Tabelle 10: Übersicht MARS Ergebnisse im PKW Verkehr

### 5.6.1.3 Nichtmotorisierte

#### a.) Gesamt

Wie auch in den Modi PKW und ÖV gibt es in den ersten fünf Jahren der Berechnung zwischen den Szenarien „Nulltarif“ und „Do Nothing“ keinen Unterschied. Im Jahr null werden bei den Nichtmotorisierten 601.100 Touren/d zurückgelegt. Bis in das Jahr vier reduziert sich die Anzahl der zurückgelegten Wege auf 588.000 Touren/d.

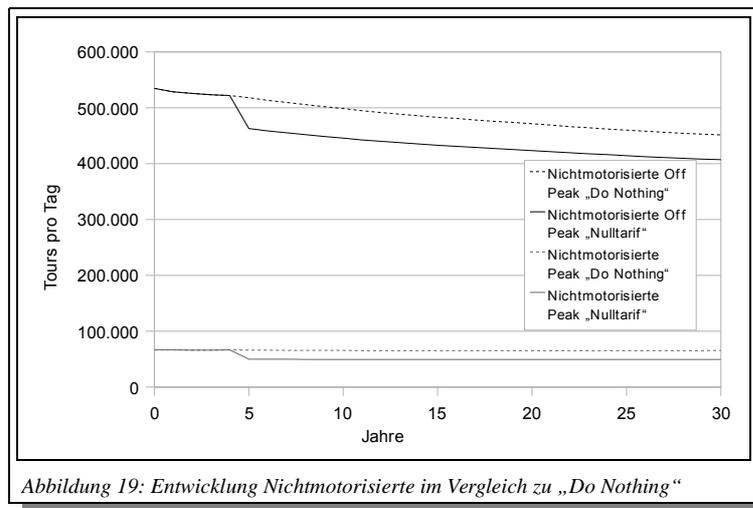


Abbildung 19: Entwicklung Nichtmotorisierte im Vergleich zu „Do Nothing“

Bis in das Jahr dreißig reduziert sich die Anzahl der Touren im Szenario „Do Nothing“ weiter auf 516.500 Touren/d. Dies entspricht einer Reduktion der absolvierten Touren vom Jahr null bis in das Jahr dreißig um 84.600 Touren/d. Das Wachstum in den Jahren sechs bis dreißig beläuft sich auf -0,49% (min= -0,81% und max= -0,27%).

Durch Einführen der Maßnahme Nulltarif im ÖV reduziert sich die Anzahl der absolvierten Wege im Jahr fünf auf 512.700 Touren/d. Im Vergleich zum Jahr vier entspricht dies einer Reduktion um -12,80% welche einen Verlust von 75.300 Touren/d darstellt. In den folgenden Jahren reduzieren sich die täglich absolvierten Touren bis auf 456.600 Touren/d im Jahr dreißig. Diese Reduktion entspricht einem mittleren Wachstum in den Jahren sechs bis dreißig von -0,46% (min= -0,80% und max= -0,23%).

b.) *Peak*

Im Jahr vier werden mit den Nichtmotorisierten im Peak 66.300 Touren/d zurückgelegt. Im Wesentlichen entspricht dies auch jener Zahl an Touren, die im Jahr null zurückgelegt wurden. Im Szenario „Do Nothing“ kann eine stetige Reduktion vom Jahr sechs bis in das Jahr dreißig der absolvierten Bewegungen beobachtet werden. Im Jahr sechs werden 66.000 Touren/d absolviert. Bis zum Jahr dreißig reduziert sich diese Zahl auf 65.400 Touren/d. Diese Reduktion kann in einem mittleren Wachstum von -0,05% (min= -0,33% und max= +0,10%) ausgedrückt werden.

Erst durch die Einführung des Gratis ÖV kann eine erhebliche Veränderung beobachtet werden. Im Jahr fünf fällt die Anzahl der täglich absolvierten Touren auf 50.100 Touren/d ab. Dies entspricht einer Reduktion von -16.200 Touren/d, oder in anderen Worten einem Rückgang von -24,42%, im Vergleich zum Vorjahr. Ab dem sechsten Jahr der Modellierung bis zum dreißigsten Jahr gibt es keine signifikante Veränderung der Zahlen. Das mittlere Wachstum ergibt sich zu, wie im Vergleichsszenario, -0,05% (min= -0,32% und max= +0,10%).

Die Differenz „Nulltarif“ minus „Do Nothing“ schwankt in den Jahren fünf bis dreißig zwischen -16.100 und -15.800 Touren/d. Somit liegt die Anzahl der absolvierten Touren im Szenario „Nulltarif“ im Mittel -24,30% unter jenen aus dem Szenario „Do Nothing“.

c.) *Off Peak*

Die Anzahl der unternommenen Touren im Off Peak übersteigt jene derer im Peak um einen Faktor 7,9<sup>22</sup> und zeigt dadurch den höchsten Unterschied von allen Modalitäten auf. Im Jahr vier werden im Off Peak 521.700 Touren/d unternommen. Gegenüber dem Jahr null ist hier ein leichter Rückgang zu beobachten, da in jenem Jahr 534.700 Touren/d zurückgelegt wurden (vgl. Tabelle 11). Im Szenario „Do Nothing“ zeichnet sich im Off Peak ein stetiger Rückgang der zurückgelegten Bewegungen ab. Während im Jahr null noch 534.700 Touren täglich unternommen wurden, entwickelt sich diese Zahl bis in das Jahr sechs auf 513.400 Touren/d. In den weiteren Jahren geht die Anzahl der absolvierten Bewegungen auf 451.100 Touren/d

---

<sup>22</sup> berechnet im Jahr vier.

zurück. In den Jahren sechs bis dreißig lässt sich ein Wachstum von -0,55% (min= -0,80% und max= -0,33%) errechnen.

Durch die Einführung des Nulltarifes sinkt die Anzahl der zurückgelegten Touren im Jahr fünf, während des Off Peak, auf 462.600 Touren/d. Dies entspricht einem relativen Rückgang von -11,32%. Im Jahr sechs werden 458.700 Touren/d zurückgelegt. Bis in das Jahr dreißig reduziert sich die Anzahl der zurückgelegten Touren weiter auf 407.100 Touren/d. Dieser Rückgang kommt einem mittleren Wachstum von -0,51% (min= -0,85% und max= -0,28%) gleich.

Fasst man Peak und Off Peak zusammen, schwankt die Differenz „Nulltarif“ minus „Do Nothing“ zwischen -71.500 und -59.900 Touren/d. Ersteres Szenario liegt somit im Mittel -11,95% unter jenen Werten, die in letzterem Szenario errechnet wurden. Die mittlere Differenz fällt im Peak höher aus als im Off Peak. Im Peak liegt die Anzahl der zurückgelegten Touren, im Szenario „Nulltarif“, im Mittel -24,30% unter dem Vergleichsszenario. Im Off Peak fällt dieser Wert vergleichsweise gering aus und beläuft sich auf -10,26%.

	Absolutzahlen Tours/d		Zuwachs Jahr 4 zu 5	Wachstum Jahr 6 bis 30		
	Jahr vier	Jahr fünf		MW	MIN	MAX
Gesamt						
Nulltarif	587.971	512.729	-12,80%	-0,46%	-0,80%	-0,23%
Do Nothing	587.971	584.214	-0,64%	-0,49%	-0,81%	-0,27%
Peak						
Nulltarif	66.317	50.124	-24,42%	-0,05%	-0,32%	0,10%
Do Nothing	66.317	66.268	-0,07%	-0,05%	-0,33%	0,10%
Off Peak						
Nulltarif	521.654	462.605	-11,32%	-0,51%	-0,85%	-0,28%
Do Nothing	521.654	517.946	-0,71%	-0,55%	-0,80%	-0,33%
Differenz „Nulltarif“ minus „Do Nothing“				MW rel.	Von	Bis
Gesamt				-11,95%	-71.486	-59.931
Peak				-24,30%	-16.145	-15.775
Off Peak				-10,26%	-55.341	-44.038

Tabelle 11: Übersicht MARS Ergebnisse bei den Nichtmotorisierten

#### 5.6.1.4 Zusammenfassung Vergleich „Nulltarif“ - „Do Nothing“

Der Zuwachs der durch die gesetzte Maßnahme im Szenario „Nulltarif“ errechnet wurde, fällt, wie erwartet, dem öffentlichen Verkehr zu. Es kann ein Zuwachs im Jahr fünf im Vergleich zum Szenario „Do Nothing“ von +36,60% verzeichnet werden. Dies entspricht 246.700 Touren/d. Im Mittel befindet sich die Anzahl der absolvierten Touren im ÖV +37,01% über dem Vergleichsszenario. Der PKW-Verkehr nimmt im Mittel um -3,71% ab. Dieser Rückgang wird

vor allem im Peak verzeichnet. Während der Off Peak Periode kann im PKW-Verkehr kaum ein Rückgang verzeichnet werden. Der Nulltarif scheint auf diese Verkehrsteilnehmer nur eine geringe Auswirkung zu haben. Bei den Nichtmotorisierten befindet sich das Szenario „Nulltarif“ im Mittel -11,95% unter jenem des „Do Nothing“. Im Vergleich der beiden Szenarien ist ersichtlich, dass im Jahr fünf durch die Nichtmotorisierten 71.500 Touren/d und durch den PKW Verkehr 29.900 Touren/d weniger zurückgelegt werden. Zusammen verlieren diese Modi 101.400 Touren/d, wodurch der Zuwachs im ÖV von 246.700 Touren/d offensichtlich nicht erklärt werden kann. Demnach muss ein sehr hoher Teil der Fahrgäste neu geschaffen worden sein. Diesem Umstand wird sich später Kapitel 5.6.2.2 widmen.

Abgesehen von den signifikanten Sprüngen der täglich zurückgelegten Touren im Jahr der Einführung des Gratis-ÖV, kann keine Veränderung der allgemeinen Trends beobachtet werden. Die Wachstumsraten zeigen sich im Szenario „Nulltarif“ in den Jahren sechs bis dreißig im Wesentlichen gleich wie im Vergleichsszenario.

Peak und Off Peak weichen in allen Modi stark von den täglichen Durchschnittswerten ab. Bei dem öffentlichen Verkehr können die größeren Veränderungen im Off Peak beobachtet werden. Hier liegt die Anzahl der Touren im Off Peak 45,10% und im Peak 24,44% über jenen des Szenarios „Do Nothing“. Bei PKW und Nichtmotorisierten ist die Veränderung jedoch im Peak größer als im Off Peak. Es kann im PKW Verkehr im Peak eine Reduktion im Mittel von -14,27% und im Off Peak von -0,57%, gegenüber dem Szenario „Do Nothing“ gesehen werden. Bei den Nichtmotorisierten fallen diese Werte höher aus. Im nichtmotorisierten Verkehr wurde während des Peak eine Reduktion von -24,30%, und im Off Peak von -10,26% errechnet.

Augenscheinlich führt der Nulltarif zu einer Vermehrung der zurückgelegten Wege im öffentlichen Verkehr. In den Modi PKW und Nichtmotorisierte kann ein Rückgang verzeichnet werden, wobei die Auswirkungen bei den Nichtmotorisierten größer zu sein scheint, als jene im PKW-Verkehr. Wie sich die Verlagerung im Detail gestaltet soll im nächsten Kapitel näher betrachtet werden.

## 5.6.2 Vertiefung der Ergebnisse aus Szenario „Nulltarif“

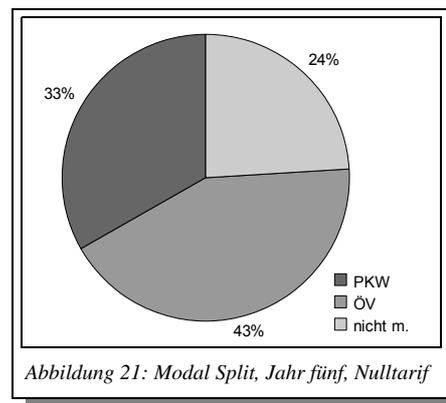
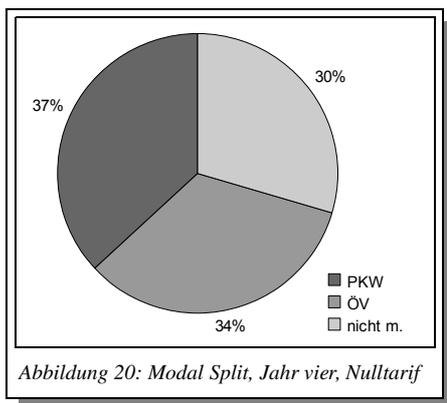
### 5.6.2.1 Übersicht

In Tabelle 12 sind die generellen Veränderungen der verschiedenen Modi zu sehen. Wie bereits oben erwähnt ist im ÖV ein Anstieg zu verzeichnen, während PKW und nichtmotorisierte Benutzer verlieren. Den stärksten Rückgang verzeichnen die nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmer. In dieser Kategorie wird ein Rückgang von 75.200 Touren/d verzeichnet.

	Mode	Jahr vier [Touren/d]	Jahr fünf [Touren/d]	Veränderung relativ	Veränderung absolut
Wien Bez. 1 bis 23	ÖV	667.576	911.927	36,60%	244.351
	PKW	733.690	709.796	-3,26%	-23.895
	Nichtm.	587.971	512.729	-12,80%	-75.242

Tabelle 12: Gegenüberstellung der Jahre vier und fünf von Szenario „Nulltarif“

Betrachtet man den Modal Split (siehe Abbildung 20 und Abbildung 21) ist klar zu erkennen, dass im Jahr vor der Einführung des Nulltarifes dem PKW Verkehr der Vorzug gegeben wurde. Im Jahr vier werden im PKW Verkehr 37%, im ÖV 34% und den Nichtmotorisierten 30% verzeichnet. Durch die gesetzte Maßnahme kann der ÖV wesentliche Gewinne verzeichnen, wodurch sich der Modal Split zugunsten dessen verschiebt. Somit können im Jahr fünf für den Pkw Verkehr 33%, ÖV 43% und Nichtmotorisierten 24% zugeteilt werden.



Der ÖV selbst steigt im Vergleich zum Jahr vier um 36,60% im Jahr fünf an. In den folgenden Jahren wird der erste Anstieg von +36,60% nicht mehr erreicht. Vielmehr reduziert sich bis in

das Jahr dreißig der ÖV, im Vergleich zum Jahr fünf, um -9,42%. Im Jahr dreißig werden somit 826.000 Touren/d absolviert. Im PKW Verkehr wird nur anfänglich ein Rückgang der täglichen Touren errechnet. Zunächst reduziert sich die Anzahl der zurückgelegten Touren um -3,26%. In den folgenden Jahren weist der PKW Verkehr ein kontinuierliches Wachstum auf. Im nicht-motorisierten Verkehr fällt die Reaktion auf den Nulltarif stärker aus. Durch die Maßnahme wird im Jahr fünf ein Rückgang der zurückgelegten Touren um -12,80% errechnet. In den folgenden Jahren erfährt dieser Modal einen weiteren Rückgang. Bis in das Jahr dreißig reduzieren sich die täglich absolvierten Touren um weitere -10,94%. Die beschriebene Entwicklung der Modi ist in Abbildung 22 zu sehen.

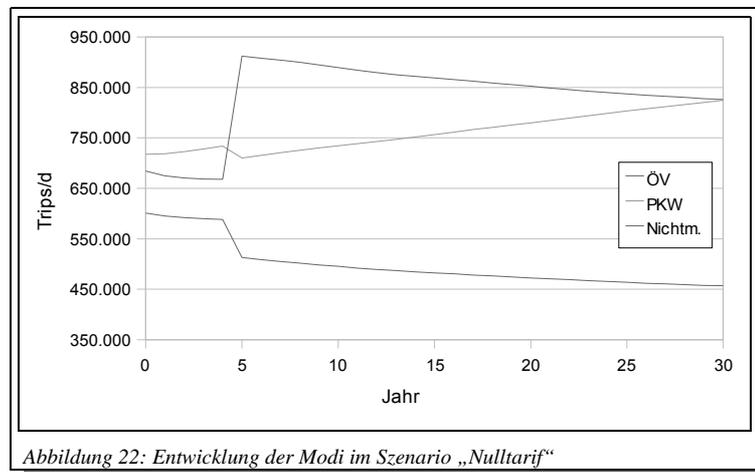


Abbildung 22: Entwicklung der Modi im Szenario „Nulltarif“

### 5.6.2.2 Exkurs Zuwachs im ÖV

Aus Tabelle 12 geht hervor, dass der Zuwachs im ÖV nicht nur durch den Schwund im PKW-Verkehr und den nichtmotorisierten Verkehr zu erklären ist. Generell können zwei Ursachen für ein Wachstum der Anzahl der zurückgelegten Touren identifiziert werden. Zum einen werden durch das Bevölkerungswachstum mehr Wege zurückgelegt und zum anderen wird angenommen, dass durch die Einführung des Nulltarifes sich die Anzahl der zurückgelegten Touren erhöht. Eine genauere Betrachtung der Verlagerungen soll an dieser Stelle zunächst für gesamt Wien getrennt nach Peak und Off Peak unternommen werden.

Im Peak verlieren PKW und Nichtmotorisierte zusammen 42.400 Touren/d. Der Zuwachs im ÖV beträgt jedoch 60.200 Touren/d. Somit entsteht eine Diskrepanz von 17.800 Touren/d, deren Zusammensetzung zunächst nicht bekannt ist.

Vergleicht man nun die Summe der täglich absolvierten Touren vom Jahr vier mit jenen vom Jahr fünf (Szenario „Nulltarif“), zeigt sich, dass im Jahr fünf 17.800 Touren/d mehr unternommen wurden. Die triviale Lösung wäre, jene Touren direkt dem ÖV anzurechnen. Es ist jedoch anzunehmen, dass sich Wachstum und Verlagerung in den einzelnen Modi überlagern, somit die direkt entnommenen Werte nur ein verzerrtes Bild wider geben. Um ein genaueres Bild zu erhalten werden Wachstumsraten vom Jahr vier zum Jahr fünf aus dem Szenario „Do Nothing“ verwendet. Diese Wachstumsraten werden im Szenario „Nulltarif“ angewendet, damit die Differenz der unterschiedlichen Zuwächse gezeigt werden kann.

Im Szenario „Do Nothing“ werden im Jahr vier 356 Touren/d mehr zurückgelegt als im Jahr fünf. Dieser Rückgang teilt sich den Modi wie folgt zu: -512 ÖV, +205 PKW und -50 Nichtmotorisierte. In relativen Zahlen würde das ein Wachstum in den Modi zum Jahr vier wie folgt bedeuten: -0,20% ÖV, +0,11% PKW und +0,07% Nichtmotorisierte.

Nimmt man nun diese Wachstumsraten heran und multipliziert im Szenario „Nulltarif“ die Anzahl der zurückgelegten Touren aus dem Jahr vier, können daraus die Veränderungen aufgrund des Wachstums ohne Nulltarif abgeschätzt werden. Bereinigt man mit den gewonnenen Zahlen die Veränderung im Jahr fünf, die wie oben beschrieben durch den Nulltarif beeinflusst sind, erhält man den tatsächlichen Verlust/Gewinn an täglich zurückgelegten Touren. In einer mathematischen Formulierung kann dies wie in Formel (X) beschrieben werden.

$${}^B V_{i(t)} = V_{i(t)} \left( \underbrace{\frac{T_{i(t)}^{DN} - T_{i(t-1)}^{DN}}{T_{i(t-1)}^{DN}}}_{\text{Wachstum aus DN}} \cdot T_{i(t)}^{NT} \right) \quad (X)$$

„V“ steht für die Veränderung im jeweiligen Mode. Der links stehende Exponent „B“ zeigt die bereinigte Veränderung an. „T“ steht für die Touren, wobei der Index „i“ für das Verkehrsmittel steht und „t“ für das Jahr. Der Exponent „DN“ steht für das Szenario „Do Nothing“ und „NT“ für das Szenario „Nulltarif“.

---

Da sich in den beiden Szenarien ab dem Jahr vier sich die Summe aller Touren unterschiedlich entwickelt, muss auch diese Differenz berücksichtigt werden. Wie sich bei Betrachtung der Zahlen zeigt, werden im Szenario „Nulltarif“ in Summe mehr Touren absolviert als im Referenzszenario. Es wird angenommen, dass diese generierten Touren auf die Maßnahme zurückzuführen sind. Im Weiteren werden diese Touren als „induzierte“ Touren (Erklärung siehe Kasten) bezeichnet und dem ÖV zugerechnet.

**Hintergrund „induzierter Verkehr“ während der PEAK PERIODE**

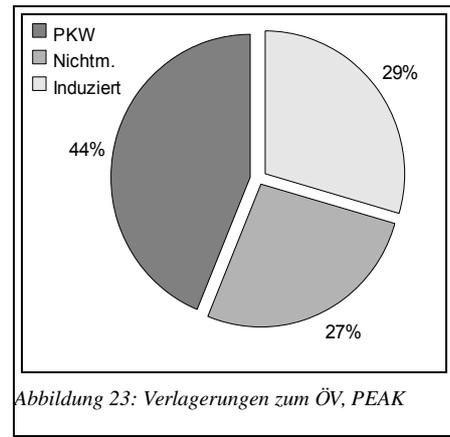
Im MARS Modell wird angenommen, dass während der **PEAK Periode** nur Arbeitswege unternommen werden. Des Weiteren wird angenommen, dass für die berufstätige Bevölkerung **während der Peak Periode eine konstante Anzahl an Wegen pro Person und Tag zur Verfügung steht**. Unter diesen Rahmenbedingungen kann der so genannte „induzierter Verkehr“ nur aus zwei Quellen stammen. Zum einen kann durch ein Bevölkerungswachstum die Anzahl der Touren erhöht werden und zum anderen durch Verlagerungen von Quell-Ziel Relationen. Wege, deren Quelle in Wien (Zellen eins bis 23) aber deren Ziel außerhalb Wiens (Zellen 24 bis 21) lagen, wurden in den vorangegangenen Betrachtungen nicht berücksichtigt. Durch den Nulltarif tritt nun der Fall ein, **dass sich Ziele die zuvor außerhalb Wiens lagen nach Wien verlagern. Dem zufolge erhöht sich die Anzahl der Touren, obwohl das Modell dies „per se“ (gilt nur bei Betrachtung aller Zellen) nicht zulassen würde.**

Werden die Zahlen betrachtet so zeigt sich, dass das Bevölkerungswachstum kaum eine Rolle für den induzierten Verkehr spielt. In Wien nimmt die arbeitstätige Bevölkerung vom Jahr vier in das Jahr fünf nur um 108 Personen zu. Demnach muss der Zuwachs in der Peak Periode von den Quell-Ziel Verlagerungen stammen. Betrachtet man die dafür relevanten Zahlen bestätigt sich diese Annahme. Im Szenario Nulltarif werden auf den relevanten Relationen, Relationen deren Ziel außerhalb Wiens lagen, 18.100 Touren/d weniger unternommen. Durch den Nulltarif verlagern sich somit Ziele außerhalb Wiens nach Wien hinein. Zu beachten bleibt, dass deren Quelle sowohl vor dem Nulltarif als auch nach dem Nulltarif sich in Wien befindet.

Somit kann nun die Aufteilung des Zuwachses im ÖV mit den bereinigten Zahlen in PKW-Verkehr und dem nichtmotorisierten Verkehr, dem Wachstum im ÖV selbst und den induzierten Touren ermittelt werden. Wie sich diese Zahlen tatsächlich darstellen, kann in den Tabellen 13 und 14 abgelesen werden.

Mode „i“	Veränderung	Wachstum aus „DN“	Trips Jahr 4 „NT“	Wert für Bereinigung	Veränderung bereinigt	Zusammen- setzung ÖV Zuwachs
PKW	-26.216	0,11%	220.135	244	-26.460	26.460
ÖV	60.189	-0,20%	169.034	-345	60.534	0
Nichtm.	-16.194	-0,07%	51.567	-38	-16.156	16.156
<b>Berechnung Induzierte Trips</b>						
	Summe Trips Jahr 5 „DN“		Summe Trips Jahr 5 „NT“			
	501.741		519.521	Induziert		17.780
<b>Summe Zuwachs im ÖV</b>						<b>60.396</b>

*Tabelle 13: Berechnung des Zuwachses im ÖV für Gesamt Wien während des PEAK*



Wie in Tabelle 13 zu sehen, liegt die errechnete Summe des Zuwachses im ÖV, 60.396 Touren/d, sehr nahe an der errechneten Veränderung durch MARS, welche sich auf 60.189 Touren/d beläuft. Die Diskrepanz der beiden Zahlen, die in der Tabelle zu sehen ist, ist für diese Betrachtung nicht von Relevanz. Selbst der Zuwachs im ÖV (-345Trips/d) hat keinen Einfluss auf die Zusammensetzung der Verlagerung. Die errechnete Verlagerung ist in der Abbildung 23 zu sehen.

Während der Off Peak Periode zeigt sich ein ähnliches Bild, wenngleich die theoretischen Annahmen in dieser Periode von jenen der Peak Periode divergieren (siehe hierzu folgenden Kasten).

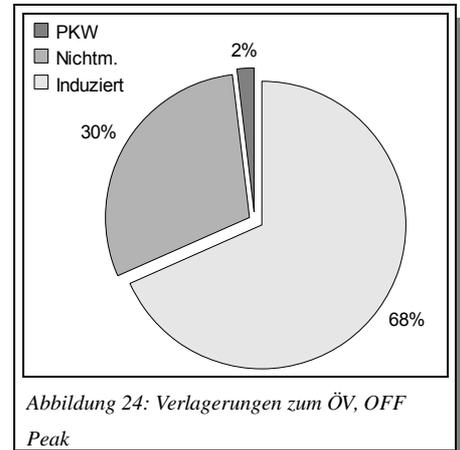
**Hintergrund „induzierter Verkehr“ während der OFF PEAK PERIODE**

Im Gegensatz zu der Peak Periode wird während des Off Peak angenommen, dass nur „nicht Arbeitswege“ unternommen werden. Die Wegezwecke können somit den Kategorien Freizeit, Einkauf, etc. zugeordnet werden. Subsumiert werden diese Wegezwecke unter dem Begriff „Andere“. Während in der Peak Periode von einer konstanten Anzahl zurückgelegter Wege pro Person ausgegangen wird, **wird während des Off Peak von einem konstanten Zeitbudget ausgegangen.** Somit steht jeder Person ein gewisses Zeitbudget pro Tag zur Verfügung. **Von diesem Zeitbudget wird auch der Zeitaufwand der Wege im Peak abgezogen.** In weiterer Folge bleibt ein „Restzeitbudget“ welches für Wege dieser Art verwendet werden kann. Induzierter Verkehr, eine Vermehrung der täglich absolvierten Trips, kann demnach nur entstehen, wenn Personen zeitlich kürzere Wege unternehmen. Aus einer Tour, welche 40 Minuten benötigte, können somit zwei Touren zu 20 Minuten entstehen. In diesem Fall hätte sich die Anzahl der Touren verdoppelt. In der Berechnung der Verlagerung würde dies 100% induzierten Verkehr bedeuten.

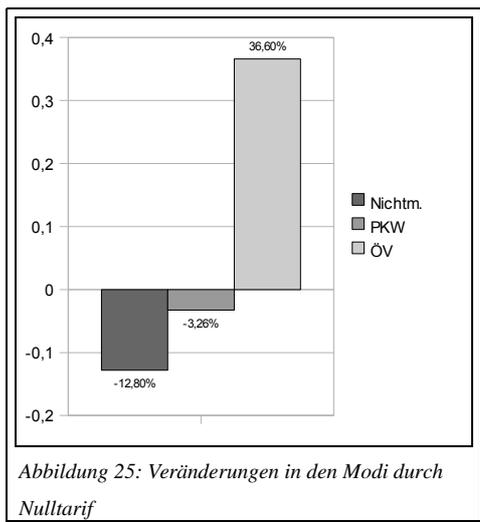
Der induzierte Verkehr fällt in der Off Peak Periode wesentlich stärker aus als während des Peak. PKW-Verkehr und der nichtmotorisierte Verkehr verlieren zusammen 61.400 Touren/d. Der bereinigte Zuwachs im ÖV beträgt jedoch 186.600 Touren/d. Wie sich Wachstum und Verlagerung im Detail gestalten ist Tabelle 14 zu entnehmen.

Mode „i“	Veränderung	Wachstum aus „DN“	Trips Jahr 4 „NT“	Wert für Bereinigung	Veränderung bereinigt	Zusammen- setzung ÖV Zuwachs
PKW	2.321	1,06%	638.713	6.796	-4.475	4.475
ÖV	184.161	-0,44%	433.887	-1.919	186.080	-1.919
Nichtm.	-59.049	-0,71%	296.447	-2.107	-56.942	56.942
Berechnung Induzierte Trips						
	Summe Trips Jahr 5 „DN“		Summe Trips Jahr 5 „NT“			
	1.487.786		1.614.931	Induziert	127.144	
<b>Summe Zuwachs im ÖV</b>						<b>186.642</b>

*Tabelle 14: Berechnung des Zuwachses im ÖV für Gesamt Wien während des OFF PEAK*



Aus Abbildung 23 lässt sich ablesen, dass der Großteil des Zuwachses im ÖV vom PKW gewonnen werden kann. Im Off Peak leistet der PKW-Verkehr nur noch einen Anteil von 2% an den neuen Fahrgästen im ÖV. Die nicht motorisierten Verkehrsteilnehmer verhalten sich in Peak und Off Peak in etwa gleich. Die induzierten Touren fallen anteilmäßig im Off Peak mehr als doppelt so hoch aus als im Peak.



In absoluten Zahlen leistet der induzierte Verkehr den höchsten Beitrag zu den neuen Fahrgästen im ÖV. Durch die erwähnten Verlagerungen werden 144.900 Touren/d im ÖV generiert. Aus den nicht motorisierten Verkehrsteilnehmern stammen 71.500 Touren/d. Der PKW Verkehr liefert 50.600 Touren/d an den öffentlichen Verkehr. Die relativen Veränderungen in den Modi sind in Abbildung 25 nochmals abgebildet. Auch hier wird deutlich, dass die Nichtmotorisierten eindeutig am stärksten verlieren.

### 5.6.2.3 Wien gesamt

#### a.) Allgemein

Wie bereits unter Kapitel 5.6.1 soll auch in dieser Betrachtung zwischen Peak und Off Peak

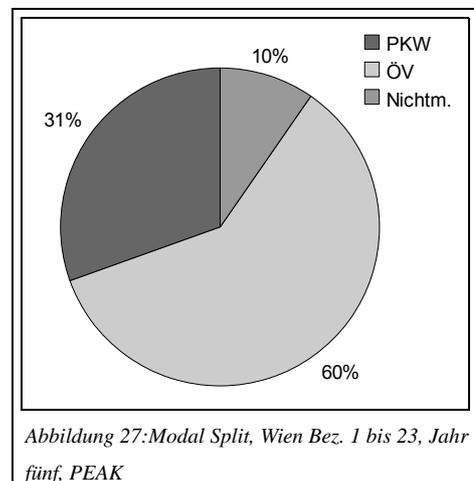
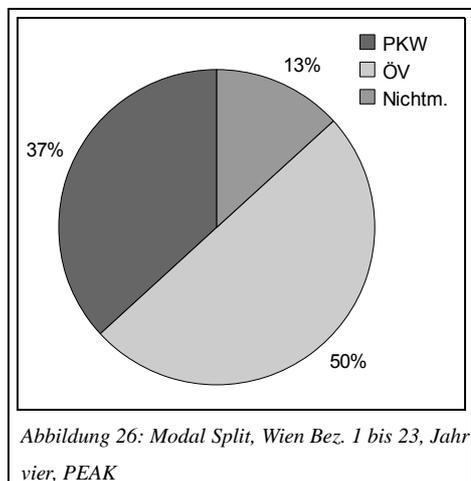
	Mode	Jahr vier [Touren/d]	Jahr fünf [Touren/d]	Veränder- ung relativ	Veränder- ung absolut
Peak	ÖV	250.713	310.903	24,01%	60.189
	PKW	184.711	158.495	-14,19%	-26.216
	Nichtm.	66.317	50.124	-24,42%	-16.194
Off Peak	ÖV	416.863	601.025	44,18%	184.161
	PKW	548.979	551.301	0,42%	2.321
	Nichtm.	521.654	462.605	-11,32%	-59.049

*Tabelle 15: Übersicht der Ergebnisse, Gesamt Wien, PEAK und OFF PEAK*

unterschieden werden. Aus Tabelle 15 ist ersichtlich, dass sowohl Absolutwerte als auch relative Veränderungen wesentliche Unterschiede aufweisen. Aus diesem Grund und der angestrebten Darstellung der Verlagerungstendenzen erscheint es sinnvoll, die erwähnte Differenzierung zwischen Peak und Off Peak weiter durchzuführen.

#### b.) Peak

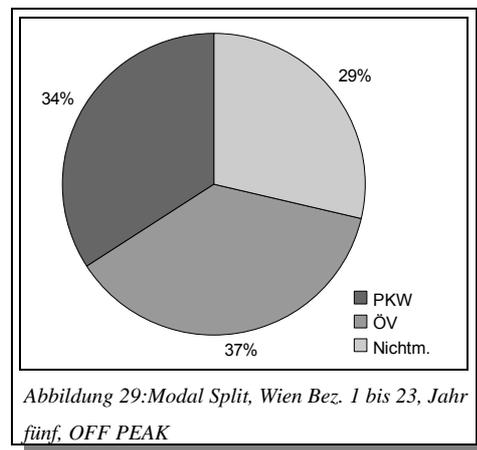
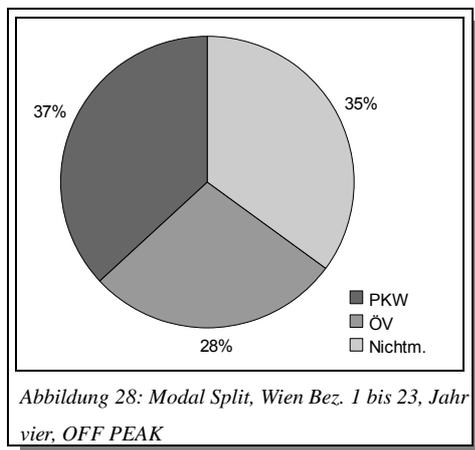
Im Peak zeigt sich eine wesentlich ausgeprägtere Veränderung, wie es in Wien-gesamt (vgl. Abbildungen 20 und 21) zu beobachten ist. Im Jahr vier weist der PKW Verkehr einen Anteil von 37% auf und im ÖV kann ein Anteil von 50% verzeichnet werden. Durch die Einführung des Nulltarifes kann im ÖV eine Steigerung auf 60% verzeichnet werden. Der PKW Verkehr kann erheblich reduziert werden und sinkt im Modal Split auf 31%. Nichtmotorisierte weisen



nach MARS einen geringen Anteil auf. Der kleine Anteil von 13% wird durch die Maßnahme weiter reduziert und beläuft sich nach Einführung nur noch auf 10%.

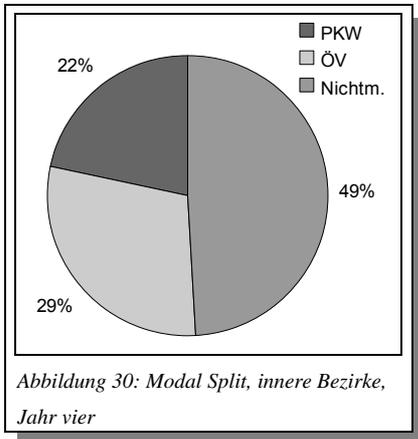
c.) *Off Peak*

Wie aus Tabelle 15 ersichtlich, zeigt sich im Off Peak ein wesentlich anderes Bild als im Peak. Beispielsweise werden im nichtmotorisierten Verkehr im Vergleich zum Peak 7,9 mal mehr Touren unternommen. Bei den ÖV beläuft sich dieser Faktor, vergleichsweise gering, auf das 1,66 fache. Erwartungsgemäß kommen den Nichtmotorisierten im Modal Split eine bedeutendere Rolle zu. Im Jahr vier erhalten dieser 35% und liegen damit nur geringfügig unterhalb des PKW-Verkehrs. Der ÖV erreicht in dieser Periode 28% und steht somit an dritter und letzter Stelle. Durch die Einführung des Nulltarifes wird auch hier eine erhebliche Verlagerung zu den ÖV erreicht. Dieser erhält einen Anteil von 37% im Jahr fünf. Den stärksten Rückgang verzeichnen die Nichtmotorisierten. Deren Anteil reduziert sich von 35% auf 29%. Im PKW-Verkehr kann ebenfalls ein Rückgang verzeichnet werden, wenngleich dieser geringer ausfällt als bei den Nichtmotorisierten. Die dargestellte Veränderung im Modal Split wird auch durch Abbildung 24 verdeutlicht. Die Verschiebung des Modal Split zugunsten des ÖV rührt zu 30% auf Anteile aus den nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmern.



### 5.6.2.4 innere Bezirke

#### a.) Allgemein



Die bisherige Betrachtung wurde auf Wien als ein Ganzes bezogen. Verständlicherweise werden sich jedoch Randbezirke wie beispielsweise 22. und 23. Bezirk anders verhalten als die inneren Bezirke, 1 bis 9 inkl. 20. Bezirk. Grund für diese Annahmen liefert der Umstand der unterschiedlichen Zugangszeiten zu den Haltestellen des öffentlichen Verkehrs. Diese belaufen sich in den Bezirken 22 und 23 auf 6,6min bzw. 4,6min [Pfaffenbichler, 2003]. In den inneren Bezirken ist die

Zugangszeit nicht höher als 1,7min. Ausnahmen bilden hier der 2. und 20. Bezirk, die eine Zugangszeit von 3,6min respektive 2,4min aufweisen. Da diese Bezirke jedoch zu den inneren Bezirken gezählt werden, fließen deren Daten auch in diese Betrachtung ein. Wie bereits in Kapitel 4.2.3.3 gezeigt wurde, leisten die Zeitkomponenten betreffend Zu-,Warte-, Umsteige- und Abgangszeiten eine entscheidende Rolle in der Attraktivität des ÖV. Eine Aufstellung aller Zugangszeiten ist Tabelle 16 zu entnehmen. Es kann für die inneren Bezirke eine mittlere Zugangszeit von 1,9min errechnet werden. Für die restlichen Bezirke beläuft sich dieser Mittelwert auf 4,31min. Die unterschiedlichen Rahmenbedingungen werden somit bestätigt.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1,3	3,6	2,2	1,7	1,7	1,6	1,4	1,4	1,7	3,9	3,6	2,3	7,0	6,2	1,9	3,1	4,8	2,9	4,3	2,4	4,8	6,6	4,6

Tabelle 16: Zugangszeiten zu Haltestellen in Wien [Pfaffenbichler, 2003]

Betrachtet werden all jene Touren, deren Quelle und Ziel sich in den inneren Bezirken befinden. Die Ausgangslage im Jahr vier stellt sich wie in Abbildung 30 dar. In den inneren Bezirken werden ein Großteil der täglichen Touren durch die Nichtmotorisierten absolviert. An zweiter Stelle, mit 29% Anteil am Modal Split, liegt der ÖV. An letzter Stelle steht mit 22% der PKW-Verkehr. Im Gegensatz zu gesamt Wien spielt der PKW-Verkehr hier nur eine untergeordnete Rolle. In Wien gesamt werden 37% der Wege (vgl. Abbildung 20) mit dem PKW zurückgelegt. Die Summe der täglich absolvierten Touren beläuft sich in den inneren Bezirken, im Jahr vier, auf 416.300 Touren/d. Dies stellt einen Anteil von 20,93% aller unternommenen Touren ganz

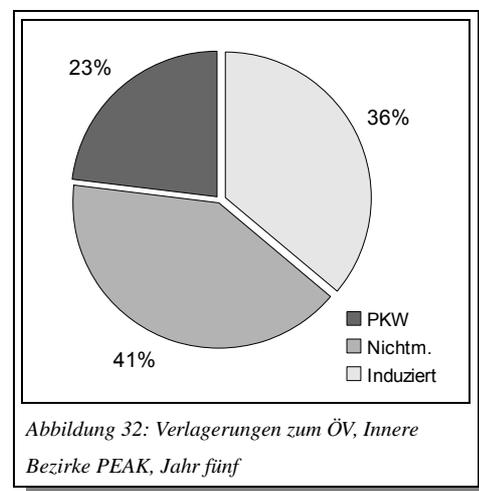
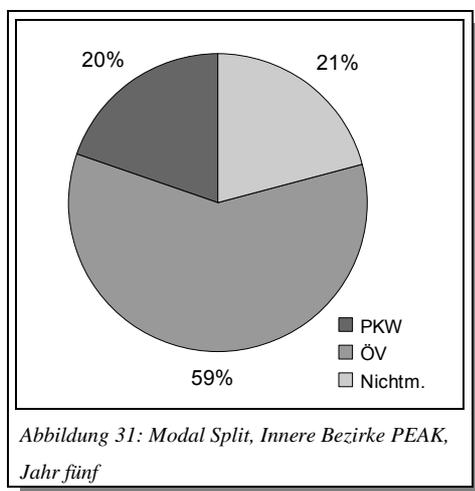
Wiens dar. Wie aus Tabelle 17 zu entnehmen ist, bestehen zwischen Peak und Off Peak erhebliche Unterschiede, auf die in den folgenden Abschnitten eingegangen wird.

	Mode	Jahr vier [Tours/d]	Jahr fünf [Tours/d]	Veränderung relativ	Veränderung absolut
Peak	ÖV	42.929	60.517	40,97%	17.588
	PKW	24.063	20.052	-16,67%	-4.011
	Nichtm.	28.545	21.245	-25,58%	-7.301
Off Peak	ÖV	78.907	116.293	47,38%	37.386
	PKW	66.079	66.222	0,22%	143
	Nichtm.	175.738	157.343	-10,47%	-18.394

Tabelle 17: Übersicht der Ergebnisse, innere Bezirke, PEAK + OFF PEAK

b.) Peak

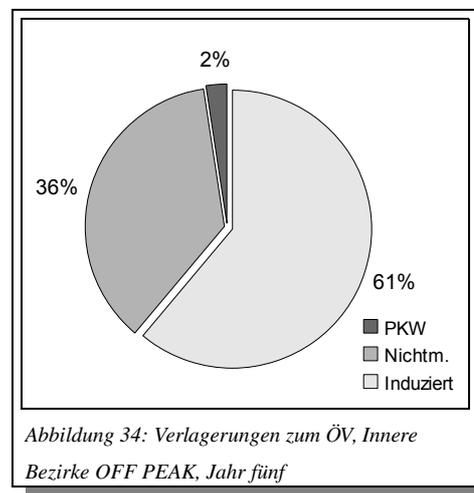
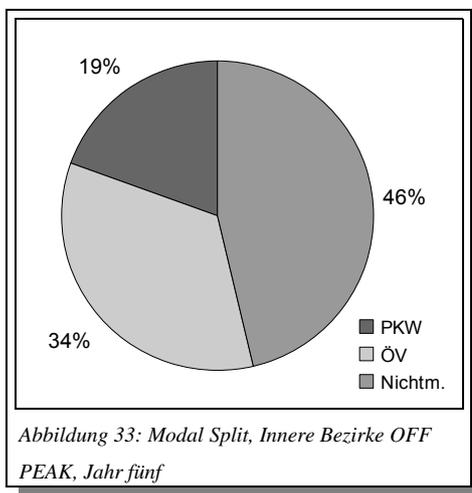
Im Peak werden in den inneren Bezirken 95.500 Touren/d unternommen. Diese Touren lassen sich im Jahr vor der Einführung des Nulltarifes (Jahr vier) zu 25% dem PKW Verkehr, 30% den Nichtmotorisierten und zu 45% den ÖV zuteilen. Durch den Nulltarif verändert sich diese Aufteilung, wie in Abbildung 31 zu sehen ist. Wie zu erwarten entsteht durch den Nulltarif eine starke Verlagerung auf die öffentlichen Verkehrsmittel, welche durch die gesetzte Maßnahme 60% erreichen. Dieser hohe Anteil wird in keiner anderer Betrachtung nochmals erreicht. Wie sich die Verlagerung gestaltet, ist Abbildung 32 zu entnehmen. Im Gegensatz zu den Verlagerungen in gesamt Wien, verlieren hier die Nichtmotorisierten am stärksten an den ÖV. Die Zusammensetzung der gewonnenen Fahrgäste wird in diesem Bereich sehr stark durch den induzierten Verkehr beeinflusst. Der PKW Verkehr liefert weniger als ein Drittel der neuen Benutzer an den öffentlichen Verkehr. In absoluten Zahlen verlieren die Nichtmotorisierten



7.200 Touren/d und der PKW Verkehr 4.100 Touren/d an den ÖV. Durch die Maßnahme werden in dieser Betrachtung 6.400 Touren/d in die inneren Bezirke verlagert (vgl. Kasten Seite 63).

c.) *Off Peak*

Im Off Peak werden in den inneren Bezirken 320.700 Touren/d unternommen. Im Vergleich zum Peak werden 3,36 mal mehr Bewegungen durch MARS berechnet. Der ÖV verzeichnet im Jahr vier im Modal Split einen Anteil von 25% und liegt weit unter dem Niveau des Peak. Den Nichtmotorisierten kommen im Off Peak ein Anteil von 55% zu und liegen somit weit über dem Niveau des Peak. Im PKW Verkehr wird ein Anteil von 21% verzeichnet. Eine leichte Reduktion des Anteils gegenüber dem Peak ist hier zu verzeichnen. Durch die Einführung des Nulltarifes



steigt der Anteil im ÖV auf 34%. Abbildung 33 ist zu entnehmen wie sich die anderen Modi verhalten. Der nichtmotorisierte Verkehr erfährt eine Reduktion um 9% und hält einen Anteil von 46%. Im PKW Verkehr kann nur eine leichte Reduktion von zwei Prozent verzeichnet werden.

Die größte Verlagerung wird auch hier vom nichtmotorisierten Verkehr zu den ÖV verzeichnet. Wie in Abbildung 34 zu sehen ist, liefert der PKW Verkehr nur 2% der neu gewonnen Fahrgäste im öffentlichen Verkehr. Wie auch schon im Peak, gehen den Nichtmotorisierten am meisten Benutzer verloren. Die in Abbildung 34 abgebildete Verlagerung, entspricht einer Reduktion der Benutzer im nicht motorisierten Verkehr vom Jahr vier in das Jahr fünf von -10,47%. Obwohl der Pkw Verkehr in dieser Betrachtung 2% an die öffentlichen Verkehrsmittel verliert,

kann diese Modalität um 0,22% zulegen. Dies ist durch den Umstand zu erklären, dass im Vergleichsszenario das Wachstum, mit 0,49%, höher ausfällt.

Werden die bisher dargestellten Daten verglichen wird der stärkere Rückgang im nicht motorisierten Verkehr augenscheinlich. Beispielsweise verliert der PKW Verkehr in den inneren Bezirken, bei einem Anteil am Modal Split von 25%, 2% an den öffentlichen Verkehr. Im nicht motorisierten Verkehr gehen, bei einem Anteil am Modal Split von 55%, 36% an den ÖV. Im Vergleich zu dem PKW Verkehr verlieren die Nichtmotorisierten verhältnismäßig stärker an den ÖV.

#### **5.6.2.5 Zusammenfassung Kapitel 5.6.2**

Der öffentliche Verkehr gewinnt durch Einführung des Nulltarifes in Wien +36,60% im Jahr der Einführung hinzu. In den weiteren Jahren kann dieser Zuwachs nicht mehr erreicht werden. Vielmehr reduzieren sich die Benutzer des ÖV bis in das Jahr dreißig um -9,42% im Vergleich zum Jahr fünf. Während in der Peak Periode sich der Zuwachs auf +24,01% beläuft, übersteigt der Zuwachs im Off Peak diesen Wert deutlich. Dort kann ein Erhöhung der täglich zurückgelegten Touren um +44,18% berechnet werden. Diese Erhöhung ergibt sich in absoluten Zahlen zu +60.200 Touren/d im Peak und zu +184.200 Touren/d im Off Peak. Die durch den Nulltarif entstandenen Verlagerungen gehen zum Großteil auf Kosten des nicht motorisierten Verkehrs. Diese verlieren in gesamt Wien am Modal Split sechs Prozent. Im PKW Verkehr wird ein Rückgang von vier Prozent errechnet. Die Zuwächse im ÖV betragen neun Prozent. Dieser Gewinn resultiert zum einen aus den beiden anderen Modi und zum anderen kann eine Erhöhung der in Summe zurückgelegten Touren beobachtet werden. Für dieses Wachstum zeigt sich nicht nur das Bevölkerungswachstum verantwortlich, sondern auch die durch die Maßnahme veränderten Quell-Ziel Relationen (vgl. Kasten Seite 63).

Die gewonnen Touren im öffentlichen Verkehr speisen sich zu 29% aus den Nichtmotorisierten- und zu 12% aus dem PKW-Verkehr. Weitere 59% sind durch die Maßnahmen verursachte, verlagerte Touren, die zuvor in dieser Form nicht unternommen wurden. Durch die Maßnahme „Nulltarif“ ergibt sich eine Situation die den öffentlichen Verkehr klar bevorzugt. Der Modal Split für gesamt Wien ergibt sich zu 43% ÖV, 33% PKW und 24% nicht motorisierter Verkehr. Die unterschiedlichen Modal Split für den Arbeitsverkehr (Peak) und den anderen

Wegezwecken (Off Peak) bleiben vorhanden. Für den Arbeitsverkehr ergibt sich ein Modal Split von 60% ÖV, 31% PKW und 10% nicht motorisierter Verkehr. Bei den anderen Wegezwecken (Off Peak) ergibt sich ein gleichmäßigeres Bild, da dem ÖV 37%, dem PKW Verkehr 34% und den Nichtmotorisierten 29% der Verkehrsteilnehmer zukommen.

Durch den Nulltarif im öffentlichen Verkehr kann der PKW-Verkehr reduziert werden. Jedoch Verlagern sich mehr Bewegungen vom nichtmotorisierten Verkehr zum öffentlichen Verkehr.

## 5.7 Betrachtung in Wegeklassen

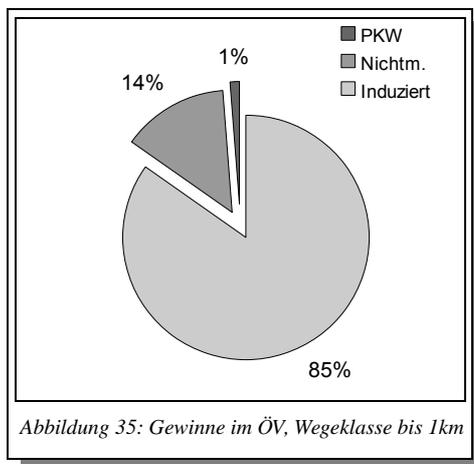
Die unter Kapitel 4.3.7 durchgeführte Betrachtung in verschiedenen Wegeklassen lieferte, aufgrund der Kalibrierung auf den gesamten Modal Split, keine sehr guten Ergebnisse. In der folgenden Betrachtung werden die Daten von MARS auch in Wegeklassen unterteilt. Die Einteilung erfolgt wie unter Kapitel 4.3.7 in die Klassen bis 1 km, 1 km bis 3 km, 3 km bis 5 km, 5 km bis 10 km und > 10 km.

In Summe werden Im Jahr fünf 2.134.500 Touren/d unternommen. Diese verteilen sich zu 24,34% auf den Peak und zu 75,66% auf den Off Peak. Die Verteilung auf die einzelnen Wegeklassen ist Tabelle 18 zu entnehmen. Ebenso angeführt sind die Anteile der täglich absolvierten Touren in den Wegeklassen unterschieden nach Modi. Beispielsweise kann aus Tabelle 18 abgelesen werden, dass 72,56%, aller durch die nicht motorisierten Verkehrsteilnehmer unternommenen Bewegungen, eine Wegelänge zwischen einem und drei Kilometer aufweisen.

Wegeklasse	Peak	Off Peak	PKW	ÖV	Nichtm.
bis 1 km	5,83%	14,54%	5,29%	15,43%	18,78%
1 bis 3km	24,84%	41,46%	27,62%	25,06%	72,56%
3 bis 5km	19,40%	15,96%	18,85%	20,23%	7,52%
5 bis 10km	36,61%	22,05%	36,22%	30,58%	1,14%
> 10km	13,32%	5,98%	12,03%	8,69%	0,00%
Summe	100%	100%	100%	100%	100%

Tabelle 18: Anteile in Wegeklassen nach PEAK u. OFF PEAK bzw Modi; Jahr fünf

### 5.7.1 Wegekategorie bis 1km



Im Jahr vier wurden 197.800 Touren pro Tag unternommen. Durch die gesetzte Maßnahme erhöhte sich dieser Wert auf 265.100 Touren/d. Offensichtlich wurde durch Verlagerung auf kürzere Wege in dieser Wegekategorie 67.300 Touren/d geschaffen. Der ÖV verzeichnet im Jahr vier 54.200 Touren/d die sich im Jahr fünf auf 134.500 Touren/d erhöhen. Die neuen Fahrgäste im ÖV setzen sich demnach wie in Abbildung 35 zusammen.

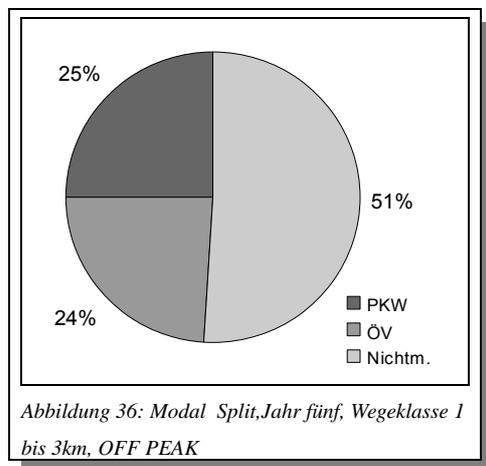
Die stärkste Reduktion im Modal Split erfährt der nichtmotorisierte Verkehr in der Wegekategorie bis 1km, Off-Peak. Die Nichtmotorisierten verzeichneten in dieser Klasse, vor Einführung der Maßnahme, einen Anteil von 52,96% (104.700 Touren/d) der sich durch den Nulltarif auf 34,91% reduziert. Diese Reduktion entspricht in absoluten Zahlen einen Rückgang von 12.200 Touren/d. Der prozentual starke Rückgang unter den Nichtmotorisierten ist vor allem durch die starken Verlagerungen auf kürzere Wege zugunsten des ÖV zurückzuführen.

Im Gegensatz zur nächst höheren Wegekategorie werden hier der Großteil der neuen Fahrgäste neu geschaffen. Während in der Wegekategorie 1 bis 3km 67% der Fahrgäste aus den Nichtmotorisierten stammen, können in dieser Kategorie 85% der neuen Fahrgäste als induziert bezeichnet werden. Aus dem PKW Verkehr kann in dieser Kategorie nur ein Prozent für den ÖV gewonnen werden. Es muss jedoch festgehalten werden, dass in dieser Kategorie der PKW Verkehr im Jahr vor der Einführung nur 19,64% am Modal Split hält.

### 5.7.2 Wegekategorie 1 bis 3km

In den ersten beiden Wegekategorien werden über alle Modi im Jahr fünf 1.064.800 Touren/d absolviert. In der zweiten Wegekategorie werden davon 798.700 Touren/d absolviert. Gemessen an der Gesamtsumme der täglich absolvierten Touren stellen die ersten beiden Klassen 49,84% aller Wege dar. Die höchste Anzahl von Touren werden im Jahr fünf in dieser Klasse im Off-

Peak durch die Nichtmotorisierten absolviert. Dort werden 341.500 Touren/d absolviert. In jener Klasse bedeutet dies einen Anteil von 51% am Modal Split. Generell sind bei den nicht



motorisierten Verkehrsteilnehmern 91,34% der Wege unter drei Kilometer. Diese 91,34% in den Nichtmotorisierten entsprechen 467.100 Touren/d und repräsentieren 21,88% aller Touren die innerhalb von Wien absolviert werden. Ein fünftel aller Wege wird somit durch die Nichtmotorisierten bewältigt und sind nicht länger als drei Kilometer. Vor Einführung der Maßnahme wurden 26,92% aller Touren durch die Nichtmotorisierten bewältigt und waren nicht

länger als 3km.

Über alle Modi verteilt werden im Jahr fünf, Off-Peak, Wegeklasse 1 bis 3 km, 669.600 Touren/d unternommen. Diese teilen sich, wie in Abbildung 36 dargestellt, auf.

Die Nichtmotorisierten halten hier, nach der Einführung des Nulltarifes, immer noch einen Anteil von 51%. Bevor der Nulltarif eingeführt wurde, können die Nichtmotorisierten einen Anteil von 59% verzeichnen. Der PKW-Verkehr bleibt unverändert und hält bei einem Anteil von 25%. Der öffentliche Verkehr kann durch die gesetzte Maßnahmen seinen Anteil von 16% auf 24% erhöhen. Das Wachstum im öffentlichen Verkehr vom Jahr vier zum Jahr fünf berechnet sich im Peak zu 52,00%. Im Off Peak fällt es etwas höher aus und beläuft sich auf 53,61%

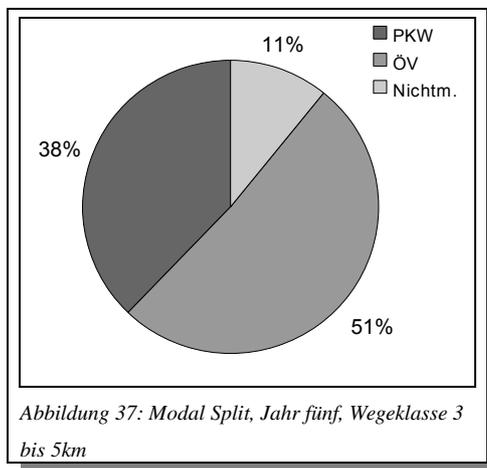
Die Gewinne im öffentlichen Verkehr, Off-Peak Periode, kommen zu 74% aus dem nicht motorisierten Verkehr. 25% der neuen Fahrgäste können auf induzierten Verkehr zurückgeführt werden. Den geringsten Beitrag leisten die Benutzer des PKW-Verkehrs und liefern nur 1% der neuen Fahrgäste im ÖV.

Im Peak verhält sich in dieser Wegeklasse die Verlagerung deutlich anders. In jener Periode rühren 48% der neuen Fahrgäste im ÖV von den nicht motorisierten Verkehrsteilnehmern. Aus dem PKW Verkehr können 19% gewonnen werden und 33% sind auf induzierten Verkehr zurückzuführen. In beiden Fällen, sowohl Peak als auch Off-Peak, leisten die Nichtmotorisierten den größeren Beitrag zu den neuen Fahrgästen im ÖV.

### 5.7.3 Wegekategorie 3 bis 5km

In dieser Klasse werden im Jahr fünf täglich 358.500 Touren/d absolviert. Diese teilen sich wie Abbildung 37 dargestellt den Modi zu. In dieser Klasse wird die sinkende Bedeutung der Nichtmotorisierten mit zunehmender Wegelänge deutlich. Während in der nächst kleineren Klasse die Nichtmotorisierten einen Modal Split von 47,02% aufweisen stellen sie hier nur noch einen Anteil von 11% dar.

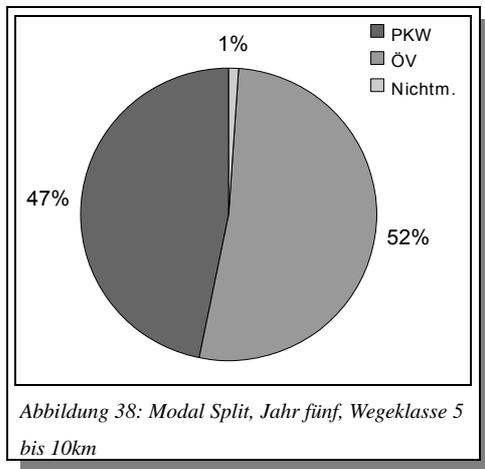
Deutliche Unterschiede zwischen Peak und Off-Peak bestehen auch hier. Im Peak kommen dem ÖV 66% am Modal Split zu. Im Vergleich zum Jahr vier kann im ÖV ein Wachstum von 30,16% verzeichnet werden. Die gewonnenen Fahrgäste stammen zu 37% aus dem PKW Verkehr, zu 48%



aus induziertem Verkehr und zu 15% aus dem nichtmotorisierten Verkehr. Aufgrund des geringen Anteils der Nichtmotorisierten am Modal Split erscheint es auch verständlich, warum in dieser Wegekategorie jene einen erheblich geringeren Beitrag an den neuen Fahrgästen im ÖV leisten, als in den kürzeren Wegekategorien.

Im Off Peak fällt das Wachstum im öffentlichen Verkehr etwas höher aus als in der Peak Periode und beläuft sich auf 31,60%. Der ÖV kann dadurch im Jahr fünf einen Anteil von 46% am Modal Split verzeichnen. Die gewonnenen Fahrgäste stammen zu 3% aus dem PKW Verkehr und zu 15% von den Nichtmotorisierten. In dieser Kategorie kann der größte Teil der gewonnenen Touren im ÖV auf die Maßnahmen zurückgeführt werden. 82% der neuen Fahrgäste im ÖV müssen, durch die erwähnten Verlagerungen (siehe Kasten Seite 63) als induzierter Verkehr angeführt werden.

#### 5.7.4 Wegekategorie 5 bis 10km



Im Jahr fünf werden in dieser Klasse 546.300 Touren/d unternommen. Diese teilen sich wie in Abbildung 38 auf. Wie oben erwähnt wurde spielen die Nichtmotorisierten in dieser Kategorie und auch in der folgenden keine Rolle mehr. Der ÖV weist im Jahr vier einen Anteil am Modal Split von 47,45% auf. Durch die Zugewinne im Peak von 12,10% und im Off Peak von 18,24% kann der ÖV seinen Anteil auf die abgebildeten 52% erhöhen. Die Zugewinne im

ÖV Verkehr stammen während der Peak Periode zu 86% aus dem PKW Verkehr. Dies bedeutet eine Reduktion der täglich absolvierten Touren im PKW Verkehr um 11.500 Touren/d.

Im Off Peak fällt die Reduktion im PKW Verkehr deutlich geringer aus. Im Vergleich zum Jahr vier werden im Jahr fünf 1.150 Touren/d eingespart. Die gewonnenen Fahrgäste im ÖV setzten sich zu 5% aus dem PKW Verkehr, zu 92% aus induziertem Verkehr und zu 2% aus den Nichtmotorisierten zusammen.

Im Vergleich zu den anderen Wegekategorien wird hier die geringere Bedeutung des Nulltarifes deutlich. Während beispielsweise in der Wegekategorie 1 bis 3km, Peak Periode, der ÖV ein Wachstum von 52,00% aufweist, fällt dieses Wachstum hier zu 12,10% aus.

#### 5.7.5 Wegekategorie >10km

Dieser Wegekategorie fällt in dieser Betrachtung kaum eine Bedeutung zu. Die täglich absolvierten Touren belaufen sich im Jahr vier in Peak und Off Peak zusammen auf 166.200 Touren/d. Durch den Nulltarif reduziert sich diese Anzahl ein wenig und ergibt sich zu 165.800 Touren/d. Diese Wegekategorie ist die einzige Klasse die eine Reduktion in der Summe der täglich absolvierten Touren erfährt. Diese Reduktion ist für den induzierten Verkehr verantwortlich. Wie im Kasten auf Seite 63 erklärt wurde, ist die Verlagerung auf kürzere Wege von besonderer Bedeutung.

Im Modal Split kann eine geringfügige Verschiebung zugunsten des ÖV beobachtet werden. Im Jahr vier werden 52,68% aller Touren über den PKW Verkehr abgewickelt. Im Jahr fünf kann hier ein leichter Rückgang verzeichnet werden und es werden nur noch 50,45% der Wege in dieser Klasse durch den PKW Verkehr absolviert. Demnach kann der ÖV seinen Anteil von 47,32% im Jahr vier auf 49,55% im Jahr fünf erhöhen. Im Gegensatz zu den anderen Wegekassen tritt hier kein induzierter Verkehr auf. Die Nichtmotorisierten hatten auch bereits vor Einführung der Maßnahme keinen Anteil am Modal Split.

### **5.7.6 Zusammenfassung der Erkenntnisse aus Wegekassen**

Während in den beiden unteren Wegekassen die nicht motorisierten Verkehrsteilnehmer dominieren, verliert sich mit zunehmender Wegelänge deren Bedeutung. In den höheren Wegekassen, vor allem ab einer Wegelänge von fünf Kilometern, teilen sich im Wesentlichen der ÖV und der PKW Verkehr die Anteile am Modal Split. Den größten Zugewinn kann der ÖV in der Wegekasse bis 1km Off-Peak Periode verzeichnen. In jener Kategorie konnte der ÖV ein Wachstum vom Jahr vier in das Jahr fünf von 156,47% verzeichnen und somit seine Fahrgastzahlen mehr als verdoppeln. In absoluten Zahlen bedeutet dies einen Zuwachs von 71.600 Touren/d. Dieser Erhöhung geht zu einem Großteil auf die Maßnahme selbst zurück. 85% der Gewinne können als induzierter Verkehr bezeichnet werden.

Gerade der induzierte Verkehr und die Nichtmotorisierten geben in den Kategorien bis fünf Kilometern die meisten täglichen Touren an den öffentlichen Verkehr ab. In den Wegekassen über fünf Kilometer scheinen diese beiden Quellen für neue Touren im ÖV nicht mehr den gleichen bedeutsamen Einfluss zu haben. Einzig in der Wegekasse 5 bis 10 km, Off-Peak, werden 92% der gewonnenen Touren im ÖV aus dem induzierten Verkehr gespeist. Jedoch stellen diese 92% nur 23.900 Touren/d dar. Der Zuwachs im ÖV beläuft sich in jener Kategorie auf 25.300 Touren/d und befindet sich damit neben den Zuwächsen in den anderen Off Peak Perioden an vorletzter Stelle.

Wie auch in den anderen Betrachtungen werden die neu gewonnenen Touren im ÖV vor allem durch die Nichtmotorisierten gespeist. Die zweit stärkste Quelle der Zuwächse im ÖV ist die Maßnahme selbst. Der PKW Verkehr gibt zwar über alle Klassen und Perioden Benutzer an den

öffentlichen Verkehr ab, wird aber deutlich geringer geschwächt als die Nichtmotorisierten.

## 5.8 Betrachtung der Kilometerreduktion

Wie Eingangs in dieser Arbeit erwähnt wurde, sollte das eigentliche Ziel dieser Maßnahme die Reduktion im PKW Verkehr sein. Nun wurde mehrfach gezeigt, dass der PKW Verkehr nicht in dem Ausmaß Benutzer an den ÖV abgibt wie es vielleicht wünschenswert wäre. Dennoch kann eine negative Auswirkung auf den PKW Verkehr beobachtet werden. Da in der bisherigen Betrachtung nur von täglich absolvierten Touren gesprochen wurde, sollen im Folgenden die eingesparten Fahrzeugkilometer betrachtet werden. Wie bereits bekannt arbeitet MARS für die Modellierung mittels Zellen die zueinander eine bestimmte Distanz aufweisen. Diese Distanzen dienen als Grundlage für die Berechnung der Kilometerleistungen. Im Falle von Wien stellt jeder Bezirk eine Zelle dar. In der Matrix treten somit 23 mal 23 Beziehungen auf, wodurch 529 Relationen vorhanden sind.

Für diese Betrachtung wird wieder die im vorigen Kapitel unternommene Einteilung in Wegekassen angewendet. In der ersten Wegekasse, bis 1km, treten 17 Relationen auf. In der zweiten Wegekasse 86, in der dritten Wegekasse 122, in der vierten Wegekasse 218 und in der fünften Wegekasse 86.

Nr.	Wegekasse	Summe der Distanzen [km]	Jahr 5 „NT“ minus Jahr 5 „DN“ [km/d]			Gesamte Kilometerleistung [km/d]	Relative Reduktion [ % ]
			PEAK	OFF PEAK	SUMME		
1	bis 1 km	11	-1.240	-231	-1.470	57.467	-2,6%
2	1 bis 3km	186	-18.114	-2.815	-20.929	742.057	-2,8%
3	3 bis 5km	497	-46.858	-12.751	-59.609	1.088.636	-5,5%
4	5 bis 10km	1.604	-166.830	-19.859	-186.690	3.709.176	-5,0%
5	> 10km	1.068	-100.126	-10.011	-110.138	2.083.729	-5,3%
	Summe	3.366	-333.169	-45.667	-378.836	7.681.065	-4,9%

*Tabelle 19: Kilometerreduktion in Wien gesamt, aufgeschlüsselt nach Wegekassen;*

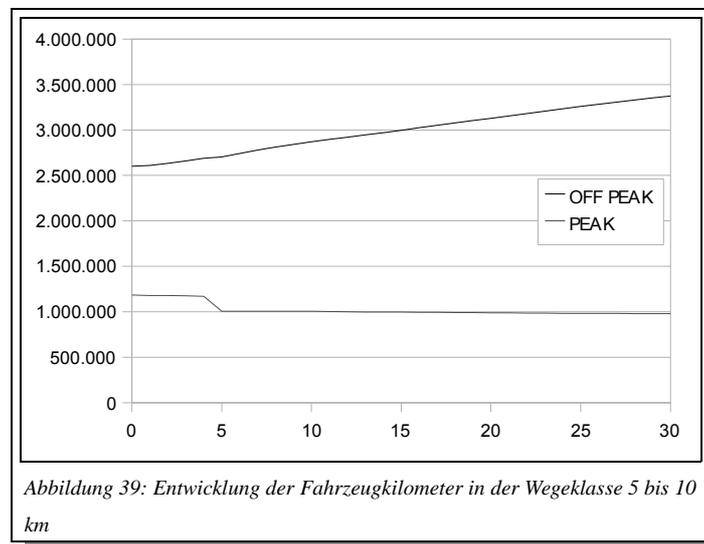
### Wegekasse 5 bis 10 km

Wie aus Tabelle 19 zu entnehmen ist, liegt das größte Einsparungspotential in der Wegekasse 5 bis 10km. In diese Klasse fallen 218 Relationen die, summiert man alle Distanzen der einzelnen Relationen auf, 1.604 km aufweisen. Werden die Szenarien „Nulltarif“ und „Do Nothing

verglichen, ist der Unterschied erwartungsgemäß auch in der Anzahl der zurückgelegten Touren zu beobachten. Im Jahr fünf werden in ersterem Szenario 12.900 Touren/d weniger zurückgelegt. Diese Touren liefern somit eine Reduktion in der Fahrzeugkilometerleistung von -186.690 km.

Erhebliche Unterschiede zeigen sich zwischen Peak und Off Peak Periode. In der Peak Periode ist im Jahr der Einführung ein erheblicher Rückgang in der Kilometerleistung zu verzeichnen. In den folgenden Jahren, sechs bis dreißig, reduziert sich die Kilometerleistung weiter (vgl. Abbildung 39). Während im Jahr sechs noch 1.006.200 km täglich zurückgelegt werden, sind es im Jahr dreißig nur noch 978.500 km täglich. Somit kann für diesen Zeitraum ein mittleres Wachstum von -1.000 km/d errechnet werden.

Im Off Peak zeigt sich ein deutlich anderes Bild. Zwar ist die Reduktion im Vergleich zum Szenario „Do Nothing“ mit -19.900 km immer noch erheblich, dennoch wird diese Reduktion stark relativiert betrachtet man das Wachstum der folgenden Jahre. In den Jahren sechs bis dreißig wachsen die zurückgelegten Fahrzeugkilometer im Schnitt um +26.800 km. Wie in Abbildung 39 zu sehen ist, übersteigen bereits im Jahr der Einführung der Maßnahme die zurückgelegten Fahrzeugkilometer das Niveau des Jahres vor Einführung des Nulltarifes. Die Wirkung ist demnach nur marginal.



In den anderen Wegekategorien zeigt sich im wesentlichen das gleiche Bild. In der Peak Periode wird im Jahr fünf ein erheblicher Rückgang verzeichnet, gefolgt von einem leicht negativen Wachstum. In der Off Peak Periode zeigen sich die Reduktionen gering und werden von dem hohen Wachstum überschattet.

Wie mehrmals gezeigt werden konnte werden ein Großteil der neuen Fahrgäste entweder aus den Nichtmotorisierten lukriert, oder durch die Maßnahme selbst geschaffen. In Kapitel 5.7 konnte durch die Unterscheidung in Wegekategorie ferner gezeigt werden, dass dies vor allem in den Wegekategorien bis 5km zu beobachten ist.

Betrachtet man die Einsparungen der Fahrzeugkilometer, fällt die starke Reduktion der zurückgelegten Kilometer in den oberen Wegekategorien auf. Zum einen rührt dieser Umstand aus der Tatsache, dass sehr viele Relationen gerade in die letzten beiden Wegekategorien fallen. Zum anderen wäre, selbst bei gleicher Anzahl der absolvierten Touren in der ersten und in der letzten Wegekategorie, klar, dass aufgrund der höheren Distanzen die Kilometerleistung höher sein muss. Die Summe der reduzierten Fahrzeugkilometer beläuft sich in den ersten drei Klassen auf -82.000 km und in den letzten beiden Klassen auf -296.800 km. Demnach werden nur 22% der reduzierten Fahrzeugkilometer in den unteren Wegekategorien geschaffen, jedoch 78% in den letzten beiden Klassen.

### **5.8.1 Fazit aus der Betrachtung der Kilometerreduktion**

Durch den Nulltarif sollte eine Reduktion der PKW Fahrten in allen Wegekategorien erreicht werden. Die gesetzte Maßnahme liefert bezüglich dessen nur bedingt Erfolg. In den unteren Klassen müssen vor allem die Nichtmotorisierten starke Verluste verzeichnen. Ein erheblicher Teil der neuen Fahrgäste im ÖV wird durch die Maßnahme selbst verursacht. Dennoch können auch positive Auswirkungen in Bezug auf die Reduktion des PKW Verkehrs beobachtet werden. Wie gezeigt wurde ist die Relevanz der Reduktion der Fahrzeugkilometer in den unteren Wegekategorien nicht von großer Bedeutung. In dieser Klasse ist das Potential der Einsparungen aufgrund der geringen Distanzen eher klein. In Summe weisen die Relationen der ersten drei Klassen eine Distanz von 694km auf, während die beiden letzten Klassen eine Distanz von 2672km aufweisen. Demnach kann durch den Nulltarif eine Reduktion der Fahrzeugkilometer in den relevanten Wegekategorien erreicht werden.

Obwohl in Bezug auf die Reduktion der Fahrzeugkilometer zumindest ein Teilziel erreicht werden kann, fällt die allgemeine Reduktion eher gering aus. Durch den PKW Verkehr werden täglich ca. 7.680.000 Fahrzeugkilometer zurückgelegt. Dies entspricht einer Distanz von rund 191 Erdumrundungen. Durch den Nulltarif können die zurückgelegten Kilometer um

-4,9% reduziert werden. Diese 4,9% repräsentieren 29.900 Touren/d und erscheinen im Vergleich zu dem Fahrgastzuwachs im öffentlichen Verkehr von 37,09%, welche 246.700 Touren/d repräsentieren, gering.

Die Einsparung beläuft sich demnach auf 378.800 Fahrzeugkilometer pro Tag. Dies bedeutet eine Reduktion um 9,5 Erdumrundungen. Somit werden durch den Nulltarif in Wien im PKW-Verkehr nicht mehr 191 sondern nur noch 181,5 Erdumrundungen zurückgelegt.

Im Jahr 2006 lag der durchschnittliche Emissionswert der neuzugelassenen PKW in Österreich bei 163g/km [VCÖ, 2007]. Multipliziert man diesen Wert<sup>23</sup> mit der Einsparung an Kilometern, so können pro Tag 61t CO<sub>2</sub> eingespart werden. Im Jahr der Einführung würde dies eine Einsparung von 22.500t CO<sub>2</sub> bedeuten. Laut Klimaschutzbericht 2008 wurden in Österreich 2006 10,6Mio Tonnen CO<sub>2</sub> Äquivalente zuviel emittiert. Die Einsparung an Fahrzeugkilometer kann somit nur einen geringen positiven Beitrag an den Klimazielen in Österreich leisten. Gemessen an dem zu hohem CO<sub>2</sub> Ausstoß im Jahr 2006 bedeutet dies eine Reduktion von 2,1 Promille.

---

23 Der tatsächliche durchschnittliche Ausstoß ist nicht bekannt. Mit diesem Wert wird die Einsparung wesentlich unterschätzt da es sich um den durchschnittlichen Wert der neu zugelassenen PKW im Jahr 2006 handelt. Ältere Fahrzeuge weisen einen höheren Ausstoß auf der hier nicht berücksichtigt wird.

---

## 6 Elastizitätskonzept

### 6.1 Einführung

Abgesehen von der generellen Entwicklung der Fahrgastzahlen, die in Kapitel 5 beschrieben wurde, ist es von Relevanz, inwieweit Kapazitätsengpässe auf Linien der Wiener Verkehrsbetriebe zu erwarten sind. Für diese Abschätzung werden Elastizitäten verwendet. Wie aus den unteren Ausführungen hervorgeht, sind Elastizitäten aus diversen Gründen nicht sehr zuverlässig. Dennoch sollen die weiter unten angeführten Werte als Anhaltspunkte dienen.

### 6.2 Theoretischer Hintergrund

#### 6.2.1 Gebräuchliche Berechnungen der Elastizitäten

Prinzipiell beschreiben Elastizitäten die Änderung der Nachfrage nach einem Gut bzw. einer Leistung aufgrund einer Änderung des Preises des Gutes bzw. der Leistung. Eine Elastizität von -0,4 würde demnach bedeuten, dass bei einer 10%igen Reduktion des Preises die Nachfrage nach dem entsprechenden Gut um 4% zunehmen sollte. Das negative Vorzeichen weist in diesem Fall auf die entgegengesetzte Wirkung hin.

Die Änderung des Preises bezieht sich aus mathematischen Gründen auf eine infinitesimale Änderung und kann folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$e_{x_i}^{point} = \lim_{\Delta x_i \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta y}{y} \right) / \left( \frac{\Delta x_i}{x_i} \right) = \frac{x_i}{y} \left( \frac{\delta y}{\delta x_i} \right) \quad (XI)$$

*e..... Elastizität*

*y..... Nachfrage (in unserem Fall: Fahrgäste im ÖV)*

*x..... Preis (in unserem Fall: Preis einer Fahrt im ÖV)*

Aus dieser Formel ist bereits ersichtlich, dass die Nachfrage  $y$  nicht nur von dem Preis  $x$  abhängt, sondern auch von anderen Variablen, die bei dieser Berechnung zunächst konstant gehalten

---

werden. Diese Formulierung der Elastizität wird als Punktelastizität bezeichnet, da ihre Herleitung sich nur auf einen Punkt der Nachfragekurve bezieht. Diese Tatsache wird auch als Schwäche dieser Form gesehen, da sie Folge dessen nicht dazu geeignet ist, große Änderungen der erklärenden Variable, in diesem Fall dem Preis, zu beschreiben.

In der Literatur werden zur besseren Beschreibung der Elastizitäten auch Bogen- und Linearelastizitäten bzw. Schrumpfratenelastizitäten angeführt. Letztere wird jedoch selten verwendet und soll an dieser Stelle ausgespart bleiben. Die ersten beiden werden hier angeführt. Die Bogenelastizität ist eine logarithmische Form und wird wie folgt angeschrieben:

$$e_{x_i}^{arc} = \frac{\log y_2 - \log y_1}{\log x_{i2} - \log x_{i1}} = \frac{\Delta(\log y)}{\Delta(\log x_i)} \quad (\text{XII})$$

Die Linearelastizität liefert im Wesentlichen die selben Ergebnisse und wird wie folgt formuliert:

$$e_{x_i}^{lin} = \frac{y_2 - y_1}{1/2(y_2 + y_1)} / \frac{x_{i2} - x_{i1}}{1/2(x_{i2} + x_{i1})} = \frac{(y_2 - y_1)(x_{i2} + x_{i1})}{(y_2 + y_1)(x_{i2} - x_{i1})} \quad (\text{XIII})$$

## 6.2.2 Begriffsdefinitionen

Je nach Wirkungsrichtung werden Werte mit positiven oder negativen Vorzeichen versehen. Ein negatives Vorzeichen gibt eine entgegengesetzte Wirkungsrichtung an. Würde beispielsweise der Preis für ein Produkt erhöht werden, geht die Nachfrage, bei einer negativen Elastizität, zurück. Bewegen sich die absoluten Werte der angegebenen Elastizität zwischen 0 und 1 wird die Elastizität als „inelastisch“ bezeichnet, da sich die Nachfrage unterproportional entwickelt. Übersteigt hingegen der Absolutwert den Wert 1, wird von einem „elastischen“ Verhalten gesprochen. Die Nachfrage entwickelt sich proportional zur der Änderung des Preises.

Solange man Änderungen der erklärenden Variable betrachtet, die in direktem Zusammenhang mit dem nachgefragten Gut stehen, spricht man von „eigener Elastizität“. Beispielsweise hat eine Erhöhung des Preises für ein bestimmtes Gut zur Folge, dass sich die Nachfrage nach diesem Gut im allgemeinen reduziert. Betrachtet man jedoch Nachfrageänderungen, die nicht durch Preisänderungen des Produktes selbst entstehen, spricht man von „Kreuzelastizitäten“. Diese können wiederum elastisch oder inelastisch sein.

Ein Beispiel dafür wäre der Benzinpreis. Bekanntlicherweise stehen Benzin und die Nutzung

---

des PKW in enger Beziehung. Durch eine Erhöhung des Benzinpreises wird vermutlich die Fahrleistung im PKW-Verkehr zurückgehen. Dies kann durch eine eigene Elastizität ausgedrückt werden. Durch diese Reduktion oder generell durch die Erhöhung der variablen Kosten im Individualverkehr können Personen auch dazu angeregt werden vermehrt den öffentlichen Verkehr zu benutzen. Somit hat eine Benzinpreiserhöhung Auswirkungen auf die Fahrgastzahlen im ÖV, obwohl der Benzinpreis keine direkte Verteuerung oder Vergünstigung des öffentlichen Verkehrs verursacht. In diesem Fall könnte man eine Kreuzelastizität, Fahrgastzahlen im ÖV in Bezug auf Benzinpreiserhöhung, ermitteln.

### 6.2.3 Problematik der bedingten Übertragbarkeit ermittelter

#### Preiselastizitäten

Wie bereits angeführt, beschreiben Elastizitäten eine proportionale Änderung der Nachfrage aufgrund einer bestimmten Preisänderung. Eine Preiselastizität von -0,4 würde demnach eine Reduktion der Nachfrage eines Gutes oder Service um 0,4% bedeuten, falls der Preis des selbigen um 1% steigen sollte. Pratt (2000) gibt zu dieser gebräuchlichen Definition jedoch eine kritische Anmerkung. „Es müsste genauer heißen, dass eine Preiselastizität von -(+)0,3 eine 0,3 prozentige Reduktion (Anstieg) in der Nachfrage in Bezug auf jeden 1%igen Preis Anstieg (Reduktion), kalkuliert an infinitesimalen kleinen Änderungen, anzeigt. (Die Ordnung der Aussagen ist hierbei nicht relevant sondern die Aussage über die infinitesimale Änderung)“ [Pratt et al., 2000]. Pratt will in diesem Fall auf die beschränkte Aussagekraft von Preiselastizitäten bei großen Veränderungen im Preisniveau hinweisen. Gerade in der Frage des Nulltarifes – dies würde einer 100%igen Reduktion gleichen – ist diese Kritik von bedeutender Relevanz.

Zwar werden Preiselastizitäten in der Literatur sehr oft bis auf die zweite Nachkommastelle genau angegeben, können aber in dieser Form selten angewendet werden. Sie sind stets unter dem Vorbehalt zu betrachten, dass diese von der Art der Methode der Berechnung abhängen.

Preiselastizität	Frankreich		England	
	Log-Log	Semi-Log	Log-Log	Semi-Log
kurzfristig	-0,32	-0,3	-0,52	-0,54
langfristig	-0,61	-0,59	-0,69	-0,75

Tabelle 20: Preiselastizität im Vergleich Frankreich und England  
[Bresson et al., 2003]

Eine weitere Rolle spielen die jeweiligen Rahmenbedingungen die zum Zeitpunkt der Erhebung vorherrschten. Bresson et al. (2003) ermittelten aus Daten von

Frankreich und England Preiselastizitäten die diesen Umstand illustrieren (vgl. Tabelle 20).

Wie bereits erwähnt, zeigen sich hier Unterschiede in der Berechnungsmethode. Die angegebenen Werte entsprechen bereits den Mittelwerten der jeweiligen Methode und zeigen in ihrer Schwankungsbreite wesentlich größere Unterschiede. Beispielsweise zeigt die kurzfristige Log-Log Berechnung für England eine Schwankungsbreite von -0,52 bis -0,51. Die Semi-Log Berechnung schwankt wesentlich höher von -0,99 bis -0,16. Diese Beobachtung trifft auf die anderen Werte gleichermaßen zu. Die verschiedenen Rahmenbedingungen in den Ländern scheinen sich auf die Elastizitäten auszuwirken. Nach den angeführten Zahlen zeigen sich die französischen ÖV Kunden weniger preissensibel als die englischen Kunden. Die Autoren erklären diesen Umstand im Wesentlichen durch die Inkonsistenz der Daten. Zum einen enthalten die französischen Daten vor allem städtische Gebiete und inkludieren alle Modalitäten. Die englischen Daten hingegen beschränken sich auf Bus Daten und umfassen auch ländlich Gebiete. Auf die unterschiedlichen Preiselastizitäten der verschiedenen Modi wird noch an späterer Stelle verwiesen.

Unterschiede bestehen auch zwischen urbanen Gebieten unterschiedlicher Größe. Einen Anhaltspunkt liefern Mayworm et al. (1980) in TRB (2004). Sie zeigen, dass die Elastizitäten mit größer werdenden Städten sinken. Aus Tabelle 21 kann abgelesen werden wie sich der Absolutwert von -0,24, für Ballungsräume über einer Million Einwohner, auf -0,35, für Städte kleiner 500.000 Einwohner, erhöht.

Stadt Größe	Durchschnitt	Standardabweichung	Anzahl der Studien
> 1 Mill.	-0,24	0,1	19
500.000 bis 1 Mill.	-0,3	0,12	11
< 500.000	-0,35	0,12	14

Tabelle 21: Elastizitäten in Bezug auf Stadtgröße

Pratt et al. (2000) stellen zu dieser Diskrepanz zwei Vermutungen in den Raum. Zum einen vermuten sie, dass in kleineren Städten das Auto leichter verfügbar ist und deshalb wesentlich bequemer in der Benutzung ist.

Zum anderen ist es in größeren Städten einfacher ein gutes Angebot im ÖV zu gewährleisten, wodurch ein besseres Service gegenüber kleinen Städten angeboten werden kann. Weiters vermuten sie, dass in großen Ballungszentren vermehrt Schnellbahnen zur Verfügung stehen. Die Benutzer dieser gelten als weniger preissensibel als Busbenutzer, wobei hinzugefügt werden muss, dass gerade in kleinen Städten der Bus als vorrangiges Transportmittel im ÖV zu finden ist. Aus diesem Grund erscheint es plausibel, dass Elastizitäten in großen Städten kleiner ausfallen<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> In absoluten Zahlen. Unter Rücksichtnahme auf die Vorzeichen fallen die Werte größer aus.

In Tabelle 22 handelt es sich um Durchschnittswerte aus einer Vielzahl von Studien.

	Bus	U-Bahn	Schnellbahn	Eisenbahn
<b>kurzfristig</b>				
UK	-0,42	-0,3	-0,58	-0,46
nicht UK	-0,38	-0,29	-0,37	-0,33
allgemein	-0,41	-0,29	-0,5	-0,41
<b>langfristig</b>				
UK	-1,01	-0,65	-	-0,65

*Tabelle 22: Elastizitäten für diverse Verkehrsmittel im ÖV; [TRB, 2004]*

Bemerkenswert ist, das bereits erwähnte Phänomen der höheren Werte bei langfristigen Elastizitäten. Die erwähnte Problematik der schwachen Grundlagen für langfristige Untersuchungen trifft jedoch auch hier zu. Für die Ermittlung der kurzfristigen Preiselastizitäten wurden im Schnitt 26 (min 9, max 55) Studien verwendet. Jedoch für jene

Werte die unter langfristig angeführt wurden, liegen im Durchschnitt nur 2 Studien (min 2, max 3) vor. Mit Sicherheit kann somit nur gesagt werden, dass die langfristigen Elastizitäten über jenen der kurzfristigen Werte liegen. Eine gesicherte Aussage bezüglich der Höhe liegt nicht vor.

	Markt Segment	kurzfristig	langfristig
Fahrgäste IBA* ÖV Fahrpreis	allgemein	-0,2 bis -0,5	-0,6 bis -0,9
Fahrgäste IBA ÖV Fahrpreis	Peak	- 0,15 bis -0,3	-0,4 bis -0,6
Fahrgäste IBA ÖV Fahrpreis	Off-Peak	-0,3 bis -0,6	-0,8 bis -1,0
Fahrgäste IBA ÖV Fahrpreis	Suburban Pendler	-0,3 bis -0,6	-0,8 bis -1,0
Fahrgäste IBA ÖV Service	allgemein	0,5 bis 0,7	0,7 bis 1,1
Fahrgäste IBA laufende Kosten des Auto	allgemein	0,05 bis 0,15	0,2 bis 0,4
Autofahrten IBA ÖV Kosten	allgemein	0,03 bis 0,1	0,15 bis 0,3

*Tabelle 23: Eigen- und Kreuzelastizitäten; [Litman, 2004]*

Litman (2004) gibt in seiner Zusammenfassung Bereiche für die Anwendung von Elastizitäten. Er differenziert nicht nach Art der Modalität, für die diese Werte anzuwenden sind. Wie hier zu sehen ist unterscheidet Litman auch zwischen kurzfristige und langfristige Auswirkungen. Hier wie auch in der übrigen Literatur (vgl. [Pratt et

al., 2000], [TRB, 2004]) liegt die langfristige Veränderung etwa in der doppelten Höhe wie kurzfristige Elastizitäten.

Auch hier gilt die erwähnte Problematik für die langfristigen Elastizitäten. Zum einen finden sich die Ursachen darin, dass bis in die 1980er Jahre diese Art von Elastizitäten nicht in Betracht gezogen wurden und zum anderen, dass kaum empirische Daten vorliegen. Bei den vorliegenden Daten kommt erschwerend hinzu, dass diese nicht über länger Zeiträume unbeeinflusst waren. Für eine unbeeinflusste langfristige Preiselastizität im ÖV müsste eine

quantitative Untersuchung vor einer Preisänderung vorliegen. Eine weitere quantitative Erhebung nach einer entsprechenden Zeit müsste auch unternommen worden sein. Des Weiteren sollten über diesen längeren Zeitraum - in Bezug auf langfristige Elastizitäten werden in der Literatur ca. 12 Jahren und mehr angegeben [Pauley et al., 2006] - am System des ÖV ansonsten keine Veränderung stattfinden. Nur dann kann ein direkter Rückschluss auf den Einfluss von Fahrpreis, in Bezug auf Fahrgastzahlen gezogen werden. Diese Situation liegt in der Realität kaum vor, da sowohl die ÖV Systeme und deren Tarifstrukturen einen ständigen Wandel unterzogen sind.

Nach qualitativen Überlegungen (vgl. [Bresson et al., 2003] [Litman, 2004]) erscheint es jedoch plausibel, dass die langfristigen Auswirkungen im allgemeinen über jenen der kurzfristigen Auswirkungen liegen. Durch eine massive Reduktion des Fahrpreises könnten Bewohner einer Stadt dazu bewogen werden beim nächsten anstehenden Kauf eines neuen PKW sich gegen diesen und für den ÖV zu entscheiden. Solange der PKW zur Verfügung steht, wird dieser auch genutzt. Erst wenn es zu der beschriebenen Entscheidung kommen sollte, bekommt der ÖV eine realistische Chance. Da jedoch Investitionen in PKW nur in sehr langen Abständen getätigt werden, werden solche Auswirkungen erst nach einer längeren Zeit schlagend. Genauso können Entscheidungen bezüglich des Wohnortes positiv durch ein solches Angebot beeinflusst werden. Es gilt auch hier, dass Wohnorte nicht kurzfristig sondern längerfristig gewählt, und somit auch gewechselt, werden.

## **6.3 Abschätzung der Nachfrage auf einzelnen Linien**

### **6.3.1 Wahl geeigneter Elastizitäten**

Durch MARS konnte im allgemeinen eine Steigerung während der Peak Periode von 24,01% und in der Off Peak Periode von 44,18% im ÖV (vgl. Tabelle 15) gezeigt werden. Diese würden im Falle des Nulltarifes einer Preiselastizität von -0,2401 und -0,4418 entsprechen. Diese Werte liegen durchwegs in jenen Bereichen, die weiter oben angeführt wurden. Da jedoch die durch MARS ermittelten Werte in keiner Weise durch eine Datenerhebung bzw. Befragung belegt sind, wird für die folgende Abschätzung eine kurzfristige Preiselastizität von -0,25 im Peak und -0,40

während der Off Peak Periode angenommen. Für die langfristige Betrachtung werden, nach den Erfahrungswerten die aus der Literatur gewonnen werden konnten, diese Werte verdoppelt. Demnach ergeben sich langfristige Preiselastizitäten von -0,5 im Peak und -0,8 während der Off Peak Periode. Bezüglich der Langzeitelastizitäten muss hier noch einmal auf die schwache Grundlage hingewiesen werden. Außerdem wurde durch MARS keine langfristigen Auswirkungen prognostiziert.

### **6.3.2 Datengrundlage**

Die als Grundlage dienenden Verkehrszählungen wurden von den Wiener Linien bereitgestellt. Daten liegen für drei U-Bahnlinien U1, U3 und U6 in der Zeit von 6.00 bis 22.00 Uhr in einer halbstündlichen Erhebung vor. Die Einteilung in Peak und Off Peak Perioden erfolgte in Abstimmung mit den gefahrenen Intervallen der untersuchten Linien und wurde wie folgt gewählt:

- 6.00 bis 9.00Uhr Morgenspitze (PEAK)
- 9.00 bis 15.00Uhr untermittags (OFF PEAK)
- 15.00 bis 19.00Uhr Abendspitze (PEAK)
- 19.00 bis 20.30Uhr abends (OFF PEAK)
- 20.30 bis 22.00Uhr ab 20.30Uhr (OFF PEAK)

In diesen Kategorien wurden nicht nur die Preiselastizitäten nach PEAK und OFF PEAK zugewiesen, sondern auch unterschiedliche Intervalle (vgl. Tabelle 24) in denen die Züge fahren.

### **6.3.3 Abschätzung der Fahrgastzahlen auf diversen U-Bahn Linien**

Für die Linien U1, U3 und U6 liegen Zählungen in beiden Fahrtrichtungen für alle Stationen im halbstündlicher Aufschlüsselung vor. Mit diesen sehr detaillierten Daten kann eine sehr gute Abschätzung der Kapazitäten erfolgen. Zunächst ist es von entscheidender Bedeutung die halbstündlichen Kapazitäten zu ermitteln. Diese sind abhängig von Intervall und Kapazität eines Zuges. Die Züge die sich auf diesen Linien bewegen fassen im Schnitt 840 Personen, wobei 35% der Plätze Sitzplätze sind. Die Intervalle gestalten sich zur Zeit wie in Tabelle 24 angeführt.

Mit diesen Intervallen und der angeführten Zugkapazität lassen sich auf einfache Weise die Kapazitäten errechnen. Diese ergeben sich wie in Tabelle 25 dargestellt.

Nach Auskunft der Wiener Linien sollte in der stärksten halben Stunden eine Auslastung von 65% angestrebt werden, um den Qualitätskriterien gerecht zu werden. In der morgendlichen Schülerspitze darf diese Auslastung bis zu 70% betragen.

Linie	Morgenspitze 6 <sup>00</sup> bis 9 <sup>00</sup> Uhr	unter Tags 9 <sup>00</sup> bis 15 <sup>00</sup> Uhr	Abendspitze 15 <sup>00</sup> bis 19 <sup>00</sup> Uhr	abends 19 <sup>00</sup> bis 20 <sup>30</sup> Uhr	ab 20 <sup>30</sup> Uhr
U1	2,5	5	4	5	7,5
U2	5	5	5	5	7,5
U3	3	5	3	5	7,5
U4	3	5	3,75	5	7,5
U6	2,5	5	3	5	7,5

*Tabelle 24: durchschnittliche Intervalle der Wiener U-Bahnen*

Linie	Morgenspitze 6 <sup>00</sup> bis 9 <sup>00</sup> Uhr	unter Tags 9 <sup>00</sup> bis 15 <sup>00</sup> Uhr	Abendspitze 15 <sup>00</sup> bis 19 <sup>00</sup> Uhr	abends 19 <sup>00</sup> bis 20 <sup>30</sup> Uhr	ab 20 <sup>30</sup> Uhr
U1	10.080	5.040	6.300	5.040	3.360
U2	5.040	5.040	5.040	5.040	3.360
U3	8.400	5.040	8.400	5.040	3.360
U4	8.400	5.040	6.720	5.040	3.360
U6	9.312	4.656	7.760	4.656	3.104

*Tabelle 25: Kapazitäten der Wiener U-Bahnen aufgrund der gefahrenen Intervalle*

Das theoretisch maximale Intervall wäre ein 90 Sekunden Takt. Dies würde jedoch massive Investitionen in die Infrastruktur benötigen. Bei dem jetzigen Stand der baulichen Struktur ist ein Intervall von 2,5 Minuten über einen kürzeren Zeitraum praktisch umzusetzen. Für längere Zeiträume ist die Umsetzung schwierig, da mit diesem Intervall am Rand des praktisch Realisierbaren gefahren wird und bereits kleine Störungen zu einem Kollaps führen würden.

Im folgenden werden Berechnungen mittels den erhobenen Fahrgastzahlen der Wiener Linien und den angenommenen Elastizitäten Abschätzungen durchgeführt.

### 6.3.3.1 Linie U1

#### a.) kurzfristige Betrachtung

Auf der Linie U1 befinden sich 19 Stationen<sup>25</sup>. Die Datenerhebung erfolgte von 6.00 bis 22.00Uhr. Somit ergeben sich 576 Einträge in die Zählmatrix.

In Fahrtrichtung Reumanplatz wird die 65% Marke 27 mal überschritten. 48 Überschreitungen sind in der Gegenrichtung zu erwarten. Die häufigsten Überschreitungen sind in der

<sup>25</sup> In der Zählmatrix wird die letzte Station einer Fahrtrichtung nicht angeführt. Logischerweise müssen alle Fahrgäste die in der vorletzten Station noch sich im Zug befinden in der letzte Station aussteigen und demnach ist die Zahl der Fahrgäste, bei verlassen der letzten Station, null

Abendspitze zu erwarten. In der Fahrtrichtung Leopoldau wird in der Abendspitze einmal die Kapazitätsgrenze von 6300 Fahrgästen überschritten. Auch untertags können in jener Fahrtrichtung Überschreitungen der Qualitätsniveaus erwartet werden. Die Kapazitätsengpässe und die Erfüllung der Qualitätskriterien in der Abendspitze könnten durch Verkürzung der

	Fahrtrichtung					
	Reumanplatz			Leopoldau		
	>65%	>70%	>100%	>65%	>70%	>100%
Morgenspitze 6 <sup>00</sup> bis 9 <sup>00</sup> Uhr	4	1	0	1	0	0
unter Tags 9 <sup>00</sup> bis 15 <sup>00</sup> Uhr	7	3	0	20	11	0
Abendspitze 15 <sup>00</sup> bis 19 <sup>00</sup> Uhr	16	8	0	25	16	1
abends 19 <sup>00</sup> bis 20 <sup>30</sup> Uhr	0	0	0	2	1	0
ab 20 <sup>30</sup> Uhr	0	0	0	0	0	0
Summe	27	12	0	48	28	1

Tabelle 26: Überschreitung der Qualitätskriterien aufgrund Kurzzeitelastizität; Linie U1

Intervalle erreicht werden. Würde man das Intervall in dieser Periode auf 3,0 min reduzieren treten in Fahrtrichtung Leopoldau nur noch vier Überschreitungen der 65% Marke auf, wovon in zwei Fällen die 70% Marke überschritten wird. In der Gegenrichtung können bei diesem Intervall bereits die Qualitätskriterien erfüllt werden. Bei einem 2,5 min Intervall wird nur einmal die untere Marke überschritten. Die Auslastung beläuft sich

in dieser halben Stunde nur in einer Station auf 68%. Demnach könnten die Linie U1 unter den getroffenen Annahmen den Nulltarif (unter der Annahme kurzfristiger Elastizitäten) bewältigen.

b.) langfristige Betrachtung

	Fahrtrichtung					
	Reumanplatz			Leopoldau		
	>65%	>70%	>100%	>65%	>70%	>100%
Morgenspitze 6 <sup>00</sup> bis 9 <sup>00</sup> Uhr	12	7	0	6	4	0
unter Tags 9 <sup>00</sup> bis 15 <sup>00</sup> Uhr	48	31	0	55	47	2
Abendspitze 15 <sup>00</sup> bis 19 <sup>00</sup> Uhr	49	34	0	55	44	7
abends 19 <sup>00</sup> bis 20 <sup>30</sup> Uhr	3	1	0	7	5	0
ab 20 <sup>30</sup> Uhr	0	0	0	0	0	0
Summe	112	73	0	123	100	9

Tabelle 27: Überschreitung der Qualitätskriterien aufgrund Langzeitelastizität; Linie U1

Legt man der Berechnung die Langzeitelastizität von -0,8 zugrunde, häufen sich die Überschreitungen der Qualitätskriterien und der Kapazitätsgrenzen deutlich. In der Morgenspitze wird auf dieser Linie bereits ein 2,5min Intervall gefahren, somit kann hier keine Entlastung erreicht werden. Die Auslastungsmaxima belaufen sich in der Morgenspitze, unter diesen Bedingungen, auf 89% in Richtung Reumanplatz und 80% in der

Gegenrichtung. In der folgenden Periode könnte durch Verkürzung des Intervalls auf 2,5 min die Einhaltung der Qualitätskriterien erreicht werden. In der Abendspitze kann es selbst bei einem Intervall von 2,5 min nicht verhindert werden, dass in zwei Fällen die 70% Marke nicht unterboten werden kann. Selbst bei Einsatz der neuesten Generation von Zügen, welche 882 Fahrgäste fassen, könnte es in einem Fall nicht vermieden werden.

### 6.3.3.2 Linie U3

#### a.) kurzfristige Betrachtung

	Fahrtrichtung					
	Ottakring			Simmering		
	>65%	>70%	>100%	>65%	>70%	>100%
Morgenspitze 6 <sup>00</sup> bis 9 <sup>00</sup> Uhr	0	0	0	5	2	0
unter Tags 9 <sup>00</sup> bis 15 <sup>00</sup> Uhr	20	15	0	28	22	0
Abendspitze 15 <sup>00</sup> bis 19 <sup>00</sup> Uhr	16	10	0	4	4	0
abends 19 <sup>00</sup> bis 20 <sup>30</sup> Uhr	3	3	0	3	2	0
ab 20 <sup>30</sup> Uhr	2	1	0	0	0	0
Summe	41	29	0	40	30	0

Tabelle 28: Überschreitung der Qualitätskriterien aufgrund Kurzzeitelastizität; Linie U3

Die Linie U3 hat 21 Stationen<sup>26</sup> und die Erhebung erfolgte von 6.00 bis 22.00 Uhr. Für die Zählmatrix ergeben sich demnach 640 Einträge. Auf dieser Linie können durchwegs in allen Bereichen Überschreitungen der Qualitätskriterien (vgl. Tabelle 28) erwartet werden. Probleme treten nicht gleichermaßen in beiden Fahrtrichtungen auf. In Richtung Ottakring treten vor allem untertags und

in der Abendspitze Überlastungen auf. In Richtung Simmering erhöhen sich die Fahrgastzahlen am stärksten in der Periode von 9.00 bis 15.Uhr. Durch Erhöhung der Intervalle können die gewünschten Qualitätsniveaus wieder erreicht werden. Würde in der Morgenspitze ein 2,5min, untertags ein 3,5min, in der Abendspitze ein 2,5min, abends ein 3,5min und nach 20.30Uhr ein 6,5 min Intervall gefahren werden, könnten die maximal gewünschten Auslastungen in beiden Richtungen eingehalten werden.

#### b.) langfristige Betrachtung

	Fahrtrichtung					
	Ottakring			Simmering		
	>65%	>70%	>100%	>65%	>70%	>100%
Morgenspitze 6 <sup>00</sup> bis 9 <sup>00</sup> Uhr	0	0	0	12	7	0
unter Tags 9 <sup>00</sup> bis 15 <sup>00</sup> Uhr	55	41	4	59	53	8
Abendspitze 15 <sup>00</sup> bis 19 <sup>00</sup> Uhr	30	27	0	11	8	0
abends 19 <sup>00</sup> bis 20 <sup>30</sup> Uhr	10	8	2	9	7	1
ab 20 <sup>30</sup> Uhr	5	2	0	0	0	0
Summe	100	78	6	91	75	9

Tabelle 29: Überschreitung der Qualitätskriterien aufgrund Langzeitelastizität; Linie U3

Bei den Langzeitprognosen fallen auch hier die Fahrgastzahlen deutlich höher aus. Insgesamt wird die 65% Marke 191 mal überschritten. 153mal wird die 70% Marke überschritten und 15 Mal können nicht alle Fahrgäste transportiert werden. Die größte Belastung liegt hier untertags und in der Abendspitze. Da bereits durch die kurzfristige Steigerung der Fahrgastzahlen in zwei Perioden

mit dem derzeitigen kleinsten Intervall gefahren werden müsste, liegt auf der Hand, dass durch die langfristigen Steigerungen den Qualitätskriterien nicht mehr gerecht werden kann. Bei

<sup>26</sup> siehe 25

einem 2,5 min Intervall wird in Fahrtrichtung Ottakring in der Abendspitze die 65% Marke elf Mal und die 70% Marke 5 Mal überschritten. Das Auslastungsmaxima beträgt 79%. In der Gegenrichtung treten in der Morgenspitze die Probleme auf. Die 65% Marke wird fünf Mal und die 70% Marke zwei Mal überschritten. Das Auslastungsmaxima beträgt in diesem Fall 75%. Für den Zeitraum von 9.00 bis 15.00 Uhr müsste unter diesen Annahmen ebenfalls ein Intervall von 2,5min gefahren werden. In der Zeit von 19.00 bis 20.30 wird zur Zeit ein fünf Minuten Intervall gefahren. Durch das langfristige Wachstum kommt es in dieser Periode zu Engpässen in der Kapazität. Verkürzt man das Intervall auf drei Minuten, könnten auch hier die Qualitätsansprüche befriedigt werden. Für die folgende Periode reicht ein 6,5min Intervall.

### 6.3.3.3 Linie U6

#### a.) kurzfristige Betrachtung

	Fahrtrichtung					
	Floridsdorf			Siebenhirten		
	>65%	>70%	>100%	>65%	>70%	>100%
Morgenspitze 6 <sup>00</sup> bis 9 <sup>00</sup> Uhr	0	0	0	0	0	0
unter Tags 9 <sup>00</sup> bis 15 <sup>00</sup> Uhr	0	0	0	5	1	0
Abendspitze 15 <sup>00</sup> bis 19 <sup>00</sup> Uhr	0	0	0	0	1	0
abends 19 <sup>00</sup> bis 20 <sup>30</sup> Uhr	1	0	0	1	0	0
ab 20 <sup>30</sup> Uhr	0	0	0	0	0	0
Summe	1	0	0	6	2	0

*Tabelle 30: Überschreitung der Qualitätskriterien aufgrund Kurzzeitelastizität; Linie U3*

Die Linie U6 ist mit 24 Stationen die längste aller U-Bahn Linien in Wien. Auch hier wurden die Daten von 6.00 bis 22.00Uhr erhoben. Somit ergeben sich 756 Einträge in die Zählmatrix. Die Züge die auf dieser Linie verkehren, haben ein kleineres Fassungsvermögen als jene der anderen Linien. Während in den Linien U1 bis U4 Züge mit 840 bzw. 882 Personen Fassungsvermögen

verkehren, werden für die Linie U6 Züge mit einer Kapazität von 624 bzw. 776Personen verwendet. Für diese Abschätzung werden die Kapazitäten auf Basis der größeren Züge angenommen.

Nach Einführung des Nulltarifes sollten nach diesen Berechnungen kaum Probleme auf dieser Linie auftreten. Der Auslastungsgrad von 65% wird sieben Mal überschritten und die 70% wird nur einmal überschritten. Die maximale Auslastung ergibt sich in diesen Fällen zu 69% und 73%. Demnach handelt es sich nur um geringe Einbußen in der geforderten Qualität die mitunter vertretbar wären. Verkürzt man die Intervalle untertags auf 3,5min, in der Abendspitze auf 3min und abends auf 3,5min können alle Qualitätskriterien eingehalten

werden.

b.) langfristige Betrachtung

	Fahrtrichtung					
	Floridsdorf			Siebenhirten		
	>65%	>70%	>100%	>65%	>70%	>100%
Morgenspitze 6 <sup>00</sup> bis 9 <sup>00</sup> Uhr	1	0	0	1	0	0
unter Tags 9 <sup>00</sup> bis 15 <sup>00</sup> Uhr	4	0	0	18	10	0
Abendspitze 15 <sup>00</sup> bis 19 <sup>00</sup> Uhr	5	1	0	13	6	0
abends 19 <sup>00</sup> bis 20 <sup>30</sup> Uhr	3	1	0	2	1	0
ab 20 <sup>30</sup> Uhr	0	0	0	0	0	0
Summe	13	2	0	34	17	0

*Tabelle 31: Überschreitung der Qualitätskriterien aufgrund Langzeitelastizität; Linie U3*

In der längerfristigen Prognose zeigt sich eine schlechtere Situation. Die 65% Marke wird 63 Mal überschritten und 19 mal die 70% Marke. Im Gegensatz zu den anderen Linien kommt es hier aber nicht zu Kapazitätsengpässen. Die Intervalle könnten auch hier entsprechend verkürzt werden um den Qualitätskriterien zu entsprechen. Anzustrebende Intervalle für diese Linie wären

2,5min für die Morgenspitze, 3,5min untertags, 2,5min in der Abendspitze, 3,5min abends und das gehabte 7,5min Intervall ab 20.30Uhr. Das würde reichen um den hohen Standards der Wiener Linien zu genügen.

**6.3.4 Zusammenfassung und kritische Bemerkung zu Kapitel 6.3**

Durch die gewählten Elastizitäten konnte gezeigt werden, wie sich die Fahrgastzahlen auf einzelnen Linien entwickeln könnten. Bei der Linie U6 treten, unter den ausgewählten Linien, keine großen Probleme auf. Bei den anderen beiden Linien ist teilweise mit Qualitätseinbußen und manchmal mit Kapazitätsengpässen zu rechnen, wobei die Probleme vor allem bei den langfristigen Steigerungen auftreten. Auf der Linie U1 wird die Kapazitätsgrenze aufgrund der langfristigen Entwicklung neun mal überschritten. Hier muss jedoch festgehalten werden, dass diese Steigerungen nur aufgrund von Erfahrungswerten aus der Literatur abgeschätzt wurden (vgl.Kapitel 6.2.3). Durch MARS wurde diese Steigerung nicht prognostiziert (vgl. Abbildung 22). Aus diesem Grund sind diese Entwicklungen unter einem Fragezeichen zu betrachten.

Dennoch müssen selbst durch die kurzfristigen Steigerungen die Intervalle in sehr vielen Fällen verkürzt werden, um die Nachfrage zu befriedigen. Diese Steigerung im Angebot ist mit erheblichen Kosten verbunden. Zum einen müssen mehr Züge auf den Strecken unterwegs sein und zum anderen bedeutet dies auch einen erhöhten Personalaufwand. Dieser Mehraufwand wird vermutlich nicht nur an den angeführten Linien zu leisten sein, sondern im gesamten

Netz.

Durch diesen Umstand wird die Problematik der Finanzierung verschärft bzw. verdeutlicht. Neben den Verlusten aus dem Fahrscheinverkauf müssen noch weitere Kosten aufgrund der Mehrleistungen im ÖPNV in Kauf genommen werden.

## **7 Zusammenfassung und kritische Betrachtung**

Durch den Nulltarif im öffentlichen Verkehr kann in jedem Falle eine Verlagerung zum öffentlichen Verkehr erreicht werden. Die Kostenkomponente im öffentlichen Verkehr ist dennoch nicht der einzige Faktor, um Menschen vom motorisierten IV auf den ÖV zu bewegen. Das Quality of Service definiert sich auch durch schwer messbare Attribute wie Sauberkeit, Zustand der Fahrzeuge oder einfach die Wahrnehmung und das Image des ÖV im Allgemeinen. Betrachtet man die Kosten im ÖV und vergleicht diese mit den Kosten im motorisierten IV, stellt man fest, dass die durchschnittlichen Kosten im ÖV von 0,35€ (als absolutes, momentan erreichbares Minimum) pro Fahrt ab der Wegekategorie 1 bis 3 km bereits niedriger sind als jene des IV (Kapitel 4.3.7). Bei der durchgeführten Sensitivitätsanalyse (Kapitel 4.2.3.3) konnte ferner gezeigt werden, dass die Zeitkomponenten eines Weges im ÖV, mit Ausnahme der Beförderungszeit, sensibler auf Reduktionen bzw. Erhöhungen reagieren als die Kostenkomponenten.

Durch die Modellierung mittels MARS wurde in Wien ein Zuwachs im ÖV von +32,53% berechnet. In den angeführten Beispielen, unter Kapitel 3.2, konnten wesentlich höhere Zuwächse beobachtet werden. So wurde beispielsweise in der Stadt Hasselt, die als einzige einen tatsächlichen Nulltarif einführt, ein Zuwachs im ÖV von +1260% verzeichnet. Zu beachten bleibt hier jedoch, dass diese große relative Veränderung eine absolute Erhöhung von 1.000 auf 12.600 Fahrgästen bedeutete. Wenn man bedenkt, dass in Wien täglich ca. 2.180.000 Fahrgäste transportiert werden, wird die bedingte Übertragbarkeit dieses Fallbeispiels offensichtlich.

Die Auswirkungen auf den täglichen Fahrbetrieb im öffentlichen Verkehr wurden unter Kapitel 6.3.3 beispielhaft mittels des Elastizitätskonzept betrachtet. Dieses Konzept kann im Falle eines Nulltarifes nur sehr grobe Anhaltspunkte liefern, die für eine Abschätzung reichen, aber deren Ergebnisse mit Sicherheit nur als Anhaltspunkte und nicht als genaue Prognose dienen dürfen.

Dennoch konnte in Abstimmung mit den Werten aus MARS gezeigt werden, dass zumindest kurzfristig keine großen Probleme auftreten sollten. Mit Qualitätseinbußen muss an diversen Stellen gerechnet werden. In den langfristigen Prognosen, die wie oben erwähnt wurde generell sehr schwach sind, dürfte es durchaus zu Kapazitätsengpässen kommen, die ohne massive Investitionen nicht behoben werden können.

Obwohl der Zuwachs in Wien beträchtlich wäre, schießt die Maßnahme am Ziel vorbei. Die eigentliche Intention eines Nulltarifes sollte die Verlagerung vom MIV zu den ÖV sein. Betrachtet man Wien als Ganzes, kommen die neuen Fahrgäste im ÖV zu 29% aus dem nicht motorisierten und zu 59% aus dem induzierten Verkehr. Nur 23% der neuen Fahrgäste im ÖV könnten als Rückgang im PKW-Verkehr verzeichnet werden. Die Nichtmotorisierten, Radfahrer und Fußgänger, wurden vor allem in jenen Teilen von Wien stark reduziert, in denen auch das ÖV Angebot sehr gut ist. In der Betrachtung der inneren Bezirke während der Peak Periode (vgl. Seite 69) konnte gezeigt werden, dass die Nichtmotorisierten 41% der neuen Fahrgäste an den ÖV liefern. In der selben Betrachtung liefert hingegen der PKW Verkehr nur 23% der neuen Fahrgäste an den ÖV. Neben dieser Tatsache wurde mehrmals augenscheinlich, wie die Maßnahme die Wegewahl beeinflusst. Durch den Nulltarif wurde eine Vielzahl von Wegen geschaffen, sei es durch Veränderung der Ziele oder durch Verkürzung der Wege (vgl. Kästen Seite 63 und 64), die den öffentlichen Verkehr zusätzlich belasten und eigentlich nicht Ziel der Maßnahme sein sollten.

Die Radfahrer und Fußgänger erfahren vor allem einen starken Rückgang bei den Wegen bis drei Kilometer. Der PKW Verkehr hält in diesen Wegeklasse eine sehr geringen Anteil am Modal Split. In Kapitel 5.8 wurden die positiven Auswirkungen des Nulltarifes auf die Reduktion der zurückgelegten Fahrzeugkilometer erörtert. Die positiven Auswirkungen auf den CO<sub>2</sub> Ausstoß sind vorhanden, fallen dennoch sehr gering aus.

Gerade bei den Wegen ab fünf Kilometer, bei denen die Nichtmotorisierten bereits in der Ausgangslage eine unbedeutende Rolle spielten, könnten sehr hohe Einsparungen erzielt werden. In jenen Wegeklassen sind jedoch die Widerstände nach Walther (1991) bereits in der Ausgangslage höher (vgl. Kapitel 4.3.7). Umso mehr verdeutlicht das die unterschiedliche Wahrnehmung der Verkehrsmittel ÖV und PKW. Offensichtlich reicht es nicht allein den ÖV

auf ein gleiches Qualitätsniveau wie den PKW zu bringen, um die Menschen zum Umstieg zu bewegen, sondern die Qualität des ÖV muss jene des PKW-Verkehrs überbieten. Der Nulltarif kann in diesem Zusammenhang einen Beitrag leisten, kann es aber alleine nicht schaffen, extreme Verlagerungen vom motorisierten IV zu den ÖV zu liefern.

Eine wesentliche Frage, die in dieser Arbeit nicht betrachtet wurde, aber dennoch hier kurz erwähnt werden soll, bleibt die Finanzierung. Wie am Beispiel der Stadt Gießen gezeigt wurde, könnte eine Nahverkehrsabgabe eingehoben werden, um diese Maßnahme zu finanzieren. In Hasselt wurde die Maßnahme durch Verlagerung der Finanzmittel, vom Straßenbau zum öffentlichen Verkehr, finanziert. In Seattle wurden jene zur Finanzierung herangezogen, die mittelbar von solch einer Maßnahme profitieren. In Wien würde wohl ein Mix aus diesen Finanzierungsmöglichkeiten gewählt werden müssen, da das Investitionsvolumen wesentlich höher liegt. Es bleibt zu beachten, dass nicht nur die Ausfälle aus den Einnahmen, sondern auch die Mehrleistungen, die die Verkehrsbetriebe liefern, finanziert werden müssen. Abgesehen davon steht nicht fest, ob nicht mit denselben Geldmitteln, durch Verbesserung der Infrastruktur und somit Reduktion des Zeitaufwandes im ÖV, mehr erreicht werden könnte. Eine ausführliche Kosten-Nutzen-Analyse wäre ein Ansatz für weitere Arbeiten.

Schlussendlich möchte ich fünf Aussagen tätigen, die wie ich meine, die Maßnahme Nulltarif treffend beschreiben:

- Der Nulltarif ist, soll er das Ziel der Maximierung der Fahrgäste im ÖV verfolgen, die richtige Maßnahme.
- Der Nulltarif ist, soll er die Verlagerung des PKW Verkehrs auf den ÖV in großem Stil bewirken, die falsche Maßnahme.
- Der Nulltarif verursacht einen starken Rückgang bei Fußgängern und Radfahrern, die in weiterer Folge den ÖV benutzen.
- Der Nulltarif verursacht einen Anstieg der zurückgelegten Wege im öffentlichen Verkehr und dies vor allem bei kurzen Wegen bis drei Kilometer.
- Der Nulltarif kann nur Teil eines Maßnahmenpaketes sein, welches die Entlastung der Straßen und somit auch der Umwelt zur Folge hat.

## L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

[Bamberg, 1999]

Bamberg S., Schmidt P.. 1999. Regulating Transport: Behavioural Changes in the Field. Journal of Consumer Policy. Nr.22 Seiten 479-509. Kluwer Academic Publishers.

[Bamberg, 2004]

Bamberg S.. 2004. Verkehrsmittelwahl: Eine Frage des Eigennutzes, der Moral oder der Gewohnheit?, in: Bleibt das Auto mobil. Peter Lang Verlag. Frankfurt am Main

[Beirão, 2007]

Beirão. 2007. Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. Transport Policy. Nr.14 Seiten 478-489. Elsevier.

[Bohley, 1973]

Bohley P.. 1973. Der Nulltarif im Nahverkehr. Kyklos. Nr.1 Seiten 113-142. Blackwell Publishing.

[Bohley, 1974]

Bohley P.. 1974. Für und wider Nulltarif. WIST. Nr.5

[Bresson et al.,2003]

Bresson et al.. 2003. The main determinants of the demand for public transport: a comparative analysis of England and France using shrinkage estimators. Transportation Research Part A. Nr.37 Seiten 605-627. Transportation Research Part A.

[Carlsson-Kanyama, 1999]

Carlsson-Kanyama A. et al.. 1999. Travel patterns and environmental effects now and in the future: implications of differences in energy consumption among socio-economic groups. Ecological Economics. Nr.30 Seiten 405-417. Elsevier.

[De Witte et al., 2005]

De Witte A. et al.. 2005. The impact of "free" public transport: The case of Brussels. Transportation Research Part A. Nr.40 Seiten 671-689. Elsevier Ltd.

[Diewitz, 1998]

Diewitz U., Verron H.. 1998. Der Verkehr droht die Mobilität zu ersticken. Internationales Verkehrswesen. Nr.50 Seiten 72-74. .

[EEA, 2008]

European Environment Agency. 2008. Climate for a transport change. Office for Official Publications of the European Communities. Luxemburg.

[Eurostat, 2003]

Eurostat. 2003. Energiepreise Daten 1990-2002. Edition 2003. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg.

[Fuji & Kitamura, 2003]

Fuji S., Kitamura R.. 2003. What does a one-month free bus ticket do to habitual drivers?.  
Transportation. Nr.30 Seiten 81-95. Klower Academic Publishers.

[Guiven, 2006]

Guiven J.W.. 2006. Modal talk: Discourse analysis of how people talk about bus and car travel.  
Transportation Research Part A. Nr.41 Seiten 233-248. Elsevier.

[Hupkes, 1982]

Hupkes G.. 1982. The law of constant travel time and trip-rates. FUTURES. February. Seiten  
38-46. Butterworth & Co Ltd.

[Jahn u. Wehling, 1999]

Jahn T., Wehling P.. 1999. Das mehrdimensionale Mobilitätskonzept - Ein theoretischer Rahmen  
für die stadtökologische Mobilitätsforschung, in: „Stadtökologische Forschung“ Theorien und  
Anwendung . Analytica. Berlin

[Kalbow, 2001]

Kalbow M.. 2001. Wirkungsanalyse des Nulltarifes im ÖPNV am Beispiel der Stadt Darmstadt.  
Köln.

[Kennedy et al., 2005]

Kennedy C. et al.. 2005. The four Pillars of Sustainable Urban Transportation. Transport  
Reviews. Nr.4 Seiten 393-414. Taylor & Francis.

[Kenworthy, 2001]

Kenworthy J., Laube F.. 2001. The Millennium Cities Database for Sustainable Transport.  
International Association of Public Transport. Brussels.

[Knoflacher, 2007]

Knoflacher H.. 2007. Grundlagen der Verkehrs- und Siedlungsplanung. Böhlau. Wien.

[Läpple, 1995]

Läpple D.. 1995. Handwörterbuch der Raumforschung. Seiten 649-651. Akademie für  
Raumforschung und Landesplanung. Hannover

[Litman, 2004]

Litman T.. 2004. Transit Price Elasticities and Cross-Elasticities. Journal of Public  
Transportation. Nr.2

[Mackett, 2001]

Mackett R.L.. 2001. Policies to attract drivers out of their cars for short trips. Transport Policy.  
Nr.8 Seiten 295-306. Pergamon.

[Matzner, 1973]

Matzner E., Novy M.. 1973. Zur Frage der Tarifgestaltung der öffentlichen Personen-  
Nahverkehrsunternehmen. Jugend u. Volk. Wien.

[Mobilität in Wien, 1993]

Socialdata. 1993. Mobilität in Wien. Stadt Wien, Magistratsabteilung 18.

[Paulley et al., 2006]

Paulley N. et al.. 2006. The demand for public transport: The effects of fares, quality of service, income and car ownership. Transport Policy. Nr.13 Seiten 295-306. Elsevier.

[Peperna, 1982]

Peperna O. 1982. Die Einzugsbereiche von Haltestellen öffentlicher Nahverkehrsmittel im Straßenbahn- und Busverkehr. Wien.

[Pfaffenbichler, 2003]

Pfaffenbichler P.. 2003. The strategic, dynamic and integrated urban land use and transport model MARS (Metropolitan Activity Relocation Simulator). Wien.

[Pfaffenbichler, 2008]

Pfaffenbichler P.. 2008. MARS - Metropolitan Activity Relocation Simulator - A System dynamics based Land Use and Transport Interaction Model. Dr.Mueller. Saarbrücken.

[Pratt et al., 2000]

Pratt R.. 2000. Traveler Response to Transportation System Changes Interim Handbook. Transport Research Board..

[Ravetz, 2000]

Ravetz J.. 2000. City Region 2020 – Integrated Planning for a Sustainable Environment. Earthscan Publications Ltd. London.

[Seydewitz, 1995]

Seydewitz R., Tyrell M.. 1995. Der beitragsfinanzierte Nulltarif.

[Statistik Austria, 2006] Statistik Austria. 2008. EINKOMMEN, ARMUT UND LEBENSBEDINGUNGEN Ergebnisse aus EU-SILC 2006.

[Taniguchi, 2007]

Taniguchi A., Fuji S.. 2006. Promoting public transport using marketing techniques in mobility management and verifying their quantitative effects. Transportation. Nr.34 Seiten 37-49. Springer.

[Tertoolen, 1997]

Tertoolen G., Van Kreveld D., Verstraten B.. 1997. Psychological resistance against attempts to reduce private car use. Transport Research Part A. Nr.3 Seiten 171-181. Pergamon.

[TRB, 2004]

Transportation Research Board. TCRP Report 1995. 2004.

[VCD, 2005]

Verkehrsclub Deutschland. 2005. Mehr Mut zum Erfolg. online, am 10.03.2008.  
[http://www.fairkehr.de/magframeset.html?fair\\_0205/politik/mut.htm](http://www.fairkehr.de/magframeset.html?fair_0205/politik/mut.htm)

[VCÖ, 2007]

Verkehrsclub Österreich. 2007. Factsheet: Autoverkehr- Grenzen als Chance. online, 10.06.08.  
[http://www.vcoe.at/images/doku/VCOeFactsheet\\_Automobilitaet.pdf](http://www.vcoe.at/images/doku/VCOeFactsheet_Automobilitaet.pdf)

[Verron, 2004]

Verron H.. 2004. Ziele und Strategien für ein nachhaltige Mobilität , in: Bleibt das Auto Mobil.  
Peter Lang. Frankfurt am Main

[VIZ, 2007]

Herry M.. 2007. Verkehr in Zahlen. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und  
Technologie.

[Walther, 1975]

Walther K.. 1975. Die fahrzeitäquivalente Reisezeit im öffentlichen Personennahverkehr.  
Verkehr u. Technik. Nr.7.

[Walther, 1991]

Walther K. 1991. Massnahmenreagibler Modal-Split für den städtischen Personennahverkehr.  
Veröffentlichungen des Verkehrswissenschaftlichen Institutes der Rheinisch Westfälischen  
Technischen Hochschule Aachen.

[Walther, 1997]

Walther K. 1997. Simultane Modellstruktur für die Personenverkehrsplanung.  
Veröffentlichungen des Verkehrswissenschaftlichen Institutes der Rheinisch Westfälischen  
Technische Hochschule Aachen

[WDR, 2007]

Zimmermann C.. 2007. Gratis Bus fahren im belgischen Hasselt. online, 26.03.2008.  
<http://www.wdr.de/themen/verkehr/oepnv/hasselt/index.jhtml>

[Wiener Linien, 2007]

Wiener Linien . 2007. Betriebsangaben 2007. online, 16.07.2008.  
[http://www.wienerlinien.at/media/files/2008/WL\\_Betriebsangaben\\_2007\\_3614.pdf](http://www.wienerlinien.at/media/files/2008/WL_Betriebsangaben_2007_3614.pdf)

[Wilke & Petersen 1999]

Wilke G., Petersen R.. 1999. Von der ökologisch verträglichen zur nachhaltigen Mobilität - Zum  
Wandel des Mobilitätsdiskurses in den neunziger Jahren., in: „Stadtökologische Forschung“  
Theorien und Anwendung. Berlin.

# A n h a n g

Verwendete Formel nach Walter (1997):

## Öffentlicher Verkehr:

Wie bereits unter 4.2.2 erwähnt stellt sich der Widerstand im ÖV wie folgt zusammen:

$$w_{\text{ÖV}} = \underbrace{t_{F_{an}} \cdot ZB_F}_{w_{F_{an}}} + \underbrace{t_W \cdot ZB_W}_{w_W} + \underbrace{\sum t_B}_{w_B} + \underbrace{\sum t_U \cdot ZB_U}_{w_U} + \underbrace{t_{F_{ab}} \cdot ZB_F}_{w_{F_{ab}}} + w_K \quad (\text{XIV})$$

$w_{\text{ÖV}}$ .....	Widerstand im ÖV	$w_B$ .....	Widerstand der Beförderung
$t_{F_{an}}$ .....	Zugangszeit zur Haltestelle	$t_U$ .....	Umsteigezeit
$ZB_F$ ...	Zeitbewertung der Zugangszeit	$ZB_U$ ...	Zeitbewertung der Umstiege
$w_{F_{an}}$ .....	Widerstand des Zuganges	$w_U$ .....	Widerstand der Umstiege
$t_W$ .....	Wartezeit	$t_{F_{ab}}$ .....	Abgangszeit von der Haltestelle zum Ziel
$ZB_W$ ..	Zeitbewertung der Wartezeit	$w_{F_{ab}}$ .....	Widerstand der Abgangszeit
$w_W$ ....	Widerstand des Wartens	$w_K$ .....	Widerstand der Kosten
$t_B$ .....	Beförderungszeit		

Dabei errechnen sich die einzelnen Komponenten wie folgt:

### Zugangszeit:

$$w_{F_{an}} = t_{F_{an}} \cdot ZB_F = t_{F_{an}} \cdot (0,549861 + 0,280843 \cdot e^{0,340266 \cdot t_{F_{an}}}) \quad (\text{XV})$$

### Wartezeit:

$$w_W = t_W \cdot ZB_W = t_W \cdot (0,920793 + 0,603757 \cdot e^{0,322748 \cdot t_W}) \quad (\text{XVI})$$

### Beförderungszeit:

$$w_B = \sum t_b \quad (\text{XVII})$$

### Umsteigezeit:

$$w_U = t_U \cdot ZB_U = t_U \cdot (0,0479162 + 0,0589541 \cdot e^{0,326975 \cdot t_U}) \quad (\text{XVIII})$$

### Abgangszeit:

$$w_{F_{ab}} = t_{F_{ab}} \cdot ZB_F = t_{F_{ab}} \cdot (0,549861 + 0,280843 \cdot e^{0,340266 \cdot t_{F_{ab}}}) \quad (\text{XIX})$$

**Kostenkomponente:**

$$w_K = \frac{\text{Kosten/Fahrt}}{\alpha_{\text{ÖV}} \cdot E} \quad (\text{XX})$$

Wobei für „alpha ÖV = 0,17“ gilt und „E“ für das monatliche Haushaltseinkommen steht.

**Motorisierter Individualverkehr:**

$$w_{PKW} = \underbrace{(t_{F_{an}} \cdot ZB_{F_{an}} + t_B \cdot t_{F_{ab}} \cdot ZB_{F_{ab}} + t_{ps} \cdot ZB_{ps})}_{\text{Widerstand der Zeit}} \cdot ZB_{MIV} + \underbrace{w_{bet} + w_{tr} + w_{pk}}_{\text{Widerstand der Kosten}} \quad (\text{XXI})$$

$w_{PKW}$ ... Widerstand im PKW Verkehr	$t_{ps}$ ..... Parkplatzsuchzeit
$t_{F_{an}}$ ..... Zugangszeit zum Parkplatz	$ZB_{ps}$ ..... Zeitbewertungsfaktor der Parkplatzsuchzeit
$ZB_{F_{an}}$ ... Zeitbewertungsfaktor der Zugangszeit	$ZB_{MIV}$ ..... Zeitbewertungsfaktor MIV gegenüber ÖV
$t_B$ ..... Beförderungszeit	$w_{bet}$ ..... Widerstand der Betriebskosten
$t_{F_{ab}}$ ..... Abgangszeit vom Parkplatz zum Ziel	$w_{tr}$ ..... Widerstand der Treibstoffkosten
$ZB_{F_{ab}}$ ... Zeitbewertungsfaktor der Abgangszeit	$w_{pk}$ ..... Widerstand der Parkkosten

Wobei für

$$ZB_{F_{an}} = 1,0 \quad (\text{XXII})$$

$$ZB_{F_{ab}} = ZB_{ps} = 2,0 + 0,0001 \cdot e^{0,8 \cdot t_{F_{ab}} \cdot t_{ps}} \quad (\text{XXIII})$$

$$ZB_{MIV} = 0,8507 \cdot (1 - 0,7318 \cdot e^{-0,1879 \cdot L}) \quad (\text{XXIV})$$

Gilt. Die Reiseweite in Kilometer wird mit L bezeichnet.

Des weiteren gilt:

**Betrieb:**

$$w_{bet} = \frac{\text{Betriebskosten} \cdot L}{\alpha_{\text{Betr.}} \cdot E \cdot B} \quad (\text{XXV})$$

wobei für  $\alpha_{\text{Betr.}} = 0,43$  gilt. Für „E“ gilt wiederum das monatlich verfügbare Haushaltseinkommen und „B“ steht für den Besetzungsgrad in einem PKW der in dieser Arbeit mit 1,2 Personen/KfZ angenommen wurde.

**Benzin:**

$$w_{tr} = \frac{\text{Verbrauch} \cdot \text{Preis/l} \cdot \text{Reiseweite}}{\alpha_{tr} \cdot E \cdot B} \quad (\text{XXVI})$$

wobei für  $\alpha_{tr} = \alpha_{Betr.} = 0,43$  gilt. „E“ und „B“ wie gehabt.

**Parken:**

$$w_{pk} = \frac{\text{Kosten/Parkvorgang}}{\alpha_{Park} \cdot E \cdot B} = \frac{\text{Kosten/Parkvorgang}}{0,769 \cdot \alpha_{Betr.} \cdot E \cdot B} \quad (XXVII)$$

Bei den Kosten pro Parkvorgang wurde angenommen, dass pro Monat 100€ an Kosten anfallen, die sich auf 108 Parkvorgänge aufteilen. Demnach entstehen pro Parkvorgang 0,93€ an Kosten.

**Radfahrer:**

Der Widerstand im Fahrradverkehr errechnet sich wie folgt:

$$w_{RF} = a + b \cdot x^2 \quad (XXVIII)$$

Die Koeffizienten a und b sind abhängig von der Topographie und sind wie in folgender Tabelle durch Walther (1997) determiniert worden:

Topographie	a	b
eben	2	6
eben, mit Hügeln	4	7
uneben, hügelig	8	8
stark hügelig	12	12
starke Höhenunterschiede auf fast jeder Fahrt	16	16

**Fußgänger:**

Die Widerstände im Fußgängerverkehr sind nach Walther nur von der Entfernung abhängig und wurde in seiner Arbeit wie folgt definiert:

Wegeweite [km]	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Widerstand [ ]	0,84	6,2	20,5	88	272	600	1200	2500	5000	10000	20000	40000	80000



8/2003 bis 9/2003	Hilfsarbeiter bei Notgrabungen in der Gemeinde St.Pölten - Ratzersdorf
10/2001 bis 9/2002	Zivildienst beim Roten Kreuz - Bezirksstelle Melk
7/1999	Ehrenamtliche Mitarbeit am Bau eines Schulgebäudes in Goya, Provinz Corrientes – Argentinien
8/2000	Praktikum bei der Möbelfirma Wollner, 1010 Wien
6/1998 bis 7/1998	Praktikum in der Tischlerei Thennemayr, 3383 Hürm

### **Sprachkenntnisse**

Deutsch:	Wort und Schrift (Muttersprache)
Englisch:	Wort und Schrift
Spanisch:	Grundkenntnisse

### **sonstige Interessen**

Reisefreudigkeit, Klettern und Radfahren

Wien, 15.09.08