



Graz University of Technology

**Institut für Straßen- und Verkehrswesen**

# **Potentialanalyse alternativer Mobilitätsformen mit Fokus auf eine Stadtseilbahn für die Stadt Graz**

## **MASTERARBEIT**

vorgelegt von

Stefan Wolfgang Gritsch, BSc.

bei

Univ. Prof. Dr. Ing. Martin Fellendorf

Technische Universität Graz

Institut für Straßen- und Verkehrswesen

Graz, am 19. Oktober 2016





Beschluss der Curricula-Kommission für Bachelor-, Master- und Diplomstudien vom 10.11.2008  
Genehmigung des Senats am 01.12.2008

**Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen / Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtliche und inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Stefan Gritsch, BSc.

**Statutory Declaration**

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Stefan Gritsch, BSc.





## **Danksagung**

Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei meinen Eltern Margit und Günther, welche mir das Studium ermöglicht haben.

Darüber hinaus möchte ich mich bei Prof. Fellendorf, Michael Haberl und Karl Hofer bedanken, die sich stets hilfsbereit gezeigt haben.

**Aufgabenstellung für die Masterarbeit**

**von Stefan Gritsch. BSc.**

Graz, 21.05.2015

**Potentialanalyse alternativer Mobilitätsformen mit Fokus  
auf eine Stadtseilbahn für die Stadt Graz**

**Problemstellung**

Durch das anhaltende Bevölkerungswachstum in Graz und Graz-Umgebung gerät die vorhandene Verkehrsinfrastruktur immer mehr an ihre Kapazitätsgrenzen. Außerdem gibt es in Österreich mit etwa 546 Pkw pro 1.000 Einwohner (Stand 2014) die sechsthöchste Pkw-Dichte in der EU. Die Entwicklung alternativer Mobilitätsformen bietet jedoch ein erhebliches Potential einer Trendumkehr beim Motorisierungsgrad. Neue Mobilitätsangebote (wie Carsharing, Mitfahrzentralen, private Fernbusse, E-Bikes, aber auch Busse und Bahnen) haben bereits Veränderungen in der Einstellung junger Menschen in Bezug auf den Besitz eines eigenen Fahrzeuges erzeugt.

Im Jahr 2014 nutzten rund 105,6 Million Menschen die städtischen öffentlichen Verkehrsmittel der Stadt Graz (Stadt Graz, 2014). Es wird angenommen, dass das Wachstumspotenzial der Nutzung der öffentlichen Verkehrsmittel bis zum Jahr 2025 bei bis zu 30 Prozent liegt. Im Zentrum der Stadt Graz ist der Ausbau der bestehenden Straßenbahn- und Buslinien jedoch begrenzt, da die meisten ihre möglichen Ausbaustufen bereits erreicht haben, damit sind nur mehr Erweiterungen in die peripheren Stadtteile möglich. Der Bau einer Stadtseilbahn in Graz ist daher eine innovative alternative Mobilitätsform, deren Potential genauer zu analysieren ist.

Gerade erst wurde in der türkischen Hauptstadt Ankara ein neues Transportmittel in Form einer Stadtseilbahn eröffnet. Die kuppelbare 10er Kabinenbahn mit insgesamt vier Stationen ermöglicht auf 3.2 km Länge je Sektion und Richtung die Beförderung von 2.400 Personen pro Stunde. Die mit Sitzheizung, Multimedia-Informationssystem und Außenbeleuchtung ausgestatteten Kabinen bieten in bis zu 60 Metern Höhe über dem Boden eine eindrucksvolle Aussicht. Eine Stadtseilbahn kann auch durchaus das Image der Stadt in Punkto der Innovativität aufwerten und als Tourismusmagnet dienen.

Zur besseren Planung zukunftsweisender Verkehrs- und Mobilitätssysteme wird eine Mobilitätsbefragung im Rahmen eines Forschungsprojekts in Graz durchgeführt. Diese Mobilitätsbefragung soll helfen, in Zukunft die Verkehrsorganisation der Stadt besser auf die Bedürfnisse der BewohnerInnen der Stadt Graz sowie deren Ein- und AuspendlerInnen abstimmen zu können. Dabei muss in Erfahrung gebracht werden, welche Wege an einem Werktag typischerweise zurückgelegt werden. Zudem sollen in einer vertieften Befragung auch Meinungen und Einstellungen zu alternativen Mobilitätsformen, wie beispielsweise einer Stadtseilbahn abgefragt werden.

## Aufgabenstellung

Ziel dieser Masterarbeit ist eine Potentialanalyse alternativer Mobilitätsformen mit Fokus auf eine Stadtseilbahn in der Stadt Graz durchzuführen. Diese Potentialanalyse soll durch die Erkenntnisse einer Mobilitätsbefragung mit Fokus auf neuartige Mobilitätsformen ermöglicht werden.

Die folgende Liste enthält wesentliche Bearbeitungspunkte der Masterarbeit; Abweichungen mit fortschreitendem Erkenntnisstand während der Bearbeitung sind möglich:

- Literaturrecherche zum Thema alternativer Mobilitätsformen mit Fokus auf Stadtseilbahnen und deren Potential. Dabei soll speziell auf bereits existierende Stadtseilbahnen eingegangen werden und deren Charakteristika und Randbedingungen ermittelt werden.
- Aufbereitung, Auswertung und Analyse der Mobilitätsbefragung und vertieften Befragung, um den Status-Quo des Verkehrsverhaltens und Einstellung gegenüber neuen Mobilitätsformen der Wohnbevölkerung, der Pendler sowie auch von Touristen zu erfragen.
- Analyse und Interpretation der Erkenntnisse sowie Handlungsempfehlungen für eine künftige Sicherung der Mobilität in der Stadt Graz.

Der Diplomand verpflichtet sich, die bereitgestellten Daten ausschließlich zur Anfertigung der Masterarbeit zu nutzen und bei der Datenaufbereitung und Datenanalyse der zur Verwendung gestellten Unterlagen Datenschutzrichtlinien einzuhalten.

Die Arbeit ist zweifach mit allen Anlagen in DIN A4 gebunden einzureichen. Ein Datenträger mit dem Text, Präsentationen, verwendeten Literatur und weiteren Analysedaten sind beizulegen.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf

Tel. 0316 873 6220

[martin.fellendorf@tugraz.at](mailto:martin.fellendorf@tugraz.at)

Betreuer

Dipl.-Ing. Michael Haberl

Tel. 0316 873 6226

[michael.haberl@tugraz.at](mailto:michael.haberl@tugraz.at)

Mitbetreuender Assistent

Dipl.-Ing. Karl Hofer

Mitbetreuender Assistent



# Kurzfassung

## **Potentialanalyse alternativer Mobilitätsformen mit dem Fokus auf eine Stadtseilbahn für die Stadt Graz**

142 Seiten, 82 Abbildungen, 15 Tabellen

Diese Arbeit beschäftigt sich im Allgemeinen mit der Etablierung von Seilbahnen als urbanes Personentransportmittel und deren Integration in den öffentlichen Personennahverkehr. Im Speziellen geht es um die Potentialanalyse eines Seilbahnprojektes in der Stadt Graz. Diese soll die Stadt in Nord-Süd-Richtung durchqueren und als vollwertiges Mitglied des ÖPNV fungieren. Es werden die Systemeigenschaften und deren Wechselwirkungen mit Umwelt und Verkehr beleuchtet und mit anderen alternativen Mobilitätsformen verglichen.

Die Potentialanalyse stützt sich auf die Auswertung von Daten einer im Vorfeld durchgeführten Mobilitätsbefragung. Diese bestand aus einer Haushalts-, Pendler- und Touristenbefragung sowie einer vertieften *stated preference* Befragung. Eine Teilaufgabe dieser Arbeit war, diese Daten aufzubereiten, auszuwerten und zu interpretieren.

Im Zuge der vertieften Befragung werden die revealed preference Methoden etwas detaillierter behandelt. Aus den Daten dieser Befragung wird eine Nutzenfunktion für den Modus Seilbahn berechnet, um diesen im Verkehrsmodell zu implementieren. Hierfür musste das Wahlverhalten der Verkehrsteilnehmer mit Hilfe einer Regressionsanalyse abgebildet werden.

# Abstract

## Potential analysis of alternative means of transport focusing on an urban cable car for the city of Graz

142 Seiten, 82 Abbildungen, 15 Tabellen

The subject of observation of this paper is the establishment of a cable car as an urban passenger transport mean and its integration into the public transport system. In particular, this is a project dedicated to the potential analysis of a cable car that should pass through the city of Graz in a north-south direction and carry out its duties as a fully-fledged member of the public transport. The system properties and their interactions with the environment and traffic are examined and compared with alternative forms of transport.

The potential analysis is based on an evaluation of survey data obtained from a mobility survey. This includes household, commuter, tourist as well as advanced *stated preference* surveys. An essential part of the following work is the processing, evaluation and interpretation of these data.

In the course of a survey interview the revealed preference methods were examined more detailed. An utility function for the cable car mode was calculated based upon the data of this survey in order to apply it to the transport model. For this purpose, the choice behaviour of transport users was mapped with the help of a regression analysis.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>iii</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>vi</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>viii</b>
<b>Abkürzungen</b> .....	<b>ix</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>10</b>
1.1 Ziel der Arbeit .....	10
1.2 Problemstellung.....	11
1.3 Aufbau der Arbeit .....	12
<b>2 Allgemeine Betrachtung des ÖPNV</b> .....	<b>13</b>
2.1 Funktionale Beschreibung des ÖPNV in Städten.....	13
2.2 Betrieb .....	13
2.3 Planung von ÖPNV-Anlagen .....	14
2.3.1 Haltestellenplanung .....	15
2.3.2 Kapazitätsplanung .....	22
2.4 Ist-Situation Graz .....	26
2.4.1 Bevölkerungswachstum .....	26
2.4.2 ÖPNV in Graz .....	27
2.4.3 MIV .....	29
2.4.4 Nichtmotorisierter Individualverkehr .....	30
<b>3 Alternative Mobilitätsformen für den urbanen Raum</b> .....	<b>31</b>
3.1.1 Seilbahn .....	33
3.1.2 Peoplemover und Light Rapid Transit .....	33
3.1.3 Monorail und Schwebebahn .....	35
3.1.4 Mikro-ÖV .....	37
3.1.5 Bus Rapid Transit (BRT) .....	38
3.1.6 <i>Transit Explore Bus</i> .....	39
<b>4 Seilbahnsysteme</b> .....	<b>40</b>
4.1 Definition „urbane Seilbahn“ .....	40
4.2 Technik .....	41
4.3 Vor- und Nachteile von urbanen Seilbahnen .....	42
4.4 Betriebliche und finanzielle Systemeigenschaften.....	43
4.4.1 Theoretische Förderleistung einer Seilbahn im Umlaufbetrieb.....	43
4.4.2 Fördergeschwindigkeit .....	44
4.4.3 Energieverbrauch .....	44

4.4.4	Umweltauswirkungen .....	45
4.4.5	Gesetzliche Grundlagen in Österreich.....	46
4.4.6	Investitions- und Betriebskosten .....	47
4.5	Bereits existierende urbane Seilbahnen.....	48
4.5.1	Auflistung wichtiger Seilbahnprojekte im urbanen Raum .....	48
4.5.2	Ankara, Türkei .....	50
4.5.3	Medellín, Kolumbien .....	51
4.5.4	Caracas, Venezuela.....	53
4.5.5	La Paz, Bolivien .....	55
<b>5</b>	<b>Mobilitätsverhalten 2015.....</b>	<b>57</b>
5.1	Masterplan ÖV.....	57
5.2	Mobilitätserhebung .....	58
5.2.1	Erhebungsmethoden.....	58
5.2.2	Befragungen .....	61
5.2.3	Erhebungsinhalt .....	62
5.2.4	Erhebungszeitraum .....	63
5.2.5	Untersuchungsraum.....	63
5.3	Rohdaten .....	64
5.3.1	Rücklaufquote .....	64
5.3.2	Vollständigkeit der Wegetagebücher.....	66
5.3.3	Stichprobenfehler und Stichprobenumfang .....	67
5.4	Datensatzaufbereitung.....	70
5.4.1	Verhaltenshomogene Gruppen (VHG).....	71
5.4.2	Wege Zwecke und Aktivitäten.....	72
5.4.3	Aktivitätenketten und Aktivitätspaare .....	73
5.5	Auswertung allgemeine Mobilitätserhebung.....	74
5.5.1	Sozio-demographische Kennwerte der Befragung .....	74
5.5.2	Mobilitätskennwerte.....	77
5.5.3	Zusammenfassung.....	84
5.6	Touristenbefragung .....	84
5.6.1	Erhebungsmerkmale .....	84
5.6.2	Ergebnisse der Touristenbefragung .....	85
5.6.3	Zusammenfassung.....	89
5.7	Vertiefte ( <i>stated response</i> ) Befragung .....	90
5.7.1	Stated-Response-Methoden .....	90
5.7.2	Befragungsergebnisse .....	91

<b>6 Verkehrsmodellgestützte Nachfragepotentialermittlung .....</b>	<b>97</b>
6.1 Verkehrsmodelle .....	97
6.1.1 Verkehrsaufteilungsmodelle (Verkehrsmoduswahl) .....	98
6.1.2 Wahltheorie .....	100
6.1.3 Nutzenfunktion .....	100
6.2 Verkehrsmodellgestützte Nachfragepotentialermittlung .....	102
6.2.1 Berechnung des Nutzenverhältnisses .....	103
6.2.2 Regressionsanalyse .....	106
<b>7 Resümee .....</b>	<b>113</b>
<b>8 Handlungsempfehlungen .....</b>	<b>115</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>116</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>119</b>
A Fragebögen .....	119
B Weitere Erhebungsergebnisse .....	137

---

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Netzgrundformen (Schieder 2015) .....	14
Abb. 2 Weg- und Zeitanteile zur analytischen Bestimmung optimaler Haltestellenabstände .....	15
Abb. 3 Optimaler Haltestellenabstand Seilbahn, Reiseweite 5 km.....	17
Abb. 4 Auswirkungen auf den Haltestellenabstand .....	18
Abb. 5 Variation der Maximalgeschwindigkeit .....	19
Abb. 6 Variation der Haltestellenaufenthaltsdauer .....	19
Abb. 7 Variation der Zu/Abgangsgeschwindigkeit .....	20
Abb. 8 Reisezeitvergleich .....	21
Abb. 9 Optimale Haltestellenabstände zur Minimierung der Reisezeit (Schieder 2015).....	21
Abb. 10 Strecken - Linienbelastung (Schieder 2015).....	23
Abb. 11 Einsatzbereich verschiedener Verkehrsmittel in Abhängigkeit von Kapazität und Länge.....	24
Abb. 12 Verkehrsmittel bezogen auf die Stadtgröße.....	25
Abb. 13 Straßenbahnnetz Graz 1950 und 2008 .....	28
Abb. 14 Fahrgastzahlen der Straßenbahn Graz.....	29
Abb. 15 Welche alternativen Mobilitätsformen sind bereits bekannt. ....	32
Abb. 16 Umlauf- und Pendelbetrieb, Quelle: Fa. Leitner .....	33
Abb. 17 <i>CLS Trochetto - Piazzale Roma</i> , Venedig; Quelle: Fa. Doppelmayr .....	34
Abb. 18 <i>MiniMetro</i> , Perugia; Quelle Fa. Leitner.....	34
Abb. 19 Studie eines Peoplemovers bzw. AGT.....	35
Abb. 20 Chongqing Monorail .....	36
Abb. 21 BRT, China (links) und Washington (rechts).....	38
Abb. 22 <i>Transit Explorer Bus</i> .....	39
Abb. 23 Definition der urbanen Seilbahn.....	40
Abb. 24 Technologische Unterscheidung der Seilbahnsysteme .....	41
Abb. 25 Kostenbeispiel einer Umlaufbahn.....	47
Abb. 26 Investitionskosten/km von U-Bahnen und Straßenbahnen in den USA und Weltweit.....	48
Abb. 27 Weltkarte urbaner Seilbahnen.....	49
Abb. 28 Linienführung der Seilbahn Ankara.....	50
Abb. 29 Stationsgebäude Seilbahn Ankara .....	51
Abb. 30 Seilbahn Medellín .....	52
Abb. 31 Stationsgebäude, Caracas .....	54
Abb. 32 Seilbahnnetz La Paz, Quelle: Doppelmayr .....	55
Abb. 33 Organisation von Erhebungen (Fellendorf 2012) .....	61
Abb. 34 Untersuchungsraum der Mobilitätsbefragung .....	63
Abb. 35 Einteilung Wegezwecke .....	73
Abb. 36 Altersverteilung.....	74
Abb. 37 Höchster Schulabschluss.....	75
Abb. 38 Verhaltenshomogene Gruppen .....	76
Abb. 39a Modal Split 2015    b Modal Split 2003 Quelle: Stadt Graz.....	77
Abb. 40 Anteil der Wege nach Verkehrsmittel und Wegelänge .....	78
Abb. 41 Modal Split nach Wegezwecken, Haushaltsbefragung.....	79
Abb. 42 Modal Split nach Wegezwecken, Pendlerbefragung .....	79

Abb. 43 Durchschnittliche Geschwindigkeit der Verkehrsmittel .....	80
Abb. 44 Außer-Haus-Anteil.....	81
Abb. 45 Außer-Haus-Anteil der VHG .....	81
Abb. 46 Anzahl der Wege .....	82
Abb. 47 Tagesganglinie.....	82
Abb. 48 Verteilung der Wegezwecke .....	83
Abb. 49 Aktivitätenpaare .....	83
Abb. 50 Nächtigungszahlen (Graz in Zahlen 2016).....	85
Abb. 51 Herkunft der Touristen .....	86
Abb. 52a Dauer des Aufenthaltes, b Zweck des Aufenthaltes .....	86
Abb. 53a bevorzugtes Anreise-Verkehrsmittel, b bevorzugtes Verkehrsmittel in Graz.....	87
Abb. 54 Zweck der Seilbahnnutzung, Touristen.....	88
Abb. 55 Seilbahnnutzung in Bezug auf die Art des Aufenthaltes.....	89
Abb. 56 a,b Zufriedenheit mit der Verkehrssituation und dem ÖV .....	92
Abb. 57 a,b Soll Graz eine Seilbahn bauen und wie oft würden Sie diese benützen? .....	93
Abb. 58 Fragetyp 1 .....	94
Abb. 59 Wahlentscheid Bus - Seilbahn.....	94
Abb. 60 Wahlentscheid Straßenbahn - Seilbahn.....	95
Abb. 61 Integriertes Vier-Stufen-Modell in Visum (PTV AG 2013).....	98
Abb. 63 Nested-Logit-Modell .....	103
Abb. 62 MNL-Modell .....	103
Abb. 64 Auswahlwahrscheinlichkeit.....	104
Abb. 65 Beispiele für eine lineare und eine exponentielle Regression.....	107
Abb. 66 Regression mit der Normalverteilungsfunktion.....	109
Abb. 67 Regression mit der Weibullverteilungsfunktion .....	110
Abb. 68 Regression mit der Logit-Verteilungsfunktion .....	110
Abb. 69 Vergleich der Regressionsfunktionen .....	111
Abb. 70 Vergleich der Regressionsfunktionen .....	112
Abb. 71 Beschäftigungsverhältnis der Befragten.....	137
Abb. 72 Anzahl der Zeit- oder Ermäßigungskarten für den ÖV.....	137
Abb. 73 Altersverteilung.....	138
Abb. 74 Anteil der Wege nach Verkehrsmittel und Dauer.....	138
Abb. 75 Anteil der Wege nach Aktivitäten .....	139
Abb. 76 Aktivitätenpaare der Haushaltsbefragung.....	139
Abb. 77 Aktivitätenpaare der Pendlerbefragung .....	140
Abb. 78 Tagesganglinie ÖV.....	140
Abb. 79 Tagesganglinie Zielzweck Arbeit .....	141
Abb. 80 Durchschnittliche Wegedauer nach Verkehrsmittel.....	141
Abb. 81 Wegeketten.....	142
Abb. 82 choice sets.....	142

---

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Taktzeitenvergleich (Haberl 2016).....	25
Tabelle 2 Bevölkerungsprognosen Graz 2012 - 2031 und 2015 - 2034.....	27
Tabelle 3 Schadstoffemissionen verschiedener Verkehrsmittel.....	46
Tabelle 4 Bestehende Stadtseilbahnen.....	50
Tabelle 5 Gliederung der Erhebungsmethoden nach Erfassbarkeit von Merkmalen (Steierwald 2005).....	60
Tabelle 6 Rücklaufquote.....	64
Tabelle 7 Rücklaufquote.....	65
Tabelle 8 Vollständigkeit der Wegetagebücher.....	66
Tabelle 9 Erforderlicher Stichprobenumfang; $d_r = 5\%$ ; $S = 99\%$ .....	69
Tabelle 10 Erforderlicher Stichprobenumfang Haushaltsbefragung; $d_r = 10\%$ ; $S = 90\%$ .....	69
Tabelle 11 Zu erwartender Fehler Haushaltsbefragung; $S = 90\%$ .....	70
Tabelle 12 Verhaltenshomogene Gruppen.....	71
Tabelle 13 VHG-Auswahlbedingungen.....	72
Tabelle 14 Aktivitätenpaare.....	73
Tabelle 15 Durchschnittliche Preisvorstellung.....	89

---

## Abkürzungen

SP	stated preference
RP	revealed preferences
VHG	Verhaltenshomogene Gruppe
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
MIV	Motorisierter Individualverkehr
EUB	Einseilumlaufbahn
DUB	Doppel-Einseilumlaufbahn, Funitel
ZUB	Zweiseilumlaufbahn
3S-Bahn	Dreiseilbahn
BRT	Bus Rapid Transit
ÖROK	Österreichische Raumordnungskonferenz
MNL	Multinominale Logit Modell

# 1 Einleitung

Gilt es ein strategisches Konzept für den öffentlichen Verkehr zu entwickeln spricht man im Allgemeinen über Eisenbahnen, Straßenbahnen, U-Bahnen und Busse. Grundlegende Alternativen kommen mitunter gar nicht zur Sprache. Eine diese Alternativen bildet der Einsatz von Seilbahnen im urbanen Bereich. Bis vor ein paar Jahren noch völlig verkannt, bahnt sie sich schön langsam einen Weg in die Köpfe der Entscheidungsträger. Im letzten Jahrzehnt wurden bereits einige Seilbahnen in Großstädten (La Paz, Caracas, Ankara, Koblenz, London) errichtet und konnten sich ausgezeichnet etablieren. Nicht zuletzt aufgrund dessen, dass es sich hierbei um ein preiswertes, zeitsparendes, umweltschonendes und aufregendes Fortbewegungsmittel handelt, werden auch in der Stadt Graz Überlegungen angestellt, eine Seilbahn zu errichten.

Beim Thema Urbanisierung gehört Graz zu den Spitzenreitern in Österreich. Alleine im Zeitraum von 2011 bis 2016 stieg die Bevölkerungszahl um 21.000 auf 282.500 an. Nicht nur das Stadtgebiet wächst kontinuierlich, sondern auch die Umlandgemeinden erfahren einen Bevölkerungszuwachs. Während im Rest der Steiermark größtenteils rückläufige Bevölkerungszahlen zu beobachten sind, wachsen 33 der 36 Gemeinden im Bezirk Graz-Umgebung<sup>1 2</sup>.

Es gilt also nicht nur die momentane Verkehrssituation zu verbessern, sondern auch für zukünftige Entwicklungen Vorsorge zu tragen. Bereits jetzt kommt es zu einigen Engpässen, sowohl im motorisierten Individualverkehr, als auch im öffentlichen Verkehr. Der Platz ist knapp und die Umweltbelastung hoch, dennoch werden ca. 50% der Wege mit dem Auto absolviert, dem flächenintensivsten und umweltschädlichsten Fortbewegungsmittel. Eine dieser Engstellen betrifft die Nord-Südachse im Innenstadtbereich (Herrengasse), aufgrund dessen nun Überlegungen angestellt werden, entlang der Mur eine Seilbahn zu errichten.

## 1.1 Ziel der Arbeit

Ziel dieser Masterarbeit ist eine Potentialanalyse alternativer Mobilitätsformen mit Fokus auf eine Stadtseilbahn in der Stadt Graz durchzuführen. Diese Potentialanalyse soll durch die Erkenntnisse einer Mobilitätsbefragung mit dem Augenmerk auf neuartige Mobilitätsformen ermöglicht werden.

Im allgemeinen Teil sollen mit Hilfe einer Literaturrecherche bereits bestehende Anlagen untersucht werden um mögliche Schlüsse für zukünftige Anwendungen zu ziehen. Auch auf alternative Mobilitätsformen soll eingegangen werden. Darüber hinaus ist es Aufgabe, die Daten einer Mobilitätserhebung aufzubereiten, auszuwerten und zu interpretieren. Die Mobilitätserhebung bestand aus vier getrennten Erhebungen, einer Haushalts-, Pendler-, und Touristenbefragung, sowie einer vertieften Befragung. Mit Hilfe dieser Daten soll einerseits der Status-Quo des Verkehrsverhaltens herausgearbeitet werden, im Besondern mit der vertieften Befragung aber auch die Einstellung (*preferences*) gegenüber neuer Mobilitätsformen.

Dabei soll die Thematik der *revealed preference* Befragungsmethoden etwas detaillierter behandelt werden. Ein weiteres Ziel ist es, aus diesen Daten die Nutzenfunktion der Verkehrsmoduswahl im Verkehrsmodell der technischen Universität Graz anzupassen. Genauer gesagt, die bestehende Funktion welche den öffentlichen Verkehr abbildet so zu verändern, dass der Einfluss einer Stadtseilbahn modelliert werden kann. Den Abschluss bildet eine Analyse und Interpretation der Erkenntnisse sowie Handlungsempfehlungen für die Mobilität in der Stadt Graz.

---

<sup>1</sup> Referat für Statistik, Stadt Graz

<sup>2</sup> Referat Statistik und Geoinformation der Abteilung 17, Landestatistik Steiermark

## 1.2 Problemstellung

Die Bevölkerungszahl der Stadt Graz hat in den letzten Jahren für europäische Verhältnisse stark zugenommen und sagen die Prognosen einen weiteren Anstieg im Stadtgebiet und auch im Umland voraus. Dadurch steigt auch die Zahl der Aus- und Einpendler. Bereits bei der letzten Registerzählung des Landes Steiermark 2011 waren 83.289 von den 170.328 in Graz arbeitenden Personen Einpendler, hinzu kommen noch 30.569 Grazer die auspendeln<sup>3</sup>. Trotz eines ambitionierten S-Bahnprojektes in den letzten Jahren welches die Erwartungen sogar übertroffen hat<sup>4</sup>, kommen 70 % der Pendler mit dem Pkw nach Graz. Für diese Pendler, die hauptsächlich über den Norden und Südwesten in die Stadt pendeln, müssen weitere Alternativen zum MIV geschaffen werden.

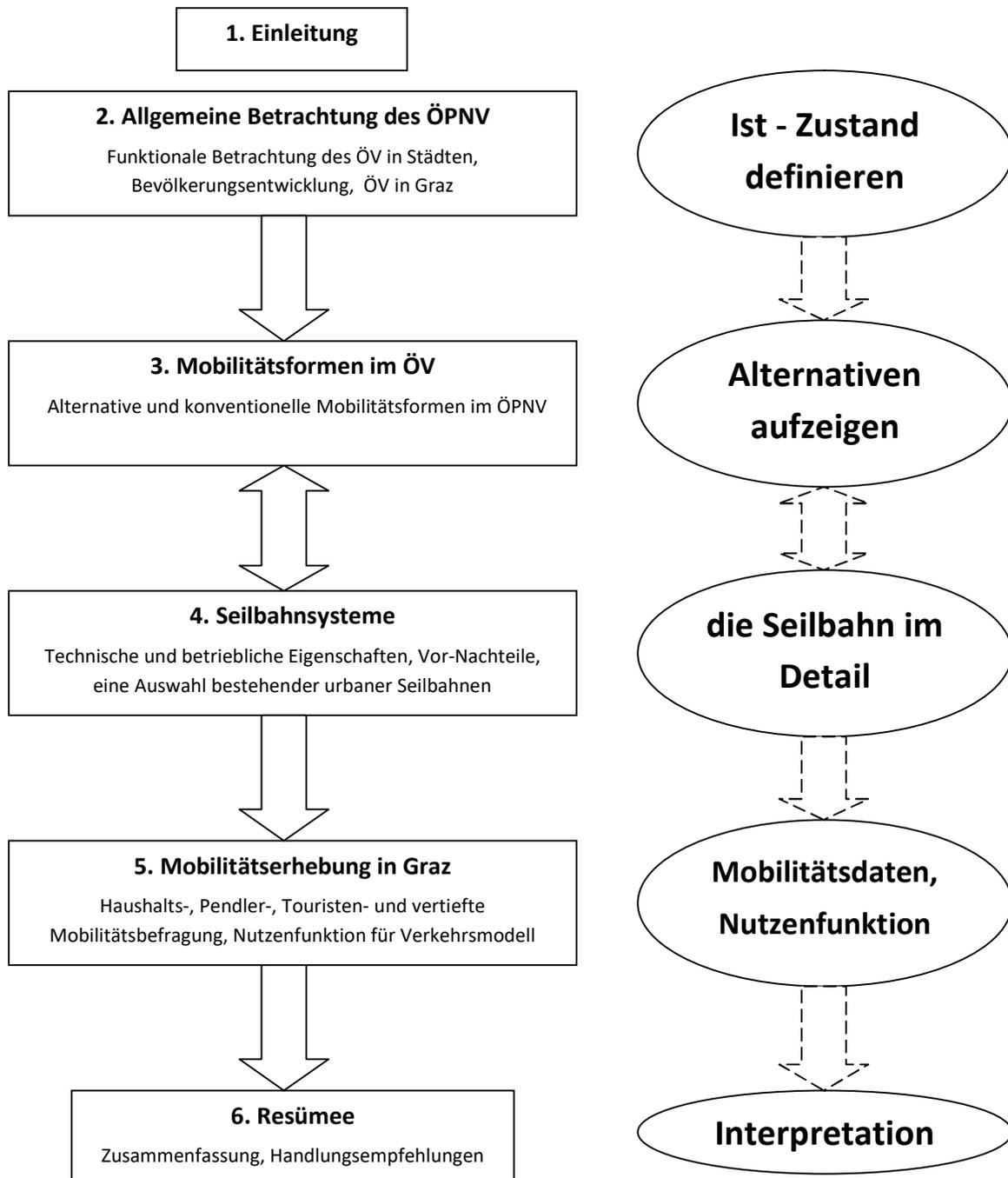
Das zweite Problem das es in Graz zu lösen gilt, ist eine Engstelle im Straßenbahnschienennetz. Die Straßenbahn ist das Hauptverkehrsmittel des ÖPNV in Graz, jedoch befindet sich im Zentrum zwischen dem Hauptplatz und dem Jakominiplatz ein Netzabschnitt, der von allen sechs Straßenbahnlinien auf einem Gleis befahren wird. Zu den Stoßzeiten ist hier das Belastungslimit erreicht und Störungen in diesem Bereich haben massive Auswirkungen auf den Linienverkehr.

---

<sup>3</sup> Steirische Statistiken: Registerzählung 2011-Erwerbstätige und Pendler, Heft 5/2014

<sup>4</sup> Kleine Zeitung

### 1.3 Aufbauschema der Arbeit



## 2 Allgemeine Betrachtung des ÖPNV

### 2.1 Funktionale Beschreibung des ÖPNV in Städten

Als ÖPNV wird in den grundlegenden gesetzlichen Regelungen die allgemein zugängliche Beförderung von Personen mit Verkehrsmitteln im Linienverkehr bezeichnet, die „überwiegend dazu bestimmt ist, die Verkehrsnachfrage im Stadt-, oder Regionalverkehr zu befriedigen“ (Schieder 2015).

Der ÖPNV einer Stadt ist also grundlegend ein rechtliches Konstrukt mit einem gesetzlichen Beförderungsauftrag. Welche Verkehrsmittel die Beförderung bewerkstelligen ist zweitrangig und kann somit durchaus auch von alternativen Transportmitteln wie einer Seilbahn durchgeführt werden, solange alle verlangten Kriterien erfüllt werden.

Die Bedeutung des ÖPNV für umweltfreundliche Mobilität ist unumstritten. Beim Flächenverbrauch und Energiebedarf weist der ÖPNV gegenüber dem MIV deutliche Vorteile auf, ebenso hinsichtlich der Schadstoffemissionen. Der ÖPNV hat auch für eine verträgliche und an Kriterien der Nachhaltigkeit orientierte Entwicklung von Städten und Gemeinden eine große Bedeutung. ÖPNV-Systeme sind Voraussetzung für die Mobilität und Lebensfähigkeit der urbanen europäischen Strukturen. Als Wirtschafts- und Standortfaktor, als Beitrag zur Nachhaltigkeit und Daseinsversorgung in Städten und Gemeinden, ist ein hochwertiger ÖPNV unverzichtbar (Eichmann 2006).

In Österreich wird der ÖPNV durch das „Öffentlichen Personennah- und Regionalverkehrsgesetz 1999 - ÖPNRV - G 1999“ geregelt.

Der Nahverkehr in den österreichischen Städten hat monopolartige Strukturen. Jede Stadt hat einen eigenen Verkehrsverbund der den ÖPNV organisiert. Die Frage ist, ob der mangelnde Wettbewerb eine Qualitätsverbesserung oder Verschlechterung zur Folge hat<sup>5</sup>.

### 2.2 Betrieb

Im Betrieb hat der ÖPNV folgende Kriterien zu erfüllen (vgl.: Schieder 2015):

- **Sicherheit:** Das Verkehrsunternehmen hat nach den Regelungen der Gesetzgebung für die Sicherheit des Betriebes Sorge zu tragen. Betriebsanlagen und Fahrzeuge müssen so beschaffen sein, dass sie den Anforderungen der Sicherheit und Ordnung genügen.
- **Verlässlichkeit:** Den Fahrgast interessiert primär die Verlässlichkeit. Er möchte das versprochene Angebot der Verkehrsverbindung im Bezug auf Weg, Zeit und Kosten auch tatsächlich so vorfinden. Kunden sind darauf angewiesen, dass Informationen sowie Tarifangaben einfach zugänglich, korrekt und verständlich dargeboten werden und bei Betriebsstörungen frühzeitig Alternativen aufgezeigt werden.

---

<sup>5</sup> <http://blog.arbeit-wirtschaft.at/> [Datum des Zugriffs 12.09.2016]

- **Wirtschaftlichkeit:** Es ist natürlich wünschenswert den öffentlichen Verkehr kostendeckend zu betreiben, man darf jedoch nicht vergessen das er auch dazu dient, für einkommensschwache Bevölkerungsgruppen das Grundbedürfnis Mobilität zu gewährleisten.

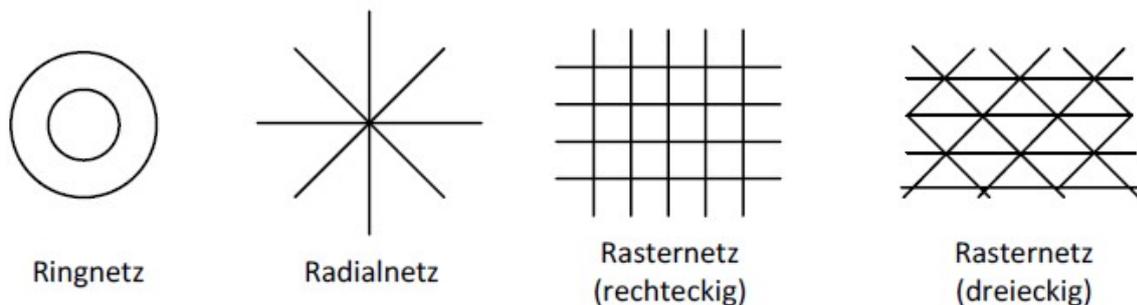
## 2.3 Planung von ÖPNV-Anlagen

Die Planung von ÖPNV Anlagen lässt sich in folgende Bereiche gliedern:

- Netzplanung
  - Netzbildung
  - Linienbildung
  - Haltestellenplanung
- Fahrlagenplanung
  - Fahrplangestaltung
  - Kapazitätsplanung
  - Fahrzeugeinsatzplanung

Netze von Seilbahnen sind eher selten (Caracas, La Paz, Medellín), hauptsächlich werden nur einzelne Linien gebaut. Aufgrund dessen konzentriert sich diese Arbeit auf die Haltestellenplanung und die Kapazitätsplanung. Da die Fahrplangestaltung bei einem Stetigförderer lediglich die Festlegung der Betriebszeiten betrifft, ist diese ebenfalls obsolet. Die Fahrzeugeinsatzplanung bei der es hauptsächlich um wirtschaftliche Aspekte, wie die Verminderung von Anzahl und Länge der Leerfahrten geht, hat bei Seilbahnen ebenfalls eine eher untergeordnete Bedeutung. Hier sind es eher technische Fragestellungen die beantwortet werden müssen, betreffend die auslastungsabhängige Seilbestückung während des Betriebs. Für weiterführende Informationen über die Planung von ÖPNV Anlagen wird auf Literatur verwiesen wie „Betriebsplanung im öffentlichen Personennahverkehr“ von Schieder L., oder „Public Transport: Its Planning, Management, and Operation“ von White P..

Die **Netzplanung** hat die Aufgabe, unter Berücksichtigung bestimmter Planungsziele, Streckenführungen künftiger Verkehrswege und den Verlauf von Linien in ihrem netzweiten Zusammenwirken vorausschauend freizulegen und zu überprüfen.



**Abb. 1** Netzgrundformen (Schieder 2015)

Ziele der **Fahrlagenplanung** sind die Minimierung der Reise-, und Wartezeiten, die Maximierung der Fahrplanstabilität, Optimierung der Fahrzeuganzahl, Kapazitätsmaximierung und Optimierung des Energiemanagements. Die Fahrplangestaltung ist auch davon abhängig ob das Verkehrsmittel vom Straßenverkehr abhängig (Bus) oder unabhängig ist (U-Bahn). Betreiber von öffentlichen Personennahverkehrsmitteln sind dazu verpflichtet Fahrpläne zu erstellen.

### 2.3.1 Haltestellenplanung

Bei der Haltestellenplanung stehen sich zwei widersprüchliche Ziele gegenüber. Einerseits möchte man durch Lage und Anzahl der Haltestellen das Erschließungsgebiet maximieren, andererseits aber auch eine minimale Reisezeit gewährleisten und die Kosten für Haltestellenerrichtung und Betrieb möglichst gering halten.

Der Zusammenhang zwischen der Reisezeit und den Haltestellenabständen kann mathematisch formuliert werden. Hieraus können die optimalen Haltestellenabstände für eine möglichst kurze Reisezeit analytisch bestimmt werden.

Die Reisezeit setzt sich aus folgenden Teilzeiten zusammen:

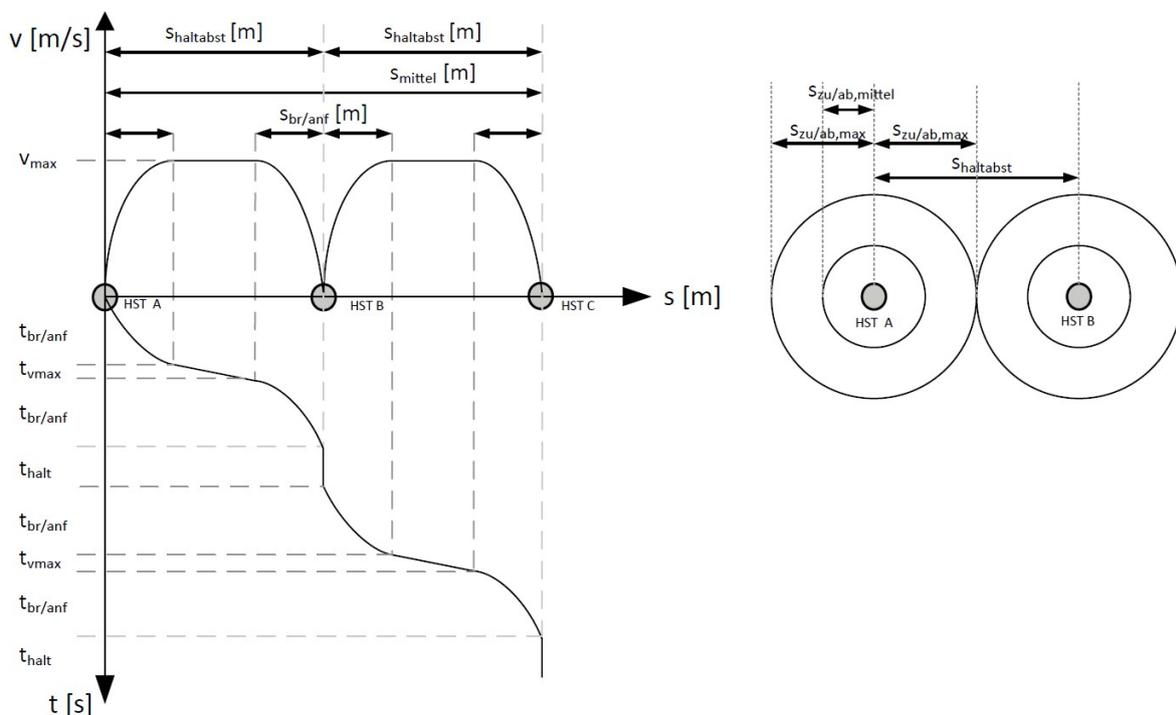
$t_{zu/ab}$  Zeit für den Weg vom Ausgangspunkt zum Verkehrsmittel und danach zum Ziel

$t_w$  Wartezeit bis zum Eintreffen des Verkehrsmittels

$t_{halt}$  Haltestellenaufenthalte

$t_{anf/br}$  Beschleunigungs- und Verzögerungszeiten

$t_{vmax}$  Fahrten mit konstanter Geschwindigkeit



**Abb. 2** Weg- und Zeitanteile zur analytischen Bestimmung optimaler Haltestellenabstände<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Schieder (2015)

Die minimale Reisezeit (ohne Wartezeit  $t_w$ ) ergibt sich aus der Zu- und Abgangszeit ( $t_{zu/ab}$ ) plus der Beförderungszeit ( $t_{bef}$ ), welche die Summe der Anfahr- und Bremszeiten, der Bewegung mit Betriebsgeschwindigkeit und der Haltestellenaufenthalte beinhaltet.

$$t_{reise} = t_{zu/ab} + t_{bef} = t_{zu/ab} + \sum t_{anf/br} + \sum t_{v\ max} + \sum t_{halt} \quad (2-1)$$

Die Zu- und Abgangszeit resultiert aus der Division des Zu- und Abgangsweges ( $s_{zu/ab}$ ) und der Geschwindigkeit des Zu- und Abgangsmodus ( $v_{zu/ab}$ ). Der längst mögliche Zugangsweg ist, wie in Abb. 2 rechts dargestellt, der halbe Haltestellenabstand. Geht man von einer homogenen Bevölkerungsdichte im Einzugsgebiet der Haltestelle aus, so beträgt der mittlere Zu- und Abgangsweg ( $s_{zu/ab,mittel}$ ) ein Viertel des Haltestellenabstandes (Schieder 2015).  $v_{zu/ab}$  hängt vom Zu- und Abgangsmodus ab, für Fußgänger werden je nach Literatur Werte zwischen 1,0 und 1,5 m/s angenommen.

$$t_{zu/ab} = \frac{2 * s_{zu/ab,mittel}}{v_{zu/ab}} = \frac{1}{4} * \frac{2 * s_{haltabst}}{v_{zu/ab}} = \frac{0,5 * s_{haltabst}}{v_{zu/ab}} \quad (2-2)$$

Der Quotient aus der mittleren Wegelänge ( $s_{mittel}$ ) und dem Haltestellenabstand ( $s_{haltabst}$ ) ergibt die Anzahl der Teilstrecken. Multipliziert man diese mit der Zeit für einen Beschleunigungs- und einen Bremsvorgang erhält man die gesamte Zeitspanne, in welcher das Transportmittel nicht mit  $v_{max}$  unterwegs ist.

$$\sum t_{anf/br} = \frac{s_{mittel}}{s_{haltabst}} * t_{anf/br} \quad (2-3)$$

Ganz ähnlich errechnet sich die Summe der Haltestellenaufenthaltszeiten.

$$\sum t_{halt} = \frac{s_{mittel}}{s_{haltabst}} * t_{halt} \quad (2-4)$$

Nun fehlt noch die Zeit ( $t_{v\ max}$ ) in der sich das Fahrzeug mit der maximalen Betriebsgeschwindigkeit bewegt. Bei anderen Verkehrsmitteln handelt es sich hierbei um eine mittlere Geschwindigkeit, da meistens nicht auf allen Kanten einer Strecke die gleiche Geschwindigkeit gefahren werden kann. Diese Näherung betrifft die Seilbahn nicht, da sie sich entlang der gesamten Line mit exakt der gleichen Geschwindigkeit bewegt. Darüber hinaus wird in der Realität (insbesondere im Schienenverkehr) das frühzeitige Ausrollen zur Erhöhung der Energieeffizienz praktiziert (Schieder 2015).

Zieht man vom Haltestellenabstand den Beschleunigungs- und Bremsweg ab und dividiert dies durch den Haltestellenabstand, erhält man das Verhältnis zwischen dem mit Maximalgeschwindigkeit zurückgelegten Weg und dem Weg, der zum Beschleunigen und Bremsen benötigt wird. Multipliziert man dieses Verhältnis mit der mittleren Wegdistanz ( $s_{mittel}$ ), erhält man den Gesamtweg der mit Maximalgeschwindigkeit ( $v_{max}$ ) zurückgelegt wird. Nun kann der Zeitanteil durch die Division mit  $v_{max}$  gebildet werden.

$$\sum t_{v_{max}} = \frac{S_{mittel}}{v_{max}} * \left( \frac{S_{haltabst} - S_{anf/br}}{S_{haltabst}} \right) = \frac{S_{mittel} * (S_{haltabst} - S_{anf/br})}{v_{max} * S_{haltabst}} \quad (2-5)$$

Setzt man nun die Gleichungen 2-2 bis 2-4 in 2-1 ein erhält man die Gesamtreisezeit ( $t_{reise}$ ) in Abhängigkeit des Haltestellenabstandes.

$$t_{reise} = \frac{0,5 * S_{haltabst}}{v_{zu/ab}} + \frac{S_{mittel}}{S_{haltabst}} * t_{anf/br} + \frac{S_{mittel}}{S_{haltabst}} * t_{halt} + \frac{S_{mittel} * (S_{haltabst} - S_{anf/br})}{v_{max} * S_{haltabst}} \quad (2-6)$$

Zur Ermittlung des optimalen Haltestellenabstandes wird diese Gleichung nach  $S_{haltabst}$  differenziert und danach zu Null gesetzt. Nach Umformung lautet die Gleichung für den optimalen Haltestellenabstand wie folgt (Schieder 2015):

$$S_{haltabst} = \sqrt{2v_{zu/ab} * S_{mittel} * \left( t_{halt} + t_{anf/br} - \frac{S_{anf/br}}{v_{max}} \right)} \quad (2-7)$$

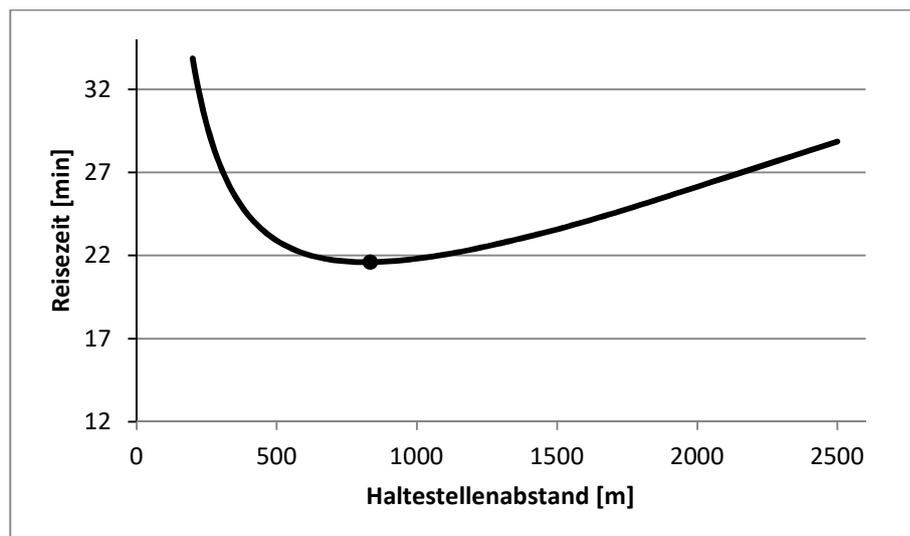
Abb. 3 zeigt das Ergebnis einer Beispielrechnung für eine Seilbahn mit einer Länge von 5 km. Dafür wurden folgende Werte herangezogen:

Beschleunigung und Verzögerung 1,0 m/s<sup>2</sup>,

Zubringergeschwindigkeit 1,3 m/s,

Maximalgeschwindigkeit Seilbahn 7,5 m/s,

Haltestellenaufenthaltszeit 44 s

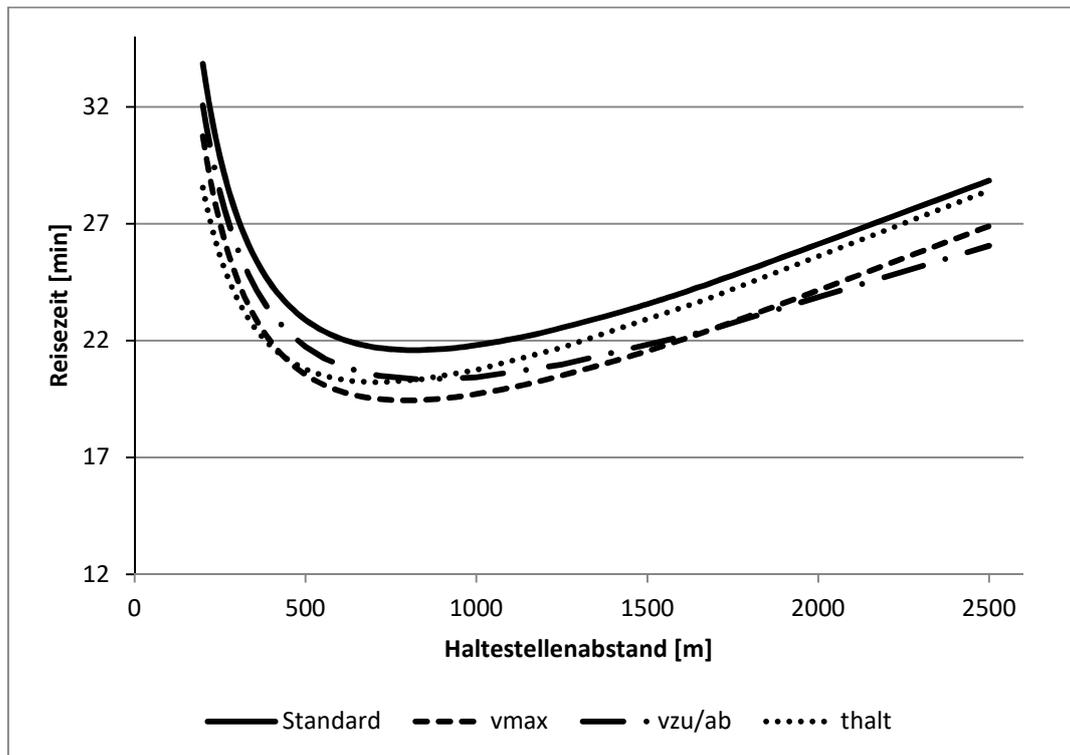


**Abb. 3** Optimaler Haltestellenabstand Seilbahn, Reiseweite 5 km

Rein rechnerisch würde der optimale Haltestellenabstand 818 Meter betragen, das Verhältnis  $\frac{S_{mittel}}{S_{haltabst}}$  berücksichtigt jedoch nicht, dass die Anzahl der Teilstrecken eine ganze Zahl ergeben muss.

Der nächst gelegene Haltestellenabstand für welchen die Gesamtstrecke ein ganzzahliges Vielfaches darstellt, liegt bei 833 Metern. Die Abweichung der reellen Reisezeit zum idealen Wert beträgt jedoch nur 0,008 %.

Auf die Variation der Parameter reagiert der optimale Haltestellenabstand und die Reisezeit wie in Abb. 4 gezeigt. Es wurden die Werte für die Maximal ( $v_{\max}$ )- und Zubringergeschwindigkeit ( $v_{\text{zu/ab}}$ ) jeweils um 20 % erhöht und die Aufenthaltsdauer ( $t_{\text{halt}}$ ) um 20 % reduziert.

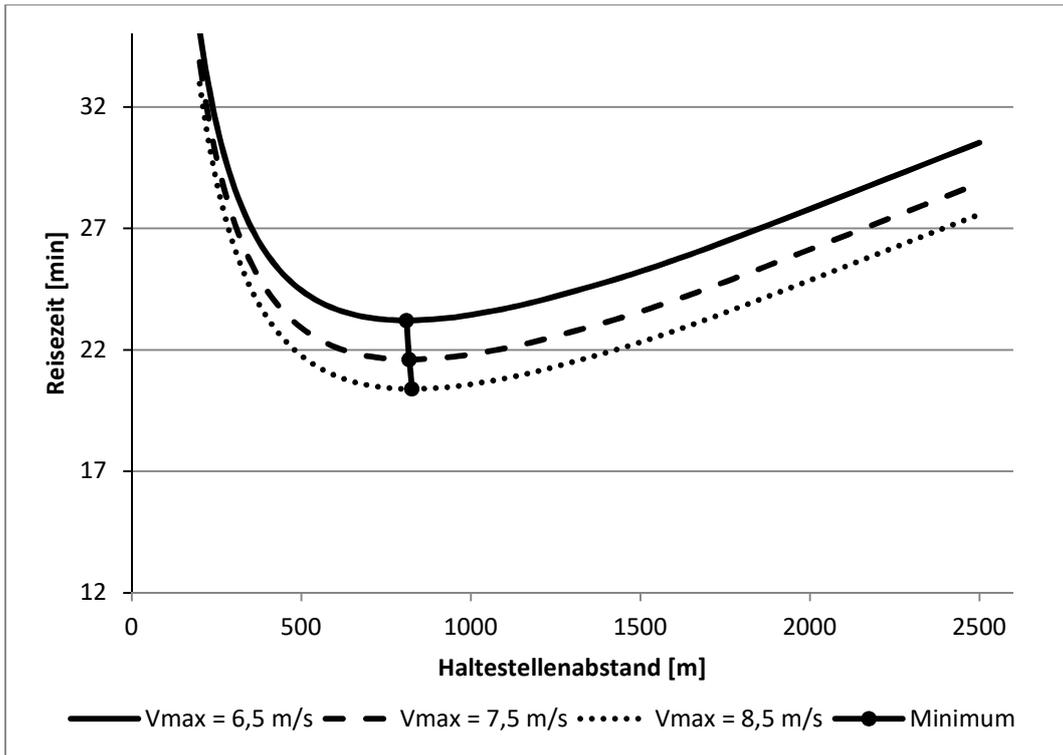


**Abb. 4** Auswirkungen auf den Haltestellenabstand

Die Abb. 5 bis Abb. 7 sollen veranschaulichen wie sich das Minimum des Haltestellenabstandes bei Variation der einzelnen Parameter entwickelt.

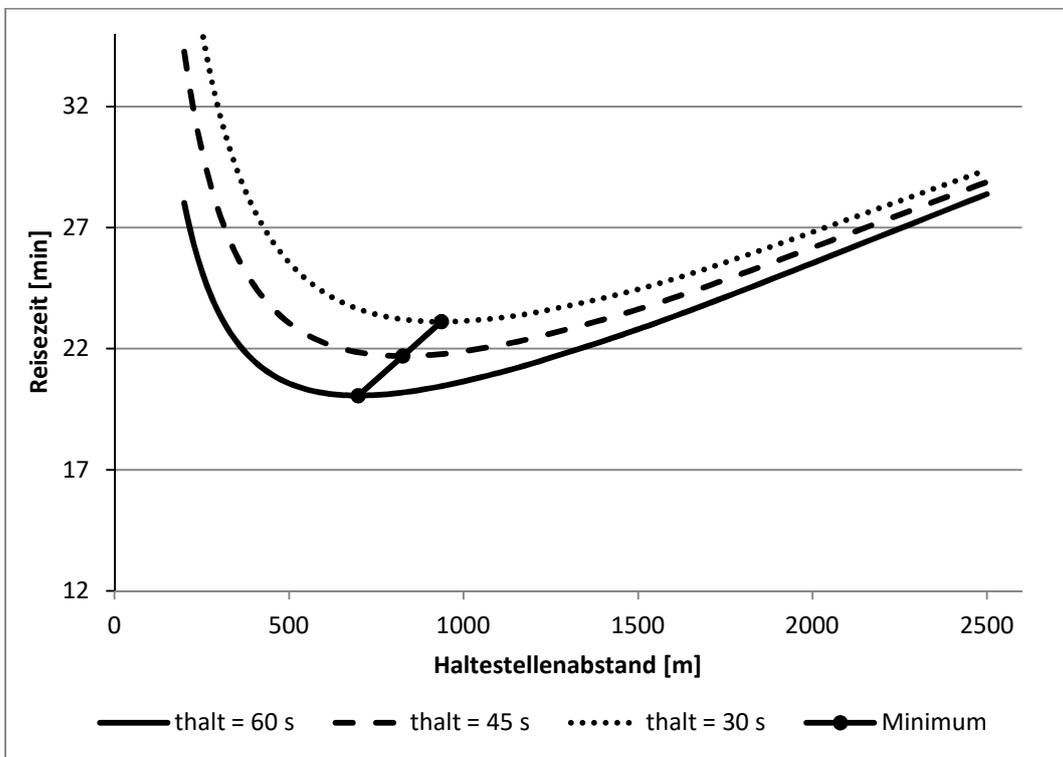
Eine Erhöhung der Maximalgeschwindigkeit (Abb. 5) bewirkt längere Anhalte- und Beschleunigungswege, vergrößert somit den Zeitverlust an Stationen wodurch der optimale Haltestellenabstand nur minimal steigt. Im Ganzen verringert sich jedoch die Reisezeit.

Eine Erhöhung der Anfahr- und Bremsbeschleunigung verringert den Haltestellenabstand und die Reisezeit nur geringfügig.



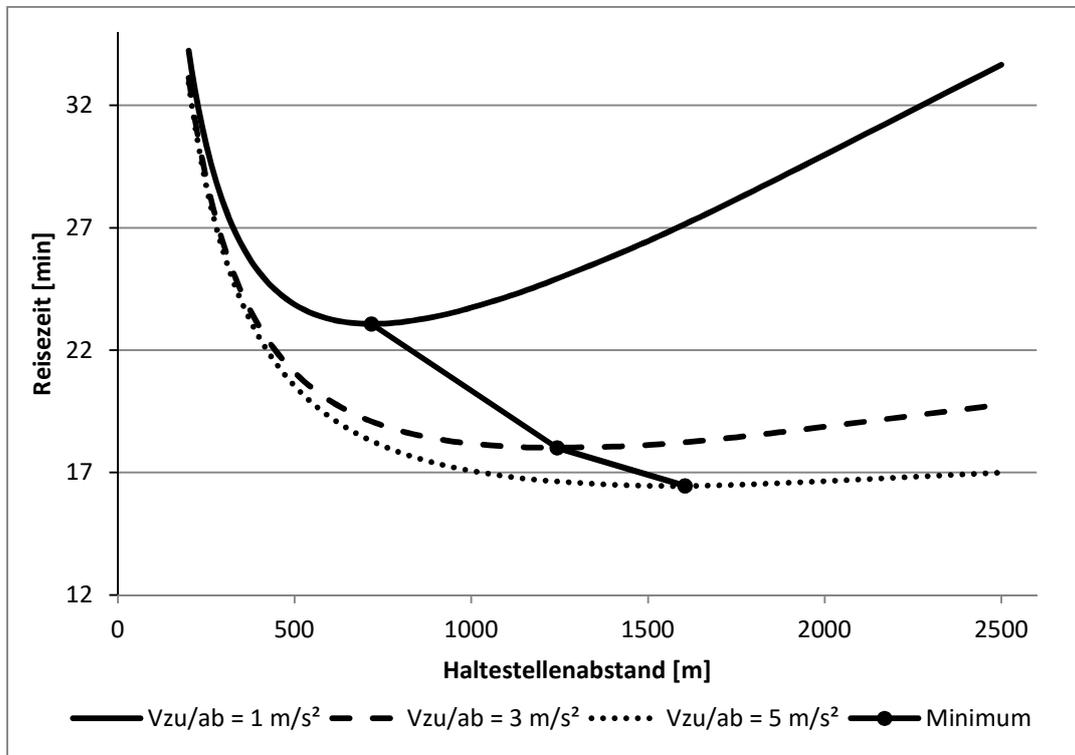
**Abb. 5** Variation der Maximalgeschwindigkeit

Bei einer Verkürzung der Aufenthaltsdauer (Abb. 6) nimmt der Haltestellenabstand und die Reisezeit in linearem Verhältnis ab.



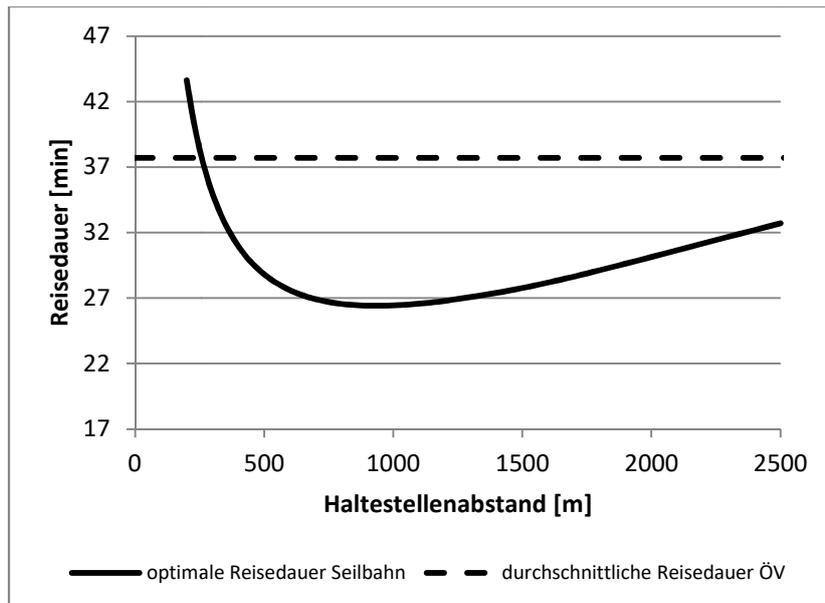
**Abb. 6** Variation der Haltestellenaufenthaltsdauer

Verringert sich  $v_{zu/ab}$  (Abb. 7), verlängert sich die Reisezeit mit zunehmendem Haltestellenabstand und der optimale Haltestellenabstand sinkt. Gelingt es diese Geschwindigkeit etwa durch Bikesharing zu erhöhen, verringert sich die Gesamtreisezeit beträchtlich.



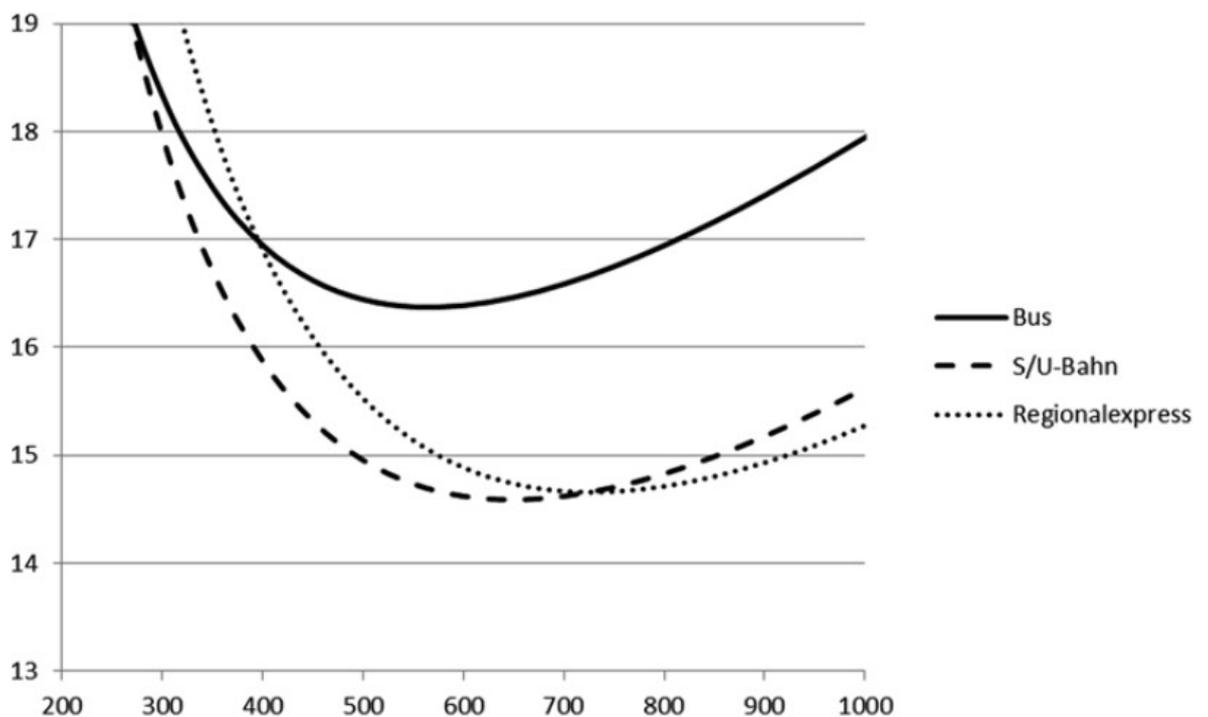
**Abb. 7** Variation der Zu/Abgangsgeschwindigkeit

Abb. 8 soll veranschaulichen wie sich die optimale Reisezeit der Seilbahn zur durchschnittlichen Reisezeit des bestehenden ÖV verhält. Die durchschnittliche Geschwindigkeit des Grazer ÖV ist sowohl aus vergangenen Befragungen, sowie aus der im Vorfeld dieses Projektes durchgeführten Mobilitätsbefragung bekannt. Bei der Befragung 2004 waren es 11 km/h, 2013 10 km/h und 2015 wiederum 11 km/h. Die durchschnittliche Reiseentfernung lag im Bereich von 6 bis 7 km. Für das angeführte Beispiel wurde eine Geschwindigkeit von 11 km/h und eine Entfernung von 7 km gewählt. Daraus ergibt sich eine Reisedauer von etwa 38 Minuten welche nun mit einem gleich langen Seilbahntransfer verglichen werden kann. Diese Reisedauer beinhaltet Zu/Abgangs-, Warte-, und Umstiegszeiten. Die Wartezeit hängt maßgeblich von der Fahrzeugfolgezeit ab. Für den Fall, dass kein dichter Takt vorliegt, planen die Fahrgäste im Anmarsch zur Haltestelle einen Ankunftssicherheitszuschlag ein. Die Fahrgäste treffen aus diesem Grund vor der im Fahrplan veröffentlichten Ankunftszeit des Fahrzeugs an der Haltestelle ein. Dieser vom Kunden gewählte Ankunftssicherheitszuschlag ist umso größer, je seltener das Verkehrsmittel verkehrt. Für einen Teil der Fahrgäste sind Fahrplaninformationen aufgrund des dichten Taktes nicht von Belang. Die Fahrgäste begeben sich also ungeplant und damit zufällig zur Haltestelle, was in entsprechenden Wartezeiten resultiert. Die Startwartezeit wird in der Literatur vereinfacht mit  $t_w = 0,5 * t_{takt}$ , oder auf Basis empirischer Untersuchungen mit  $t_w = 0,53 * t_{takt} * 0,75$  angegeben (Schieder 2015). Aufgrund ihrer sehr geringen Fahrzeugfolgezeit ist bei der Seilbahn die Wartezeit minimal unter der Prämisse, dass die Auslastung niedrig genug ist um dem Fahrgast einen Zustieg in die nächste Gondel zu ermöglichen.



**Abb. 8** Reisezeitvergleich

Auf der Grundlage solcher Berechnungen stellt Abb. 9 die optimalen Haltestellenabstände für Verkehrsmittel mit verschiedenen Reisegeschwindigkeiten dar. Auf der Abszisse ist der Haltestellenabstand in Metern abgetragen. Die Werte der Ordinate bezeichnen die Reisezeit in Minuten. Die Kurve hat einen flacheren Verlauf für Haltestellenabstände von 400 m und mehr, folglich haben zu groß gewählte Haltestellenabstände eine geringere negative Auswirkung auf die Reisezeit der Fahrgäste als zu klein gewählte Abstände (Schieder 2015).



**Abb. 9** Optimale Haltestellenabstände zur Minimierung der Reisezeit (Schieder 2015)

Die Haltestellen von herkömmlichen Bus-Systemen und Straßenbahnen sind verhältnismäßig günstig, bei U-Bahnen, Hochbahnen und insbesondere bei Seilbahnen ist dies nicht der Fall. Darüber hinaus wirkt sich eine höhere Anzahl an Haltestellen auch auf die laufenden Kosten aus. Dies betrifft nicht nur die Wartung und Instandhaltung der Stationen, durch das vermehrte Anfahren und Bremsen steigt der Energieverbrauch und auch die Umlaufzeit, wodurch mehr Fahrzeuge und Personal benötigt werden.

In der Praxis wird man ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Reisezeit und Kosten anstreben. Da die Kosten sinken je weniger Stationen man errichtet, liegt der geplante Haltestellenabstand meist etwas über dem optimalen Haltestellenabstand (White 2002). Dem übergeordnet sind die Zwänge, welche sich durch die vorhandenen Siedlungsstrukturen und den Anschluss an vorhandene Netzknoten ergeben.

### 2.3.2 Kapazitätsplanung

Unerlässlich für die Kapazitätsplanung sind Daten aus Mobilitätsbefragungen über das Verkehrsaufkommen im Planungsgebiet. Aus diesen Daten werden in Verkehrssimulationsprogrammen mit Hilfe von *multimodalen Nachfragemodellen* Nachfrageprognosen erstellt. Bei Kapazitätsanpassungen in bestehenden Netzen können darüber hinaus auch Daten von Fahrgastzählungen und Analysen der Fahrtanfragen an Fahrplanauskunftssystemen herangezogen werden.

Folgend wird am Beispiel des Nachfragemodells VISEM der PTV AG, die Überführung von Daten aus einer Befragung in ein Verkehrsmodell kurz umrissen. VISEM ist ein sogenanntes disaggregiertes Aktivitäten-basiertes Nachfragemodell (siehe Kapitel 6.1 Verkehrsmodelle). Dies bedeutet, dass in VISEM die Berechnung auf Personengruppen mit ähnlichen Verhaltensweisen und auf deren Aktivitäten-bezogenen Wegen basiert. Die dazu nötige Datenbearbeitung einer Mobilitätsbefragung wird in Kap. 5.4 genauer erläutert. Ziel der Aufbereitung ist die Verknüpfung von personenbezogenen Daten und Wegedaten, um ein spezifisches Verkehrsaufkommen zu errechnen.

#### **Spezifisches Verkehrsaufkommen:**

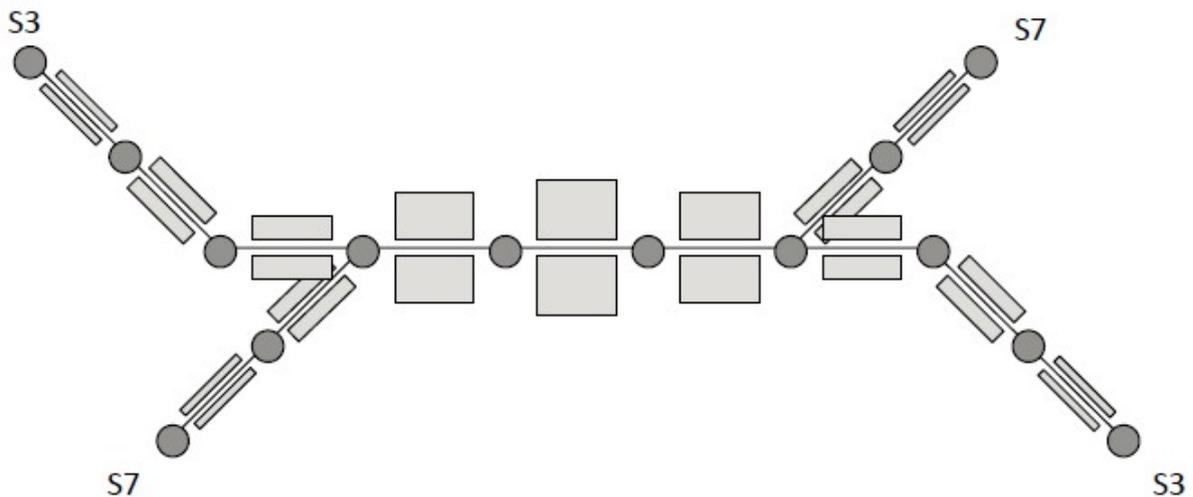
Das spezifische Verkehrsaufkommen (=Mobilitätsraten) verknüpft die verhaltenshomogenen Gruppen mit den definierten Aktivitätenpaaren (siehe Kapitel 5.4.3). Am Ende dieser Ermittlung erhält man sowohl die gewünschte Datenstruktur, welche später in das Verkehrsmodell eingelesen wird, als auch die Anzahl der Wege (Hofer 2014).

Mit Hilfe der Formeln 2-8 und 2-9 werden für jede VHG einzeln die Mobilitätsraten berechnet. Die Verkehrserzeugung, das heißt die Bestimmung der absoluten Anzahl von Aktivitätenketten und damit von Wegen, die in jedem einzelnen Bezirk ihren Ausgang nehmen, wird in VISEM durch Multiplikation der Einwohnerzahl einer jeden Personengruppe mit den Wahrscheinlichkeiten aller Aktivitätenketten (Mobilitätsraten) vorgenommen.

$$\text{Wege pro Person} = \frac{\text{Anzahl der Wege}}{\text{Anzahl der mobilen Personen}} \quad (2-8)$$

$$\text{Mobilitätsrate} = \frac{\text{Anzahl der Wege pro Aktivitätenpaar}}{\text{Anzahl der mobilen Personen}} * \text{Wege pro Person} \quad (2-9)$$

Die somit erzeugten Verkehrsströme können durch verschiedene Umlegungsverfahren in Strecken- und Linienbelastungen umgewandelt werden. Aus der Linien- oder Streckenbelastung, welche für die verschiedenen Jahreszeiten, Wochentage und Verkehrszeiten berechnet werden, sind nun Kapazitätsplanungen möglich. Abb. 10 zeigt eine Strecken- und Linienbelastung zweier Linien S3 und S7. Die *Streckenbelastung* bezeichnet die Zahl der Fahrgäste, die in einer bestimmten Zeit einen oder mehrere nebeneinander liegende Querschnitte passieren (Schieder 2015). Die *Linienbelastung* ist im Prinzip identisch, bezieht sich aber nur auf eine Linie. Die Abb. 10 zeigt also entlang der vier Stationen im Mittelteil die Streckenbelastung und an den Verästelungen die Linienbelastung.



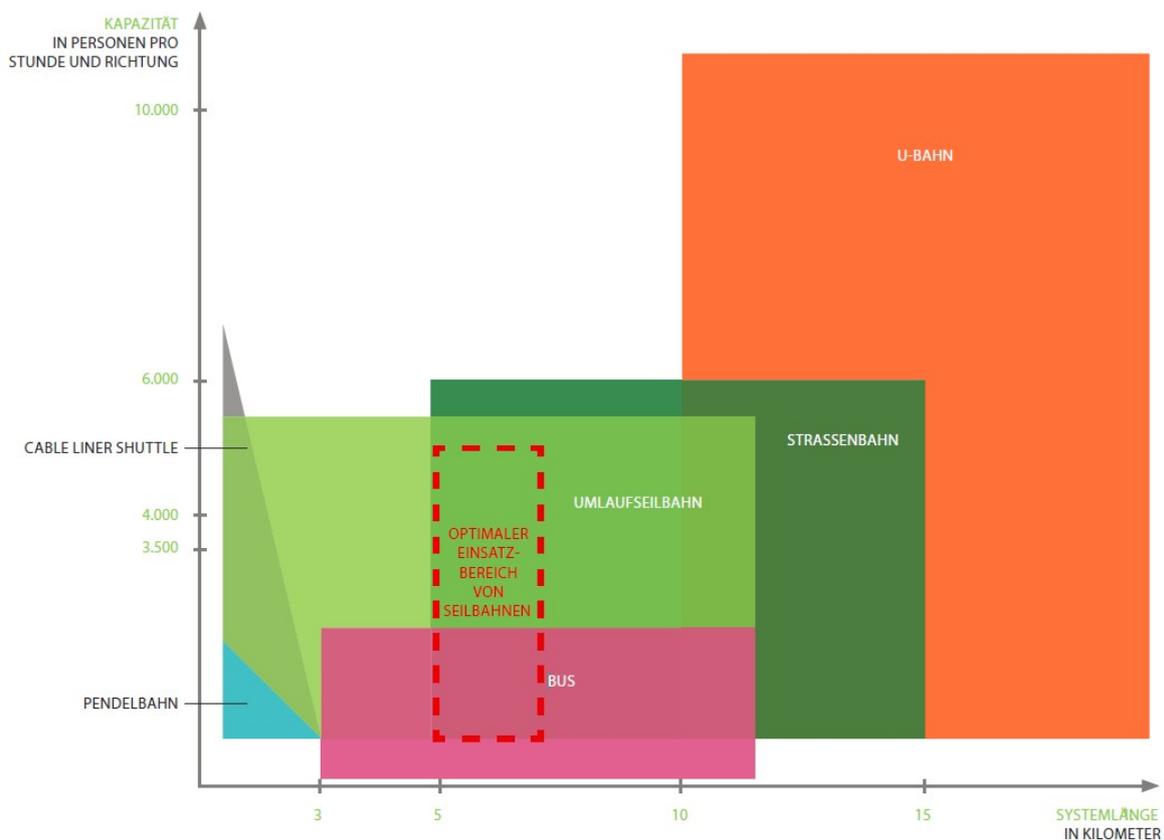
**Abb. 10** Strecken - Linienbelastung (Schieder 2015)

Anhand der Spitzen-Stunde der Linienbelastung lässt sich darauf schließen wie viel Beförderungskapazität bereitzustellen ist. Bei der Bemessung wird jedoch nicht an die technisch mögliche Beförderungskapazität eines Transportmittels gegangen, sondern im Hinblick auf die Beförderungsqualität ein verminderter Besetzungsgrad veranschlagt. (Kapitel 4.4.1 befasst sich mit der theoretischen Förderleistung von Seilbahnen im Umlaufbetrieb.) Der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) gibt folgende Vorgaben für den maximal zulässigen Besetzungsgrad (Schieder 2015):

- In der Hauptverkehrszeit sollte der Mittelwert des Besetzungsgrades während der 20-Minuten-Spitze maximal 80% betragen, oder über die Spitzenstunde 65% nicht überschreiten.
- In der Normalverkehrszeit sollte der mittlere Besetzungsgrad über eine Stunde nicht höher als 50 % sein.
- In der Schwachverkehrszeit sollte im Prinzip jedem Fahrgast ein Sitzplatz zur Verfügung stehen.

Abb. 11 Einsatzbereich verschiedener Verkehrsmittel in Abhängigkeit von Kapazität und Länge.

Abb. 11 zeigt eine Gegenüberstellung der Kapazitäten und Beförderungsdistancen von Nahverkehrstransportmitteln. Laut dem Verkehrswissenschaftler Heiner Monheim liegt der optimale Einsatzbereich von Seilbahnen bei Streckenlängen von 5 - 7 km und einer Beförderungskapazität von bis zu 5.000 Pers./h. Vergleichen wir die Seilbahn zuerst mit dem Bus, was die Länge des Einsatzbereiches betrifft, sind diese Beiden gleichauf zu setzen. Dies hängt damit zusammen, dass das Hauptkriterium für die Systemlänge die erreichte Durchschnittsgeschwindigkeit ist und diese sich bei Seilbahnen und Bussen im Straßenverkehr annähernd gleicht. Mit der Straßenbahn sind längere Distanzen möglich da diese meistens, zumindest teilweise, einen eigenen Fahrweg besitzt und somit nicht so stark vom übrigen Verkehr behindert wird. Die U-Bahn kennt Behinderungen durch den Verkehr gar nicht, somit können die größten Geschwindigkeiten und Transportweiten realisiert werden. Die Kapazität von Seilbahnen ist mit jener von Straßenbahnen gleichzusetzen. Die U-Bahn, als einziges wahres Massentransportmittel in diesem Vergleich, enteilt natürlich den Konkurrenten in Punkto Transportkapazität. Dies liegt vor allem an den bedeutend größeren Wageneinheiten und der kurzen Taktzeit die in einem U-Bahnnetz möglich sind. Diese Graphik zeigt ebenfalls, wieso Pendelbahnen alleine schon aufgrund ihrer Systemgrenzen nicht für den ÖV-Betrieb geeignet sind (in der unteren linken Ecke blau eingezeichnet).



**Abb. 11** Einsatzbereich verschiedener Verkehrsmittel in Abhängigkeit von Kapazität und Länge<sup>7</sup>

Die nächste Abbildung gibt Anhaltspunkte, bei welcher Stadtgröße welches ÖV-Verkehrsmittel sinnvoll ist. Mit seinen ca. 280.000 Einwohnern ist Graz definitiv zu klein für eine von vielen Befragten geforderte U-Bahn.

<sup>7</sup> Kremer(2015) S. 39

Stadtgröße (in Einwohnern)	Grundverkehrsmittel	ergänzend
<b>Bis 10.000</b>	Kein eigener Verkehr, regionaler Bus, evtl. flexible Bedienformen wie Anrufbus, Bürgerbus oder Anrufsammeltaxi	Haltepunkt des SPNV
<b>10.000-100.000</b>	Eigener Busverkehr	Regionaler Bus
<b>Ab 50.000</b>	Vereinzelt Straßenbahn	
<b>50.000-500.000</b>	Straßenbahn bzw. Stadtbahn	Bus auch als Zubringer zur Stadtbahn oder SPNV
<b>500.000- 1 Mio.</b>	Stadtbahn, im Zentrum als U-Bahn	Straßenbahn und Bus im Außenbereich, SPNV
<b>Ab 1 Mio</b>	U-Bahn bzw. S-Bahn, SPNV	Straßenbahn und Bus im Außenbereich, SPNV

**Abb. 12** Verkehrsmittel bezogen auf die Stadtgröße<sup>8</sup>

Aus der Förderleistung pro Stunde und der Größe der Transporteinheit ergibt sich die erforderliche Taktzeit. In Tabelle 1 sind die Taktzeiten für verschiedene Verkehrsmittel und mit gleicher Beförderungskapazität angeführt. In erster Linie soll die Tabelle die Engpasssituation auf dem Abschnitt Jakominiplatz - Hauptplatz verdeutlichen, da bereits bei einem Verkehrsaufkommen 3000 Pers./h/Linie die Straßenbahnen in einem ca. 3-minütigen Takt verkehren müssen, was bei 6 Linien auf einem Gleis nicht mehr möglich ist.

Transportmittel:	Taktzeiten:	
	3.000 Pers./h	5.000 Pers./h
Einseilumlaufbahn (10 Pers.)	12 s	7 s
Dreiseilumlaufbahn (35 Pers.)	42 s	25 s
U-Bahn Wien Typ T (776 Pers.)	15 min 31 s	9 min 19 s
U-Bahn Wien Typ T (840 Pers.)	16 min 48 s	10 min 5 s
U-Bahn Wien Typ V (878 Pers.)	17 min 34 s	10 min 32 s
Cityrunner Graz (144 Pers.)	2 min 53 s	1 min 44 s
Variobahn Graz (151 Pers.)	3 min 1 s	1 min 49 s
Cityrunner Verlängerung (237 Pers.)	4 min 44 s	2 min 51 s
Bus Citaro 628 03 (91 Pers.)	1 min 49 s	1 min 6 s
Bus Citaro G 628 03 (142 Pers.)	2 min 50 s	1 min 42 s

**Tabelle 1** Taktzeitenvergleich (Haberl 2016)

**Fahrzeugeinsatzplanung:** Die Fahrzeugeinsatzplanung steht im Zusammenhang mit der Kapazitätsplanung und hat hauptsächlich wirtschaftliche Beweggründe. Das Ziel der Fahrzeugeinsatzplanung ist die Minimierung der Gesamtzahl der einzusetzenden Fahrzeuge, die Maximierung der Laufzeit der Fahrzeuge und die Minimierung der Leerfahrten hinsichtlich ihrer

<sup>8</sup> Dziekan 2011: S.328

Anzahl und Entfernung. Neben den Wirtschaftlichkeitszielen sollte aber auch eine gewisse Robustheit und Stabilität des Betriebs gewährleistet sein, auch wenn dieser der Wirtschaftlichkeit entgegensteht.

## 2.4 Ist-Situation Graz

### 2.4.1 Bevölkerungswachstum

Die Urbanisierung hat weltweit in den letzten Jahren wieder stark an Fahrt aufgenommen. Überall ist zu lesen, dass bereits mehr als 50% der Menschen in Städten leben und bis 2050 sollen es 70% sein. Am stärksten ist der Trend in Entwicklungs- und Schwellenländern, aber auch Graz erlebte in den letzten Jahren einen beständigen Bevölkerungszuwachs.

Im Juni 2016 wurden von der LANDESSTATISTIK STEIERMARK die letzten Bezirksprognosen auf Basis der bundesweiten ÖROK Hochrechnungen herausgegeben und kommen diese zu folgendem Ergebnis:

Für die Landeshauptstadt Graz und das suburbane Umland wird ein starkes Bevölkerungswachstum vorausgesagt. Hingegen müssen die obersteirischen Bezirke und strukturschwachen Peripheriegebiete mit deutlichen Rückgängen rechnen, besonders im Erwerbsalter. Der Bezirk Graz-Stadt kann von 2015 bis 2050 den größten Bevölkerungszuwachs (+28,2 Prozent, +77.241 Einwohner) verzeichnen, gefolgt von Graz-Umgebung mit +12 Prozent (+17.626 Einwohner). Die obersteirischen Bezirke und auch die Südoststeiermark müssen mit den größten Verlusten bis 2050 rechnen. Negativer Spitzenreiter ist der Bezirk Murau mit einem Bevölkerungsrückgang von -23,3 Prozent (-6.646 Einwohner) bis 2050, gefolgt von den Bezirken Bruck-Mürzzuschlag (-15,9 Prozent), Leoben (-15,6 Prozent) und Murtal (-15,4 Prozent). In absoluten Zahlen wird bis 2050 für den Bezirk Bruck-Mürzzuschlag mit -15.998 Personen der größte Verlust prognostiziert. 2015 lebten in den obersteirischen Bezirken noch 28,1 Prozent der steirischen Bevölkerung, 2050 werden es nur mehr 23,3 Prozent sein, absolut ergibt sich ein Minus von über 50.000 Personen bis 2050<sup>9</sup>.

Darüber hinaus hat der Magistrat Graz die STATISTIK AUSTRIA damit beauftragt, eine Prognose für die 17 Stadtbezirke zu erstellen. Sie wurde ebenfalls im Rahmen der ÖROK und der Bevölkerungsprognose der Statistik Austria erstellt und betrachtet den Zeitraum von 2014 bis 2034.

Das Hauptergebnis der Studie lautet wie folgt:

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Prognosen wird die Bevölkerungszahl der Stadt Graz auch in Zukunft wachsen. Dies gilt nicht nur für die Landeshauptstadt insgesamt, sondern auch für alle 17 Bezirke. Insgesamt nimmt die Bevölkerung zwischen dem 1.1.2014 und dem 1.1.2034 um 59.000 Personen bzw. 22% zu. Dies bedeutet für 2034 eine Einwohnerzahl von 329.000 gegenüber 270.000 im Jahr 2014. Auf Bezirksebene sind die stärksten Zuwächse in Sankt Leonhard, Eggenberg, Wetzelsdorf und Puntigam zu erwarten, wo die Bevölkerung 2034 um mehr als ein Viertel größer sein wird als derzeit. Aber auch die Bezirke Geidorf, Gries, Jakomini, Libenau und Gösting haben mit einem Zuwachs zwischen 20% und 25% zu rechnen<sup>10</sup>.

---

<sup>9</sup> Land Steiermark, <http://www.kommunikation.steiermark.at/cms/beitrag/12476658/29767960/> [Datum des Zugriffs: 30.07.2016]

<sup>10</sup> Bevölkerungsprognose 2015 - 2034 für die Stadt Landeshauptstadt Graz, [http://www1.graz.at/Statistik/bev%C3%B6lkerung/Bev%C3%B6lkerungsprognose\\_2015\\_2034.pdf](http://www1.graz.at/Statistik/bev%C3%B6lkerung/Bev%C3%B6lkerungsprognose_2015_2034.pdf) [Datum des Zugriffs: 30.07.2016]

Es ist also mit sehr großer Sicherheit in den nächsten zwanzig Jahren mit einem Bevölkerungswachstum entlang der Seilbahn zu rechnen. Wie groß er tatsächlich ausfallen wird ist aufgrund der momentanen Entwicklungen schwer zu prognostizieren. Dies verdeutlicht auch die Diskrepanz zwischen den beiden letzten Prognosen (Tabelle 2). Die zuvor beschriebene Bevölkerungsprognose für die Landeshauptstadt Graz wurde auch im Jahr 2012 für den Zeitraum von 2012 bis 2031 durchgeführt und kommt doch zu erheblich anderen Ergebnissen. Die Differenz im letzten Prognosejahr 2031 der ersten Studie beträgt beachtliche 35.000 Einwohner.

Jahr	Graz	Jahr	Graz
2011	261.540	2015	273.744
2012	264.968	2016	277.815
2013	267.672	2017	281.515
2014	269.500	2018	285.174
2015	271.311	2019	288.799
2016	273.108	2020	292.368
2017	274.799	2021	295.863
2018	276.283	2022	299.255
2019	277.615	2023	302.540
2020	278.838	2024	305.704
2021	279.963	2025	308.735
2022	281.043	2026	311.604
2023	282.035	2027	314.315
2024	282.986	2028	316.868
2025	283.886	2029	319.253
2026	284.738	2030	321.486
2027	285.584	2031	323.568
2028	286.384	2032	325.519
2029	287.137	2033	327.351
2030	287.855	2034	329.069
2031	288.594		

**Tabelle 2** Bevölkerungsprognosen Graz 2012 - 2031<sup>11</sup> und 2015 - 2034<sup>12</sup>

## 2.4.2 ÖPNV in Graz

Der ÖPNV in Graz basiert hauptsächlich auf Straßenbahnen und Bussen, welche unter der Dachgesellschaft  *Holding Graz* betrieben werden.

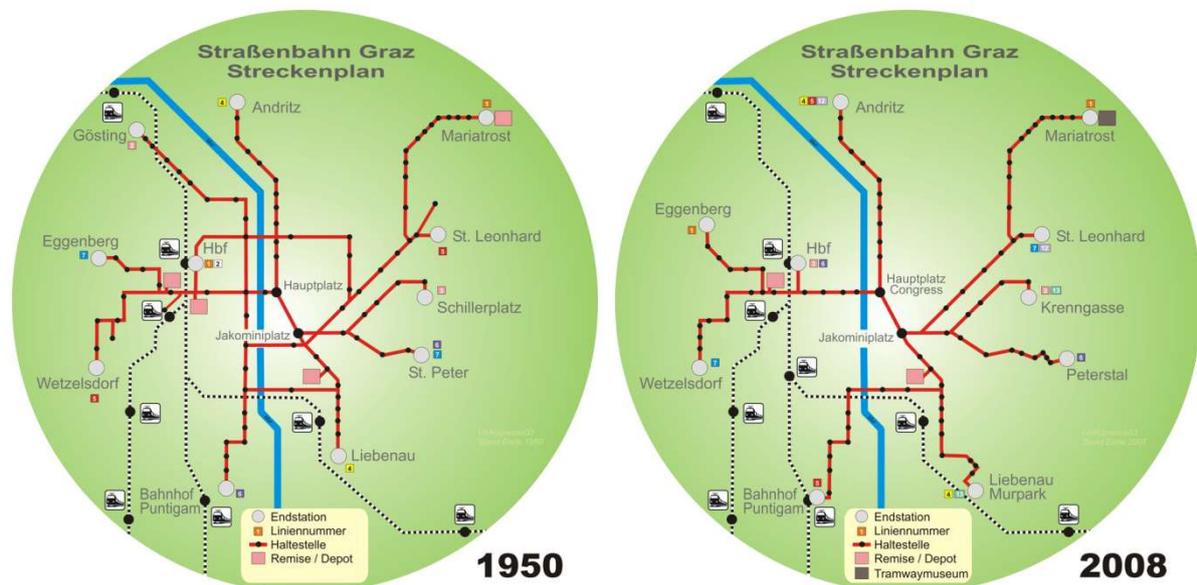
### Straßenbahn

Graz bekennt sich zur Straßenbahn, der Ausbau von Straßenbahnlinien ist wesentlicher Bestandteil der Grazer Verkehrspolitik<sup>13</sup>. Die Straßenbahn verfügt in Graz über eine lange Tradition, bereits 1878 als regelspurige Pferdebahn gegründet, verrichtet sie seit 1898 elektrisch ihren Dienst<sup>14</sup>.

<sup>11</sup> Bevölkerungsprognose 2012 - 2031 für die Stadt Landeshauptstadt Graz, [http://www1.graz.at/Statistik/bev%C3%B6lkerung/Bev%C3%B6lkerungsprognose\\_2011\\_2031.pdf](http://www1.graz.at/Statistik/bev%C3%B6lkerung/Bev%C3%B6lkerungsprognose_2011_2031.pdf) [Datum des Zugriffs: 30.07.2016]

<sup>12</sup> Bevölkerungsprognose 2015 - 2034 für die Stadt Landeshauptstadt Graz, [http://www1.graz.at/Statistik/bev%C3%B6lkerung/Bev%C3%B6lkerungsprognose\\_2015\\_2034.pdf](http://www1.graz.at/Statistik/bev%C3%B6lkerung/Bev%C3%B6lkerungsprognose_2015_2034.pdf) [Datum des Zugriffs: 30.07.2016]

Leider wurden im Zuge des Autobooms ab den 50er Jahren mehrere Strecken geschlossen. Von 1941 bis 1950 hatte das Grazer Straßenbahnnetz bereits eine Ausdehnung von 41,3 km, der Boom des MIV ließen das Netz jedoch in den folgenden zwanzig Jahren auf 29,3 km schrumpfen. Vor allem der Verlust der Ringlinie 2 ist aus heutiger Sicht schmerzlich<sup>15</sup>.



**Abb. 13** Straßenbahnnetz Graz 1950 und 2008<sup>16</sup>

Heute besteht das Straßenbahnnetz aus 6 Linien im Normbetrieb mit einer Netzlänge von ca. 33 km<sup>17</sup>. Das Netz ist sternförmig aufgebaut und im Bereich zwischen dem Jakominiplatz und dem Hauptplatz teilen sich alle Linien ein Gleis. Dieser Engpass prägt das Grazer Straßenbahnnetz, denn wenn es auf diesem Abschnitt zu Behinderungen kommt, hat dies gravierende Folgen für den gesamten Straßenbahnverkehr. Und da dieser Streckenabschnitt in der wichtigsten Fußgängerzone der Stadt liegt kommt es hier nicht nur zu Sperren durch Gleiswartungsmaßnahmen sondern auch durch eine Vielzahl von Veranstaltungen. Früher, als noch die Linien 2 und 3 existierten, gab es dieses Problem nicht. Aufgrund dessen wird bereits seit Jahren über verschiedene Entlastungsstrecken nachgedacht.

Der Jakominiplatz stellt außerdem die Hauptverkehrsdrehscheibe des ÖPNV dar. Dort treffen alle Straßenbahnlinien sowie viele städtische und regionale Buslinien zusammen.

Auch was die Fahrgastzahlen betrifft muss die Grazer Straßenbahn erst wieder zu alten Höhen zurückfinden. Den höchsten bisherigen Stand erreichte die Bahn bereits 1946 mit 83,6 Mio. (Abb. 14). Die Entwicklung der Fahrgastzahlen im letzten Jahrhundert war starken Schwankungen unterworfen. Nach einem rapiden Anstieg bis 1919 aufgrund umfangreicher Netzerweiterungen erfolgte ein ebenso rapider Abfall der Fahrgastzahlen. Darauf folgte wieder ein kurzer Aufschwung der 1929 mit dem Eintreten der Weltwirtschaftskrise endete. Die größten Einbußen bewirkte der aufkommende motorisierte Individualverkehr ab den 50er Jahren.

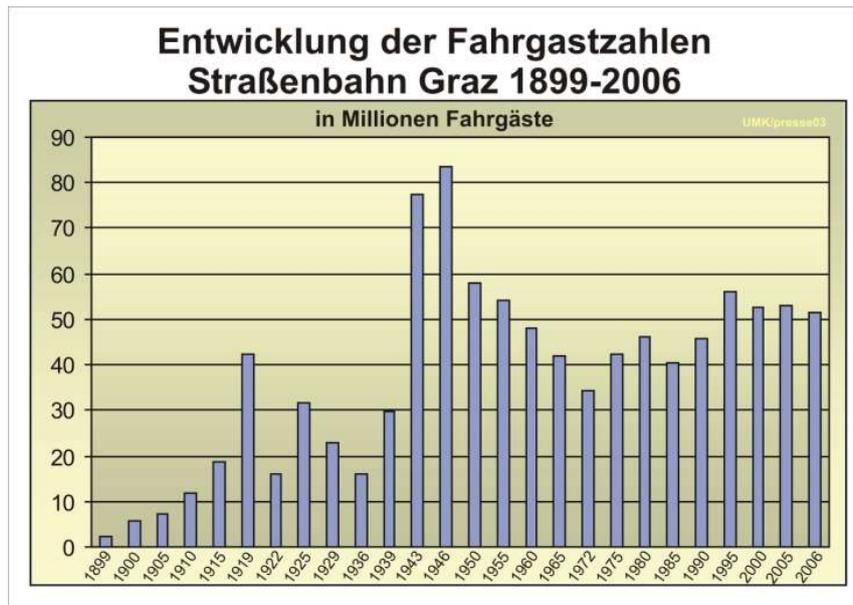
<sup>13</sup> <http://www.graz.at/cms/beitrag/10192225/4439968> [Datum des Zugriffs: 28.08.2016]

<sup>14</sup> [https://de.wikipedia.org/wiki/Stra%C3%9Fenbahn\\_Graz](https://de.wikipedia.org/wiki/Stra%C3%9Fenbahn_Graz) [Datum des Zugriffs: 28.08.2016]

<sup>15</sup> <http://www.public-transport.at/graz-stadt.htm> [Datum des Zugriffs: 28.08.2016]

<sup>16</sup> Von Presse03 - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2782048> [Datum des Zugriffs: 29.08.2016]

<sup>17</sup> <http://www.graz.at/cms/beitrag/10192602/4438833> [Datum des Zugriffs: 28.08.2016]



**Abb. 14** Fahrgastzahlen der Straßenbahn Graz<sup>18</sup>

1999 wurde eine Studie über den Bau einer U-Bahn in Auftrag gegeben. In der Studie standen sich drei Varianten gegenüber. Eine einzelne U-Bahnlinie, ein vollausgebautes Netz mit 3 Linien bei gleichzeitiger Reduzierung des Straßenbahnnetzes, oder die großangelegte Investition in den Ausbau des Straßenbahnnetzes.

Die Züricher Experten der IBV-Hüstler-AG stellten dabei fest, dass eine U-Bahn für Graz viel zu kostspielig und unrentabel wäre, und der Bau neuer Straßenbahnstrecken zur Verbesserung des öffentlichen Verkehrs zu favorisieren sei<sup>19</sup>.

## Bus

Das Grazer Busnetz besteht momentan aus 33 Tag- und 5 Nachtlinien auf denen insgesamt 164 Busse verkehren<sup>20</sup>. Im Unterschied zu anderen Städten wie zum Beispiel Linz, verfügt das Busnetz über keine Oberleitungen sondern wird ausschließlich mit Dieselfahrzeugen betrieben. Zwischen 2017 und 2019 sollen alle Fahrzeuge der Flotte, die noch nicht die EURO VI Norm erfüllen, erneuert werden, um den steigenden Fahrgastzahlen und Umweltansprüchen gerecht zu werden.

## 2.4.3 MIV

Der MIV Anteil in Graz hat sich in den 80iger Jahren von 43 % auf gut 46 % gesteigert und ist seit dem etwa auf diesem Level geblieben.

Die steigende Motorisierung und die daraus folgende Zunahme des Kfz-Verkehrs dominieren die Verkehrsentwicklung im Raum Graz. Der Umlandverkehr spielt hierbei eine wesentliche Rolle. Die

<sup>18</sup> Von Presse03 - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2782814> [Datum des Zugriffs: 28.08.2016]

<sup>19</sup> <http://www.public-transport.at/mini-metro-graz.htm> [Datum des Zugriffs: 28.08.2016]

<sup>20</sup> <http://www.holding-graz.at/linien/news/grossinvestition-in-die-mobilitaetszukunft.html> [Datum des Zugriffs: 28.08.2016]

Zersiedelung im Großraum Graz einerseits, sowie die zunehmend flächige Verteilung von Versorgungseinrichtungen und Arbeitsplätzen andererseits, forcieren die Steigerung des Verkehrsaufkommens aller Verkehrsmittel zwischen Graz und dem Umland. Die Verkehrszunahme aus dem Umland erfolgt, bedingt durch die hohe Motorisierung und das zum Teil mangelhafte ÖV-Angebot, vorwiegend beim Autoverkehr. In den vergangenen Jahren wurden Zuwächse im Stadtgrenzen überschreitenden Kfz-Verkehr von rund 2,5 bis 3 Prozent pro Jahr verzeichnet<sup>21</sup>.

#### **2.4.4 Nichtmotorisierter Individualverkehr**

Im Fuß- und Radverkehr steckt wahrscheinlich kurzfristig gesehen das größte Potential zur Verminderung des MIV-Anteils. Ein Teil der Strategie ist die Schaffung einer „Stadt der kurzen Wege“ durch die Etablierung kompakter Siedlungsstrukturen und ausgewogener Durchmischung verträglicher Nutzungen<sup>22</sup>. Dies ist natürlich eine eher längerfristige Maßnahme, kurzfristig sollte das übergeordnete Radwegenetz ausgebaut werden. In der Stadt entstanden bereits in den 1980er Jahren Rahmenrichtlinien für ein Radwegenetz in der Stadtentwicklung. Durch den laufenden Ausbau der Fahrradinfrastruktur und begleitender Services und Kampagnen hat der Radverkehr in Graz in den vergangenen Jahren stetig an Bedeutung zugelegt<sup>23</sup>. Der Radverkehr konnte von 8,3 % 1982 auf 16,1 % gesteigert werden. Von 2008 auf 2013 fiel der Anteil jedoch wieder auf 14,5 %. In der Erhebung 2015, welche im Zuge dieser Arbeit ausgewertet wird, haben die Pendler einen eher niedrigen Radanteil von 11 % während die Personen die entlang der Seilbahntrasse wohnen einen Fahrradanteil von 36 % aufweisen. Eben diese wohnen nahe am Hauptradweg der Stadt, ein klares Zeichen wie viel Potential im Ausbau des Radwegenetzes steckt.

Die ÖV-, MIV- und Rad-Anteile haben sich seit 1982 beständig erhöht, dies kann klarerweise nur zu Lasten des Fußgängeranteils vonstattengehen. Er verringerte sich drastisch von dazumal 31 % auf 18,9 % im Jahr 2013.

---

<sup>21</sup> <http://www.graz.at/cms/beitrag/10192113/4440134> [Datum des Zugriffs: 20.08.2016]

<sup>22</sup> [http://www.graz.at/cms/dokumente/10191191\\_4438924/e0105636/Verkehrspol\\_Leitlinie\\_einzelseiten\\_klein\\_neu.pdf](http://www.graz.at/cms/dokumente/10191191_4438924/e0105636/Verkehrspol_Leitlinie_einzelseiten_klein_neu.pdf) [Datum des Zugriffs: 20.08.2016]

<sup>23</sup> <http://www.graz.at/cms/ziel/4589098/DE/> [Datum des Zugriffs: 20.08.2016]

### 3 Alternative Mobilitätsformen für den urbanen Raum

Demographischer Wandel, Individualitätsbedürfnis, Umweltbewusstsein und zunehmend beengte Platzverhältnisse in Großstädten, erfordern innovatives Denken in Bezug auf die Mobilität der Zukunft. Nicht nur in Metropolen sondern auch in mittelgroßen Regionalzentren muss es Ziel sein, emissionsfreie und flächeneffiziente Verkehrsmittel zu etablieren. Massentransportmittel spielen eine wichtige Rolle bei der Aufrechterhaltung der Rentabilität und Umweltqualität großer Städte, können aber auch kostspielig sein und zu einer schweren Belastung für die kommunalen Finanzen werden. Es ist daher wichtig, eine breite Palette verschiedener Technologien zu betrachten und die richtige Entscheidung sowohl in technischer als auch in finanzieller Hinsicht zu treffen.

Die wichtigsten Elemente einer Strategie für die erfolgreiche Etablierung eines Transportmittels könnten wie folgt lauten<sup>24</sup>:

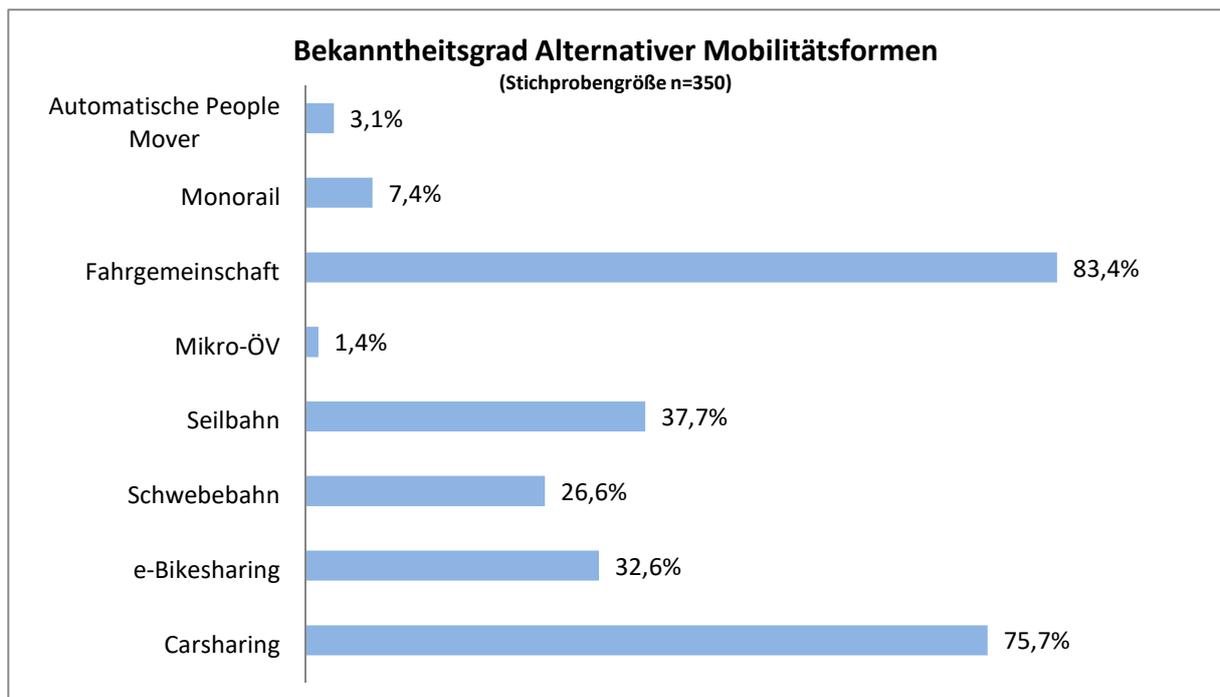
- In der Planung:
  - Vergleiche mehrere Technologien basierend auf einem gründlichen Systemvergleich, Kosten-Nutzen Rechnung und finanzieller Nachhaltigkeit.
  - Die Wechselwirkung von Massentransport und Landnutzung sowie der enorme finanzielle Aufwand erfordert eine sorgfältige Integration in die langfristige Raumstruktur- und Finanzplanung der Stadt.
  - Die gewählte Strategie muss auf ihre öffentliche Akzeptanz, auch in Bezug auf Umweltauswirkungen, Grundstücksacquisition sowie Tarife und Änderungen am bestehenden Verkehrssystem geprüft werden.
- In der Finanzierung
  - Es muss ein umfassender Finanzplan existieren, in dem die Infrastruktur und öffentlich finanzierte Maßnahmen vorgesehen und sicher abgedeckt sind.
  - Massentransportmittel sollten üblicherweise in das Tarifnetz integriert werden.
  - Vor allem wenn private Finanzierung beteiligt ist sollte darauf geachtet werden, dass die geplanten Maßnahmen im Einklang mit dem Stadtstrukturplan stehen. Entwicklungen auf Ad-Hoc-Basis haben sich in der Regel als fehlerhaft und letztlich teuer für den Haushalt erwiesen.
  - Die Finanzierung für die Projektumsetzung muss in vollem Umfang gewährleistet werden, um Verzögerungen und dadurch entstehende Mehrkosten zu vermeiden.
  - Die vollen Kosten der neuen Nahverkehrsinvestition für den kommunalen Haushalt sollten im Vorfeld exakt abgeschätzt und publiziert werden.

---

<sup>24</sup> vgl.: Gwilliam (2002)

- Ohne völlige Finanzierungssicherheit sollten keine Verpflichtungen zu großen Ausgaben eingegangen werden.
- Im Management und Preisgestaltung
  - Das Zusammenspiel der unterschiedlichen Modi im öffentlichen Verkehr erfordern genaue physische Koordination.
  - Attraktive und rücksichtsvolle Tarifplanung ist wichtig, da besonders in den untersten Einkommensschichten viele auf Massentransportmittel angewiesen sind.
  - Es sollte eine starke politische Unterstützung vorhanden sein und ein kompetentes Management mit Verknüpfungen zwischen den verschiedenen öffentlichen Stellen.

In einem der Fragebögen (Pendlerbefragung) der Mobilitätsforschung war die Frage enthalten, welche alternativen Mobilitätsformen bekannt sind. Aus einer Reihe von Vorschlägen mussten alle bekannten angekreuzt werden (Abb. 15).



**Abb. 15** Welche alternativen Mobilitätsformen sind bereits bekannt.

Nach Meinung des Autors unterstreicht dieses Ergebnis zum wiederholten Male, wie wichtig die Informationsvermittlung ist. Es ist überraschend, wie wenig die meisten Systeme bekannt sind.

Mikro-ÖV, automatische Peoplemover und Monorail scheitern wahrscheinlich unter anderem auch an der Begrifflichkeit. Der Begriff Mikro-ÖV führt doch schon tiefer in den Bereich der Verkehrswissenschaften, während zum Beispiel die Bezeichnung „Gemeindebus“ in weiten Teilen Österreichs zum Alltag gehört. Ganz ähnlich wird es sich auch mit den Peoplemover verhalten. Darüber hinaus fallen unter diesen Namen eine Vielzahl von leicht unterschiedlichen Transportmitteln mit Eigennamen wie *MiniMetro* oder *Cableliner*. Die Monorail oder Einschienenbahn kommt in Österreich praktisch nicht vor, ist jedoch im amerikanischen und

asiatischen Raum (vor allem in Japan) durchaus verbreitet. Trotzdem ist sie nur 7,4% der Befragten bekannt. Die Seil- und Schwebebahn schneidet zwar deutlich besser ab, ist jedoch nicht einmal der Hälfte der Probanden bekannt. Das e-Bikesharing hat zwar einen ähnlich geringen Bekanntheitsgrad wie die Seil- und Schwebebahn, in Anbetracht dessen wie jung diese Technologie ist, aber doch bemerkenswert. Dass das Carsharing mit Abstand die zweite Macht bildet, nach der Fahrgemeinschaft, ist ebenfalls sehr interessant. Möglicherweise ein Resultat der medialen Präsenz und der Versuchsflotten namhafter deutscher Autohersteller in den vergangenen Jahren.

### 3.1.1 Seilbahn

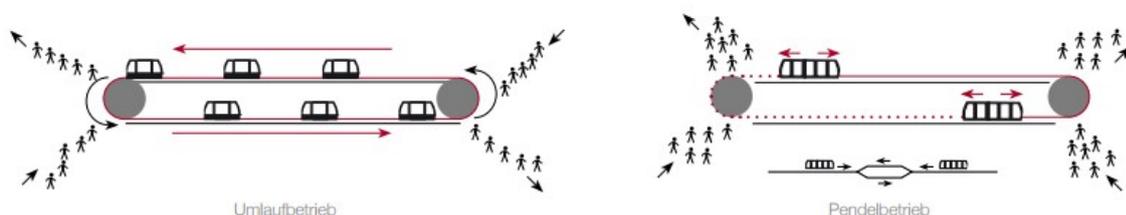
Die Seilbahn als Alternative im ÖPNV wird in Kapitel 4 detailreicher beschrieben. Sie bietet sich als Alternative im Kurzstreckenverkehr an. Die Besonderheit im Vergleich zu anderen Verkehrssystemen ist, dass es sich wie zum Beispiel bei Rolltreppen um einen Stetigförderer handelt.

### 3.1.2 Peplemover und Light Rapid Transit

Am artverwandtesten mit der Seilbahn sind die sogenannten Peplemover, da sie oft ebenfalls von einem Seil angetrieben werden. Unter dem aus dem Englischen übernommenen Begriff Peplemover sind eine Reihe von schienengebundenen, automatisch verkehrenden Personentransportmittel zusammengefasst. Wie die Seilbahn werden sie aufgrund ihrer Systemeigenschaften im Kurzstreckensegment eingesetzt.

#### Seilgezogene Peplemover

Ein Vorteil gegengenüber der Seilbahn besteht darin, dass höhere Transportkapazitäten erreicht werden. Ein weiterer großer Vorteil ist, dass mit diesem System Kurven auf freier Strecke trassiert werden können. Diese Vorteile werden jedoch durch einen erheblich teureren Fahrweg und Flächenverbrauch erkauft. Die Zuverlässigkeit dieses Systems beweist wohl am besten einer der ältesten und zugleich die bekanntesten Bahn dieser Bauweise, nämlich die Cable Cars in San Francisco.



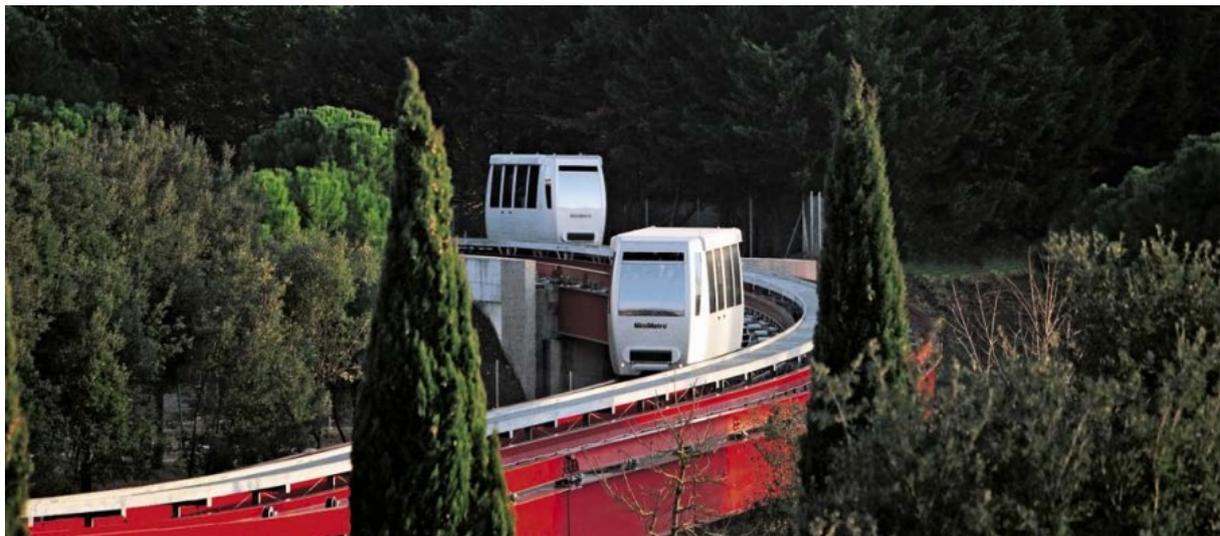
**Abb. 16** Umlauf- und Pendelbetrieb, Quelle: Fa. Leitner

Gleich der Seilbahn können die Wagen entweder fix geklemmt sein wie die Bahn in Venedig (Abb. 17), oder kuppelbar. Bei fix geklemmten Bahnen (Pendelbetrieb) ist die Wagenanzahl auf zwei Stück limitiert.



**Abb. 17** CLS Trochetto - Piazzale Roma, Venedig; Quelle: Fa. Doppelmayr

Die Pendelbahn in Venedig wurde 2006 errichtet und dient als Zubringer von den Hafen- und Parkplatzanlagen der Insel Tronchetto in Richtung Innenstadt. Die Bahn ist 822 Meter lang und hat bei einem Fahrzeug Fassungsvermögen von 200 Personen eine Förderleistung von 3000 Pers/h. Die Errichtungskosten beliefen sich auf ca. 18 Mio. €<sup>25 26</sup>.



**Abb. 18** MiniMetro, Perugia; Quelle Fa. Leitner

Die *MiniMetro* in der italienischen Stadt Perugia ist eine kuppelbare Standseilbahn die auf Gummireifen fährt. Sie besitzt 25 Wagen zu je 50 Personen Fassungsvermögen. Sie führt von einem großen Auffangparkplatz am Stadtrand durch eine Neubauzone zum Bahnhof und erklimmt dann in einem Tunnel den Hügel zur Altstadt. Die im Minutentakt zwischen fünf Stationen verkehrende Bahn hat den Autoverkehr im Altstadtbereich erfolgreich eingedämmt<sup>27</sup>.

<sup>25</sup> [https://de.wikipedia.org/wiki/People\\_Mover\\_\(Venedig\)](https://de.wikipedia.org/wiki/People_Mover_(Venedig)) [Datum des Zugriffs: 18.07.2016]

<sup>26</sup> [https://www.leitner-ropeways.com/fileadmin/user\\_upload/MiniMetro-de.pdf](https://www.leitner-ropeways.com/fileadmin/user_upload/MiniMetro-de.pdf)  
[Datum des Zugriffs: 18.07.2016]

<sup>27</sup> [https://www.leitner-ropeways.com/fileadmin/user\\_upload/MiniMetro-de.pdf](https://www.leitner-ropeways.com/fileadmin/user_upload/MiniMetro-de.pdf)  
[Datum des Zugriffs: 18.07.2016]

### Sonstige Ausführungsarten

Unter dem Begriff Peoplemover fallen eine Vielzahl von unterschiedlichen Ausführungsarten die sich hinsichtlich Antriebsart und Fahrweggestaltung unterscheiden.

Neben der bereits beschriebenen schienengeführten Standseilbahn, können sie auch als Einschienenbahn oder Hängebahn ausgeführt werden. Oder sie bewegen sich in einer Betonfahrbahn auf Reifen oder Luftkissen. Sogar Ausführungen als Magnetschwebbahn existieren. Der Antrieb erfolgt meist elektrisch über eine Stromabnehmerschiene. Die Abgrenzung zu herkömmlichen U-Bahnen, Hochbahnen, etc. stellt die fahrerlose vollautomatische Betriebsweise dar, weswegen sie auch unter dem Namen *Automated Guidway Transit* (AGT) bekannt sind.



**Abb. 19** Studie eines Peoplemovers bzw. AGT<sup>28</sup>

Abb. 19 zeigt die Studie eines automatisch auf einer Betonfahrbahn verkehrenden Peoplemovers. Solche Bauweisen wurden bereits auch versuchsweise in die Realität umgesetzt. Systeme wie dieses stellen den Anspruch, in Zukunft beinahe den gesamten MIV in Städten zu ersetzen.

### 3.1.3 Monorail und Schwebbahn

#### Monorail

Wie der Name schon sagt, handelt es sich um ein eisenbahnähnliches Transportmittel, bei welchem der Fahrweg durch eine einzelne Schiene gebildet wird. Die verbreitetste Ausführungsvariante ist jene mit einer aufgeständerten, zentral unter dem Fahrzeug angeordneten Schiene (Sattelbahn) aus Beton- oder Metallprofilen. Sie können jedoch auch als Hängebahn gebaut werden (z.B: Wuppertaler Schwebbahn). Wuppertal ist generell ein erwähnenswertes Beispiel. Dort existiert nicht nur eine Schwebbahn sondern befindet man sich ebenfalls im Vorplanungsstadium für eine Seilbahn.

<sup>28</sup> [http://cartype.com/pages/4002/zagato\\_people\\_mover\\_2009](http://cartype.com/pages/4002/zagato_people_mover_2009) [Datum des Zugriffes: 18.07.2016]

Weiterführende Informationen hierzu finden sich in der *Vorstudie zur technischen Machbarkeit einer Seilbahnverbindung in der Stadt Wuppertal*<sup>29</sup>.

Der Kontakt zwischen Bahn und Schiene erfolgt meist über luftgefüllte Reifen oder Vollgummireifen. Diese bewirken einen guten Reibschluss und ermöglichen eine hohe Beschleunigung und Steigfähigkeit bei gleichzeitig geringer Geräusentwicklung, verhindern jedoch sehr hohe Geschwindigkeiten. Ein weiterer Nachteil weswegen diese Bahnen sich meistens auf Zubringerstrecken beschränken ist, dass Weichen nur mit sehr hohem Aufwand realisierbar sind und somit auch die Netzbildungsfähigkeit sehr teuer erkaufte werden muss. Für sie spricht, dass diese Systeme wetterunempfindlich sind und keine Entgleisungen zulassen.



**Abb. 20** Chongqing Monorail<sup>30</sup>

Die *Chongqing Monorail* (Abb. 20) in China ist die längste ihrer Gattung. Sie überwindet auf zwei Linien eine Strecke von 86,8 km und bildet gemeinsam mit zwei herkömmlichen U-Bahnlinien das übergeordnete ÖV-Netz der Stadt Chongqing. Sie dient als Beweis das es durchaus möglich ist ein Verkehrsnetz mit dieser Technologie zu bestücken. Das Bild verdeutlicht jedoch auch die Komplexität der Weichenanlagen.

### Schwebebahn

Schwebebahnen sind Monorails sehr ähnlich, mit dem Unterschied, dass sie mit Hilfe eines Luftkissens, oder durch elektromagnetische Kräfte, knapp über dem Fahrweg schweben. Dadurch können sie sich vom Luftwiderstand abgesehen, reibungsfrei fortbewegen, was sie zu den schnellsten und zugleich komfortabelsten Landtransportmitteln macht. Magnetschwebebahnen sind jedoch

<sup>29</sup> <http://www.seilbahn2025.de/> [Datum des Zugriffes 10.07.2016]

<sup>30</sup> <https://voony.wordpress.com/category/lrt/monorail/>[Datum des Zugriffes 10.07.2016]

nicht sehr energieeffizient da nicht nur für die Vorwärtsbewegung Energie benötigt wird, sondern auch dafür, den Schwebezustand aufrecht zu erhalten. Die Magnetlevitationstechnik macht darüber hinaus den Fahrweg sehr teuer und Weichen sind noch aufwendiger als bei Monorails. Sie werden vorwiegend im Langstreckenverkehr und nicht im ÖPNV eingesetzt. Die bekanntesten Bahnen sind der *Transrapid* in Shanghai und der japanische *Shinkansen LO*.

### 3.1.4 Mikro-ÖV

Mikro-ÖV bezeichnet klein(st)regionale ÖV-Systeme die vorhandene Defizite in der regionalen Mobilitätsversorgung, insbesondere in peripheren Regionen, ausgleichen sollen. Welches Verkehrsmittel zum Einsatz kommt spielt eine untergeordnete Rolle. Es soll das bestehende ÖV-Angebot ergänzen und nicht in Konkurrenz zu vorhandenen Verkehrsangeboten stehen<sup>31</sup>. Eine Mikro-ÖV Einrichtung stellt Transportdienstleistungen für den Personenverkehr (aber auch kleinere Warentransporte) im Nahverkehrsbereich einer Gemeinde bzw. einer Kleinregion zur Verfügung. Erfolgreiche Systeme orientieren sich an den tatsächlichen Bedürfnissen der Zielgruppen. Es gibt eine starke Abhängigkeit zwischen Zielgruppe und Fahrtzweck. Als wichtigste Zielgruppen sind derzeit im Mittelpunkt (Handbuch Mikro-ÖV):

- Pendler
- Jugendliche
- Senioren
- Personen ohne verfügbaren Pkw
- Touristen

Der klassische Linienverkehr kann der Nachfrage im Bereich der Nahmobilität in wirtschaftlicher Weise nur schwer gerecht werden. Wenn es gelingt, ineffiziente Angebote bei bestehenden Verkehrssystemen (z.B. schlecht ausgelastete Buslinien) durch kundengerechte Mikro-ÖV Systeme zu ersetzen, wird die Effizienz gesteigert (Handbuch Mikro-ÖV).

---

<sup>31</sup> vgl.: Leitfaden Mikro-ÖV-Systeme 2014; <https://www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Downloads-Forderungen/Sanfte-Mobilitaet/Micro-V/LF-Mikro-V-4.-AS-2014.pdf> [Datum des Zugriffes 05.06.2016]

### 3.1.5 Bus Rapid Transit (BRT)

Beim BRT handelt es sich im Prinzip um herkömmliche Buslinien die jedoch einige effizienzsteigernde Maßnahmen erfahren um ein Maximum an Kapazität und Geschwindigkeit zu ermöglichen. Gleich vorweg sei angemerkt das dieses System nur dann eine vernünftige Alternative darstellt, wenn die Busse nicht mit fossilen Brennstoffen betrieben werden.

Das auffälligste und zugleich entscheidende Merkmal des BRT sind Fahrbahnen, die physisch vom Rest der Straße getrennt sind oder mitunter sogar als Hochtrasse geführt werden. In zweispuriger Ausführung mit planfreien Knoten wie in Abb. 21, wird aus dem Busverkehr ein hochpotentes Massenverkehrsmittel mit Kapazitäten, die sich bereits Richtung U-Bahn bewegen, jedoch nur einen Bruchteil der Bauzeit und Investitionskosten verursachen. Auf dieser Abbildung sticht jedoch auch gleich der große Nachteil ins Auge. Der Flächenverbrauch dieses Transportsystems ist extrem hoch und der Fahrweg bildet eine physische Sperre für alle anderen Verkehrsteilnehmer. Vorteilhaft wiederum ist die flexible Einsetzbarkeit. So können sich die abgegrenzten Busspuren auf Streckenabschnitte mit sehr hohem Auslastungsgrad beschränken und in den Randgebieten durch Verästelung der Linien große Flächen abgedeckt werden.



**Abb. 21** BRT, China (links) und Washington (rechts)<sup>32</sup>

<sup>32</sup> [http://www.busandcoach.travel/en/latest\\_news/bus\\_rapid\\_transit\\_comes\\_to\\_washington\\_dc.htm](http://www.busandcoach.travel/en/latest_news/bus_rapid_transit_comes_to_washington_dc.htm) [Datum des Zugriffs: 25.06.2015]

### 3.1.6 Transit Explore Bus

*Transit Explorer* oder *Transit Elevated Bus* (TEB) bezeichnet eine Studie über einen „Portalbus“ aus China, die aber bereits im Juli oder August mit einem ersten Prototypen getestet werden soll. Es handelt sich um eine Art Bus oder Zug der die doppelte Breite eines Fahrstreifens besitzt und unter sich einen Lichtraum von 2 Metern Höhe freilässt, der von Pkw durchfahren werden kann. Der TEB soll Platz für bis zu 1400 Personen bieten und eine Höchstgeschwindigkeit von 65 km/h erreichen. Skeptiker des elektrisch angetriebenen Transportsystems prognostizieren eine Vielzahl von Unfällen mit den restlichen Verkehrsteilnehmern.

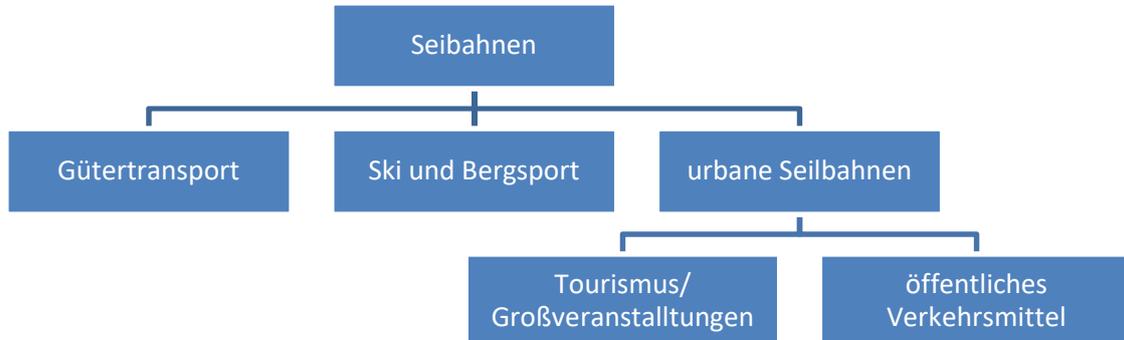


**Abb. 22** *Transit Explorer Bus*<sup>33</sup>

<sup>33</sup> <http://dailytimes.com.pk/world/04-Aug-16/chinese-transit-elevated-bus-undergoes-first-test-run> [Datum des Zugriffs: 06.10.2016]

## 4 Seilbahnsysteme

### 4.1 Definition „urbane Seilbahn“



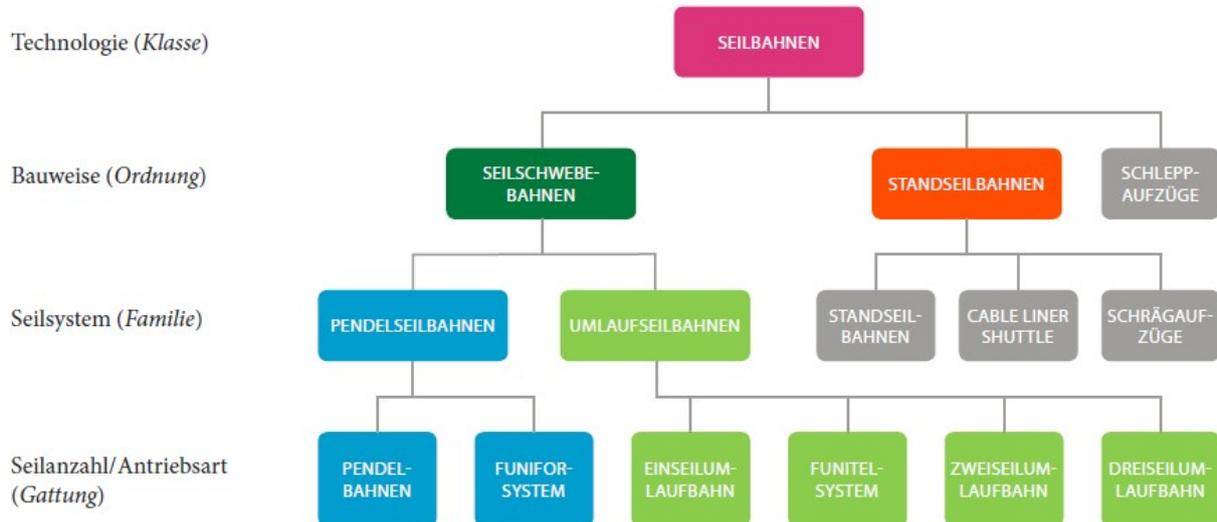
**Abb. 23** Definition der urbanen Seilbahn

Urbane Seilbahnen zeichnen sich im Besonderen durch den Betrieb in städtischen Gebieten, mit der Primäraufgabe der Beförderung von Personen im öffentlichen Nahverkehr aus. Sie unterscheiden sich in zwei Ausprägungen, einerseits in die Tourismus- und Eventbahnen und andererseits in jene, welche die Aufgabe eines öffentlichen Verkehrsmittels im Linienbetrieb erfüllen, wobei der Übergang als fließend anzusehen ist. Tourismus- und Eventbahnen werden dazu verwendet, das Stadtzentrum mit stark frequentierten Tourismus- oder Veranstaltungsorten (z.B.: Weltausstellungen, Gartenschauen und dgl.) zu verbinden. Ihre Hauptaufgabe ist es Touristen zu transportieren und zugleich selbst Teil der Attraktion zu sein. Sie verkehren nur zu den Betriebszeiten der Zielattraktion. Dazu gehören ebenfalls Bahnen, die Städte mit Naherholungszentren oder Aussichtspunkten verbinden, wie etwa die Pfänderbahn in Bregenz. Diese Seilbahnen haben fast immer zwei bis maximal drei Stationen.

Gänzlich andere Ansprüche stellen Seilbahnen im öffentlichen Personennahverkehr. Sie sind vollständig in das öffentliche Verkehrsnetz integriert. Die Betriebszeit richtet sich nach dem Fahrplan im Verkehrsnetz und sie sind in den Tarifverbund eingegliedert. Sie können durchaus ebenfalls eine touristische Attraktion darstellen, aber ihre Hauptaufgabe liegt darin, ganzjährig Personen bei der Raumüberwindung behilflich zu sein. An sie werden die identischen Ansprüche wie gegenüber anderen öffentlichen Verkehrsmitteln gestellt. Um diese Art der Seilbahnen geht es in dieser Arbeit.

## 4.2 Technik

Neben der Einteilung bezüglich ihres Hauptnutzen wie in Abb. 23 dargestellt lassen sich Seilbahnen auch in technologischer Hinsicht wie folgt klassifizieren (Abb. 24):



**Abb. 24** Technologische Unterscheidung der Seilbahnsysteme<sup>34</sup>

Es folgt lediglich ein kurzer Exkurs zu den maschinenbaulichen Aspekten von Seilbahnanlagen, da sich die Arbeit hauptsächlich mit den Auswirkungen der Seilbahn auf den Verkehr beschäftigt.

Wie in Abb. 24 ersichtlich unterteilen sich die Seilschwebebahnen in Pendel- und Umlaufbahnen. Umlaufsysteme definieren sich durch ein endlos verspleißtes Zugseil, welches in einer Schleife um die beiden Endstationen läuft und in einer oder beiden Stationen von einer Treibscheibe angetrieben wird. Im Unterscheid zu einer Pendelbahn, bei welcher sich meist zwei Gondeln zwischen den Stationen hin und her bewegen (pendeln), werden die Gondeln bei Umlaufsystemen im Kreis geführt. Es existieren Einseilumlaufbahnen (EUB), Doppelseilumlaufbahnen (DUB), Zweiseilumlaufbahnen (ZUB) und Dreiseilumlaufbahnen (3S-Bahn) (Sedivy 2011).

Bei EUB und DUB übernimmt das Seil bzw. übernehmen die Seile sowohl die tragende als auch die antreibende Funktion, man spricht hier von Förderseilen.

ZUB verfügen über ein Seil welches die Gondel trägt (Tragseil) und ein Zugseil, welches für den Antrieb der Gondel sorgt. Dreiseilumlaufbahnen stellen eine Weiterentwicklung dar. Ein zusätzliches Tragseil verleiht mehr Stabilität wodurch sich die Windanfälligkeit verringert und größere Bodenabstände möglich sind. Zudem können höhere Geschwindigkeiten erreicht und größere Fahrzeuge eingesetzt werden, wodurch sich die Kapazität erhöht.

Es existieren zwar einige Pendelbahnen im urbanen Raum, da sie jedoch nur Punkt-zu-Punkt Verkehr ermöglichen, wurden in der jüngeren Vergangenheit nur noch Umlaufbahnen errichtet. Diese bieten nämlich auch den Vorteil, dass sie kuppelbar ausgeführt werden können.

Kuppelbar bedeutet, dass das Fördergefäß mittels einer Klemmvorrichtung an das Förderseil an- und abgeklemmt werden kann. Durch das Abklemmen in der Station kann die Geschwindigkeit des

<sup>34</sup> Kremer(2015) S. 31

Fahrzeugs verringert werden um einen sicheren Ein- und Ausstieg zu gewährleisten. Die Möglichkeit, eine beliebige Anzahl (bis zur festgelegten Maximalanzahl) von Gondeln am Seil zu befestigen, ermöglicht es der Betriebsführung, spontan auf den Auslastungszustand zu reagieren<sup>35</sup>.



Einseilumlaufbahn (EUB), Zweiseilumlaufbahn (ZUB), Dreiseilumlaufbahn (3S-Bahn)

### 4.3 Vor- und Nachteile von urbanen Seilbahnen

Das System Seilbahn an sich besteht zwar schon sehr lange, der Einsatz im urbanen Raum stellt jedoch neue Ansprüche an Technik und Planung. Es werden zwar bereits seit einigen Jahren Stadtseilbahnen errichtet, trotzdem werden noch eine Vielzahl von Baugruppen und Planungsmethoden direkt aus dem Winterbetrieb übernommen. Es ist also noch mit technologischen Weiterentwicklungen zu rechnen, vor allem was den Lärmschutz (Anm. Lärmemission bei Seilbahnen ohnehin sehr gering), Linienführung und städtebauliche Integration betrifft.

Vorteile:

- Im Vergleich zu Straßen- oder Stadtbahnen relativ geringe Eingriffsintensität für Trassierung und geringere Investitionskosten (siehe Kapitel 4.4.6 Investitions- und Betriebskosten).
- Die einfache Überwindung von topographischen und baulichen Hindernissen.
- Geringe Betriebskosten (sowohl Personal- als auch Betriebsmittelkosten).
- Schnelle Realisierbarkeit.
- Keine Behinderung durch andere Verkehrsteilnehmer.
- Bessere Marktakzeptanz bei wahlfreien Verkehrsteilnehmern.
- Aufgrund der stetigen Beförderung sehr geringe Wartezeiten.
- Geringer absoluter und spezifischer Energieverbrauch sowie Abgas- und Lärmemissionen.
- Höchstes Sicherheitsniveau.

Nachteile:

- Die Haltestellendichte fällt aufgrund der deutlich höheren Haltestellenkosten im Vergleich zum Bus geringer aus,
- Die Grundeigenschaften einer Seilbahn bewirken Defizite bei der Netzbildungsfähigkeit.

<sup>35</sup> vgl.: [www.isr.at](http://www.isr.at), Systemvergleich Kabinen- Umlaufseilbahnen, [Datum des Zugriffs 11.08.2016]

- Man ist an eine überwiegend lineare Trassierung gebunden, Kurven sind nur in Stationen möglich.
- Haltestellen haben einen hohen Flächenbedarf und wenn die Bahn nicht auf die 0-Ebene abgesenkt werden kann, entstehen Zusatzkosten für Aufzüge, Rolltreppen und Gebäudestrukturen. Das Anlegen von Stationen über der 0-Ebene kann jedoch in sehr beengten Stadtgebieten auch als Vorteil gesehen werden, Stichwort „multifunktionale Raumnutzung“ (z.B.: Haltestelle über einer Straßenkreuzung).
- Rechtliche Gegebenheiten welche die Überschwebung von Grundstücken verhindern.
- Ein- und Zweiseilbahnen sind windanfällig, dies verbessert sich bei 3S-Bahnen, bleibt aber vorhanden. Laut Herstellerangaben sind modernste 3S-Bahnen bei Windgeschwindigkeiten von bis zu 100km/h fahrtauglich.

## 4.4 Betriebliche und finanzielle Systemeigenschaften

### 4.4.1 Theoretische Förderleistung einer Seilbahn im Umlaufbetrieb

Die theoretische stündliche Förderleistung umfasst jene Anzahl von Personen, die von einer Seilbahn in einer Stunde bei größter Auslastung (jedes Fahrzeug voll besetzt, ungestörter Betrieb mit größter Fahrgeschwindigkeit) befördert werden können (Sedivy 2011).

Die Menge an Fahrzeugen die pro Stunde eine Station passieren, hängt von der Folgezeit  $t_F$  ab. Die Folgezeit ermittelt sich aus dem Gehängeabstand  $w$ [m] am Seil und der Nennfahrgeschwindigkeit  $v_{max}$  [m/sec].

$$t_F = \frac{w}{v_{max}} \quad (4-1)$$

Die theoretische Förderleistung beträgt:

$$M = \frac{3600 * P}{t_F} \quad (4-2)$$

$t_F$	Folgezeit
$w$	Gehängeabstand
$v_{max}$	Nennfahrgeschwindigkeit
$P$	Anzahl der Personen pro Fahrzeug

Die tatsächliche Förderleistung beschränkt sich beim derzeitigen Stand der Technik auf 6000 Pers/h beim kapazitätsstärksten System der 3-SBahn.

Dies hat folgende Gründe:

- Besetzungsgrad: Die Individualität der Fahrgäste hat zur Folge, dass Kabinen nicht immer voll besetzt werden. Dieses Problem tritt umso stärker auf je kleiner die Kabinen sind.

- Der Gehängeabstand kann nicht beliebig verkleinert werden und steigt mit der Fahrgeschwindigkeit. Der Wagenabstand ist abhängig von der Seil-, Stationsgeschwindigkeit, der Beschleunigung der Kabinen und der Ein-, Ausstiegszeit. Weiters stellen Sicherheitseinrichtungen (Auffahr-, Durchfahrtsicherungen) Beschränkungen des Wagenabstandes sowie der Fördergeschwindigkeit dar.

#### 4.4.2 Fördergeschwindigkeit

Die EU-Seilbahnnorm setzt Obergrenzen für die Nennfahrgeschwindigkeiten fest welche laufend an den Stand der Technik angepasst werden. Die aktuellsten Werte lauten (FprnEN 12929-1)<sup>36</sup>:

- EUB: 6,0 m/s
- DUB: 7,0 m/s
- ZUB: 7,0 m/s (früher 6,0 m/s)
- 3S-Bahn: 8,0 m/s (früher 7,0 m/s)

Hierzu kommen eine Reihe von technischen Beschränkungen. Um die Gondel vor und nach der Station abzubremesen bzw. zu beschleunigen ist ein bestimmter Weg erforderlich, da Passagieren keine zu hohen Beschleunigungskräfte zugemutet werden können. Dies trifft besonders auf Stadtseilbahnen zu, denn diese werden im Vergleich zu Wintersportbahnen auch von gebrechlichen Menschen benützt. Erhöht man die Seilgeschwindigkeit bei gleichbleibender Stationsgeschwindigkeit steigt naturgemäß der Wagenabstand was sich wiederum negativ auf die Förderleistung auswirkt. Bei 3S-Bahnen wird dies durch große Kabinen (28er-, 30er-, 35er-Kabinen) kompensiert. Die Seilgeschwindigkeit steht auch im Zusammenhang mit dem Überfahrgeräusch an den Stützen, welches den größten Schallemitentent bei Seilbahnen darstellt.

#### 4.4.3 Energieverbrauch

Maßgeblich verantwortlich für den Energieverbrauch von Seilbahnen ist der Seil- und Rollenwiderstand. Im Seil treten durch die Umlenkung und Verwindung Reibungskräfte zwischen den Litzen des Seils auf, welche durch das Fetten des Seils verringert werden sollen, dies schützt zugleich vor Korrosion. Die zweite maßgebliche Art der Reibung ist jene zwischen dem Seil und den Stützrollen. Diese resultiert aus der Normalkraftkomponente der Traglast (Anm.: verringert sich also je steiler die Bahn ist) und dem Reibwert des Rollenfutters.

Die Reibungskräfte auf der Strecke von EUB und Mehrseilbahnen unterscheiden sich wesentlich. Bei EUB und DUB resultiert die erforderliche Umfangskraft und damit der Energieverbrauch aus der Reibung des Förderseiles beim Lauf über die Stützrollen. Der Reibungswiderstand berechnet sich aus der Normalkraftkomponente der Rollenaufast und dem Reibungsbeiwert zwischen Seil und Rollenfutter, in der Norm als Berechnungsvorschrift mit 3,0 angegeben (in der Praxis treten geringere Werte auf)<sup>37</sup>. Der Nachteil von EUB und DUB ist, dass die notwendige Vorspannkraft des Förderseils

<sup>36</sup> vgl.: [www.isr.at](http://www.isr.at), Systemvergleich Kabinen- Umlaufseilbahnen, [Datum des Zugriffs 11.08.2016]

<sup>37</sup> vgl.: Internationale Seilbahnrundschau, <http://de.isr.at/news/article/systemvergleich-kabinen-umlaufseilbahnen/> [Datum des Zugriffs, 15.07.2016]

die Normalkraft und somit den Reibungswiderstand erhöht. Bei ZUB und 3S-Bahn steht das Tragseil still, wodurch nur Reibung zwischen dem Laufwerk der Gondel und dem Tragseil, sowie zwischen dem Zugseil und den Zugseiltragrollen auftritt. Als Normalkraft wirkt also nur die Gewichtskraft der Gondel und des Zugseils, welches bei vergleichbaren Anlagen leichter ist als ein Förderseil. Der Reibungswert zwischen Tragseil und Laufwerk ist geringer als jener eines Förderseils und wird in der Norm mit 2,0 angegeben<sup>38</sup>. Die Vorspannung des Zugseils ist wesentlich geringer als jene eines Förderseiles. Sie muss lediglich so hoch gewählt werden, dass ein sicherer Betrieb gewährleistet ist (z.B: Verhindern von Seilüberschlägen). Die notwendige Umfangskraft bei Einseilsystemen ist in etwa drei Mal so groß wie in vergleichbaren Mehrseilsystemen.

Der tatsächliche Gesamtenergieverbrauch einer Seilbahn lässt sich nur schwer pauschalisieren, zu sehr ist er abhängig von den Systemeigenschaften, den Betriebsbedingungen (Auslastung) und den topographischen Gegebenheiten.

#### **4.4.4 Umweltauswirkungen**

Feinstaub und Treibhausgase belasten zunehmend die Großstädte und befinden sich im Blickpunkt der Öffentlichkeit. Ein neues Massentransportmittel zu etablieren welches vor Ort Schadstoffemissionen erzeugt scheint zumindest in westlichen Ländern bereits undenkbar, aber auch in Entwicklungsländern mit oft akutem Smogproblem hat dieses Thema oberste Priorität.

Seilbahnen werden voll-elektrisch betrieben, emittieren also vor Ort keine Schadstoffe. Die einzigen Nebenprodukte des Betriebs sind der Abrieb an den Laufrollen und das Seilfett. Studien, inwieweit diese Stoffe zur Umweltverschmutzung beitragen, konnten vom Autor nicht gefunden werden. Es existieren Studien über den CO<sub>2</sub> Ausstoß der unterschiedlichen Verkehrsmittel, die Werte spiegeln jedoch lediglich die Zusammensetzung der Stromgewinnung aus erneuerbaren und fossilen Brennstoffen wider. Folglich wird bei Verwendung von CO<sub>2</sub> neutralen Energiequellen auch in Summe kein Treibhausgas produziert.

---

<sup>38</sup> vgl.: Internationale Seilbahnrundschau, <http://de.isr.at/news/article/systemvergleich-kabinen-umlaufseilbahnen/>  
[Datum des Zugriffs, 15.07.2016]

Schadstoffe	Schadstoffemissionen in Gramm pro Personenkilometer bei				
	PKW	Bus	Metro/ Tram	Eisenbahn Nahverkehr	Seilbahn <sup>1</sup>
Kohlenmonoxid	1,45	0,21	0,02	0,02	0,01
Kohlendioxid	144	75	72	52	44
Kohlenwasserstoffe	0,18	0,08	0,005	0,01	0,003
Stickoxide	0,29	0,83	0,07	0,07	0,04
Partikel	0,009	0,017	0,003	0,001	0,002
Benzinäquivalent in Liter pro Personenkilometer	6,2	3,3	3,9	2,7	2,4

<sup>1</sup> Bezogen auf eine Dreiseilumlaufbahn mit einer Gesamtförderleistung von 7.000 Personen pro Stunde und Richtung bei einer Geschwindigkeit von 21,6 km/h

**Tabelle 3** Schadstoffemissionen verschiedener Verkehrsmittel<sup>39</sup>

Die mechanische Kopplung der Massen über beide Fahrtrichtungen und auch der gegenseitige Ausgleich der Windwiderstände machen die Seilbahn energieeffizienter als herkömmliche elektrifizierte Transportmittel und somit weniger umweltschädlich.

Spricht man von Umweltauswirkungen ist neben der Schadstoffbelastung die Lärmemission ein wichtiger Faktor. Seilbahnen erzeugen Schallemissionen im Bereich der Stationen durch den Antrieb und beim Überfahren von Stützen. Der gravierende Unterschied zu Straßen und schienengebundenen Transportmitteln ist, dass sich die Lärmquelle nicht in Bodenhöhe befindet. Dies birgt Vor- und Nachteile. Nachteilig ist die ungehinderte Ausbreitung der Schallwellen in alle Richtungen. Dafür ist durch die Höhe der Seilbahn die Distanz von Personen zum Emittenten bedeutend größer. Schienenfahrzeuge verursachen darüber hinaus mehr Körperschall in der umliegenden Bebauung.

Der Flächenverbrauch ist ein weiterer immer wichtiger werdender Umweltaspekt bei dem die Seilbahn große Vorteile besitzt. Orientiert sich die Neugestaltung von öffentlichen Räumen nicht mehr an der Autostraße, erhöhen sich die Nutzungsoptionen und die Lebensqualität in den Städten. Zur Fortbewegung ist den flächeneffizientesten Verkehrsmitteln Priorität einzuräumen (VCÖ 2016).

#### 4.4.5 Gesetzliche Grundlagen in Österreich

Seilbahnen sind gesetzlich den Eisenbahnen zugeordnet. Grund für diese Zuordnung ist die mit Eisenbahnen gleichartige Zwangsspurführung. Mit dem Seilbahngesetz 2003 (SeilbG 2003) wurde eine neue gesetzliche Basis geschaffen. Bis dahin waren Seilbahnen im Eisenbahngesetz 1957 verankert (Sedivy 2011).

<sup>39</sup> Kremer (2015) S.44

Darüber hinaus existieren eine Reihe von europäischen und österreichischen Normen (z.B.: ÖNORM EN 12408; Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personentransport).

#### 4.4.6 Investitions- und Betriebskosten

Die Entscheidung zur Umsetzung großangelegter Infrastrukturprojekte wird auf politischer Ebene gefällt und im allgemeinen aus Steuern und Abgaben der Bevölkerung finanziert. Im Gegensatz zu übergeordneten Projekten auf Staats oder EU Ebene werden urbane Seilbahnen meist von Stadtregierungen umgesetzt und sind somit in noch größerem Maße an die Akzeptanz der Bevölkerung gebunden. Kann ein Projekt als kostengünstig medialisiert werden ist dies ein entscheidender Vorteil.

Die Seilbahn gehört technisch gesehen zu den Schienenverkehrsmitteln (Sonderverkehrsmittel des Schienenverkehrs, Bahn besonderer Bauart), ist aber verglichen mit Straßen- und U-Bahnen um ein Vielfaches günstiger, kann aber nichtsdestotrotz aus Fördermitteln des Schienenverkehrs finanziert werden. Es bedarf weder großer Erdbewegungen noch hohem Personalaufwand wegen des automatischen Betriebes. Personal wird zur Pflege der Mechanik, des Antriebs, der Kabinen und Seile benötigt, sowie ein gewisses Servicepersonal zur Betreuung der Kunden. Ein genauer Kostenvergleich ist nur in projektspezifischen Variantenvergleichen möglich da sich die Preise von Projekt zu Projekt sehr stark unterscheiden. Abb. 25 zeigt ein Kostenbeispiel der Fa. Doppelmayr welches allerdings äußerst knapp kalkuliert scheint. Die Herstellungskosten vergangener Projekte variieren sehr stark. Der Kilometerpreis bereits bestehender Anlagen erstreckt sich von 5 Mio.USD (Bolzano funivia del Renon, Italien) bis hin zu 82 Mio.USD (Emirates Air Line, London) (CUP 2013). Die Emirates Air Line und die Portland Aerial Tram mit 57 Mio.USD stellen jedoch Ausreißer nach oben dar, im Mittel lag der Preis pro Kilometer bei 18 Mio.USD (CUP 2013). Bei den beiden genannten Systemen handelt es sich um Sonderausführungen. Das Kostenbeispiel der Fa. Doppelmayr bezieht sich rein auf die technische Ausrüstung der Seilbahn. Dazu addieren sich naturgemäß Grundstückskosten für Stützen und Stationen welche im Innenstadtbereich nicht unerheblich sind, aber im Vergleich zum Flächenbedarf herkömmlicher Transportmittel um ein vielfaches geringer sind.

Horizontale Länge	1.000 m
Förderleistung	2.800 P/h
Fahrzeit	4,3 min
Fahrgeschwindigkeit	5 m/s
Ø Leistungsaufnahme	290 kW
Kabineanzahl	52
Kabineabstand	51 m
Kabinefolgezeit	10 s

<i>Richtpreis komplett vor Ort montiert:</i>	
Antriebsstation	2 Mio. Euro
Umkehrstation	1,5 Mio. Euro
Streckenausrüstung	1,3 Mio. Euro
Fahrzeuge	1,2 Mio. Euro
<b>Gesamtkosten:</b>	<b>6 Mio. Euro*</b>

\*Kostenbeispiel einer Umlaufbahn mit 8er Kabine

**Abb. 25** Kostenbeispiel einer Umlaufbahn<sup>40</sup>

<sup>40</sup> Doppelmayr Broschüre: Urbane Seilbahnen als innovativer Lösungsweg für den modernen Stadtverkehr

Zum Vergleich zeigt die Abb. 26 Investitionskosten von U-Bahnen und Straßenbahnen (in USD pro Meile) in den USA und Weltweit. Die teuerste Variante einer Seilbahn (3S-Bahn) mit Kosten zwischen 15 und 25 Mio. Euro sollte also im weltweiten Vergleich nur etwa die Hälfte einer Straßenbahn und ein Sechzehntel einer U-Bahn kosten.

## Median Subway vs. LRT Cost per Mile

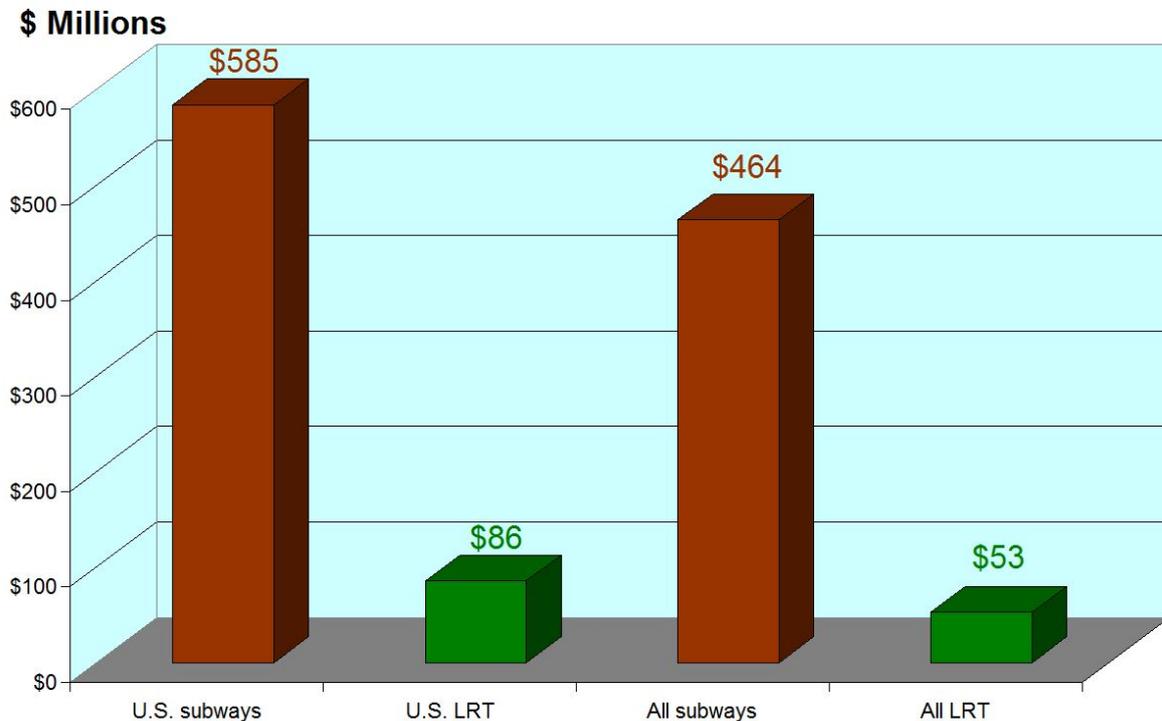


Abb. 26 Investitionskosten/km von U-Bahnen und Straßenbahnen in den USA und Weltweit<sup>41</sup>

## 4.5 Bereits existierende urbane Seilbahnen

### 4.5.1 Auflistung wichtiger Seilbahnprojekte im urbanen Raum

Es wurden weltweit bereits eine Vielzahl von Seilbahnprojekten umgesetzt deren primärer Zweck nicht im Bereich des Sports, sondern in der Erschließung urbaner Gebiete liegt. Abb. 27 zeigt die Verbreitung solcher Anlagen. Es handelt sich um einen Auszug aus einer interaktiven Weltkarte des Godola Projekt's, die verschiedenste Informationen zu urbanen Seilbahnanlagen zur Verfügung stellt.

<sup>41</sup> [lightrailnow.worldpress.com](http://lightrailnow.worldpress.com)

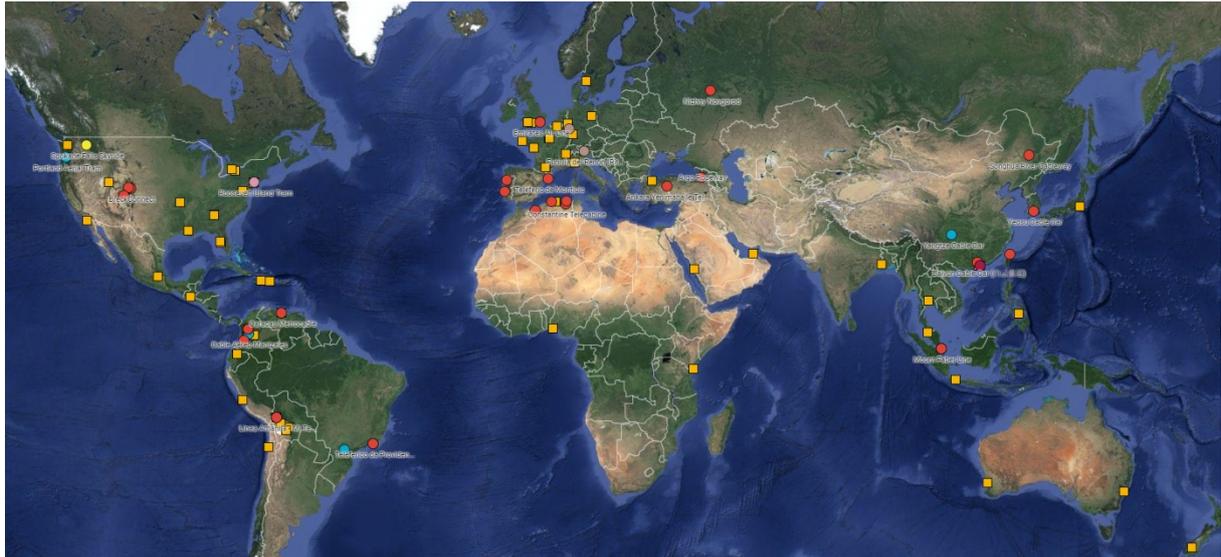


Abb. 27 Weltkarte urbaner Seilbahnen<sup>42</sup>

Die folgende Tabelle ist ein Auszug der wichtigsten urbanen Seilbahnen:

Land	Stadt	Bezeichnung	Länge [km]	Anzahl der Stationen
<b>Algerien</b>				
	Constantine	Constantine Telequerique	1,5	3
	Hydra	Telequerique Oude-Koriche	2,9	3
	Skikda	Skikda Telequerique	1,9	3
	Tlemcen	Tlemcen Telequerique	1,6	3
<b>Brasilien</b>				
	Telêmaco Borba	Bonde Aéreo de Telêmaco Borba	1,3	2
	Rio de Janeiro	Teleferico da Providencia	0,7	3
	Rio de Janeiro	Teleferico de Alemão	3,5	6
<b>China</b>				
	Chongqing	Yangtze Cable Car	1,2	2
		Guangzhou	1,6	2
		Hong Kong	5,7	4
<b>England</b>				
	London	Emirates Air Line	1,1	2
<b>Kolumbien</b>				

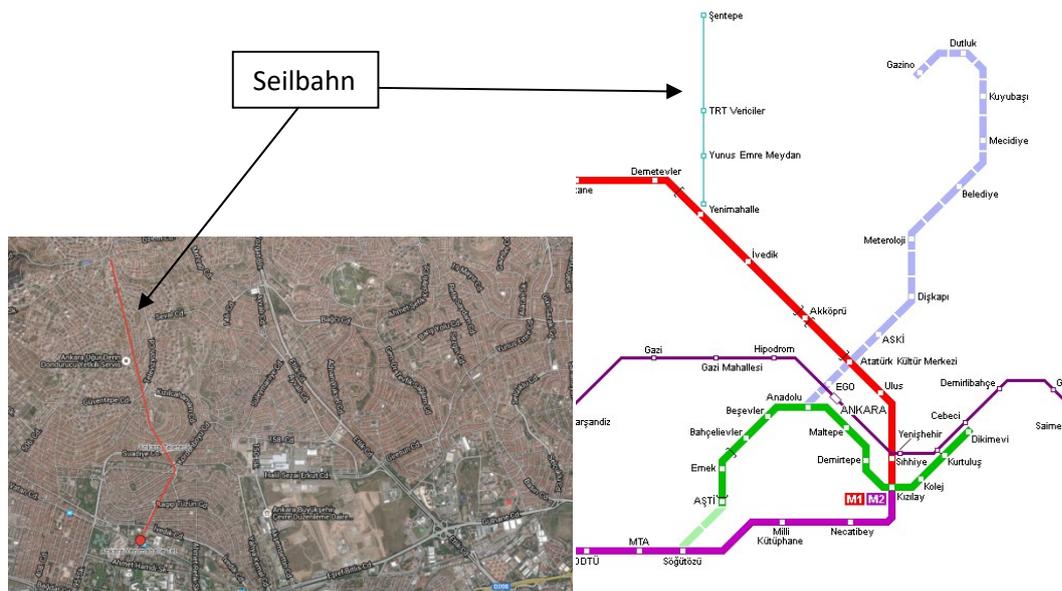
<sup>42</sup> The Gondola Projekt: <http://gondolaproject.com/> [Datum des Zugriffs, 23.03.2016]

Cali	MIO Cable	2,0	4
Manizales	Cable Aéreo Villa Maria	0,7	2
Manizales	Cable Aéreo Manizales	1,9	3
Medellín	Linea J-Metrocable	2,0	4
Medellín	Linea K-Metrocable	2,6	4
Medellín	Linea L-Metrocable	4,8	2
Russland			
Nizhny Novgorod	-	3,6	2
Türkei			
Ankara	Ankara Yenimahalle Teleferik	3,2	4
USA			
New York City	Roosevelt Island Tram	1,0	2
Venezuela			
Caracas	San Augustin	1,8	5
Caracas	Marchie	4,8	2

**Tabelle 4** Bestehende Stadtseilbahnen

#### 4.5.2 Ankara, Türkei

Die erste vollintegrierte urbane Seilbahn auf dem eurasischen Kontinent wurde 2014 in Ankara in Betrieb genommen. Es handelt sich um eine kuppelbare 10er Kabinenbahn, welche die Stadtteile Sentepe und Yenimahalle an das Metronetz anschließt. Sie ermöglicht den Bewohnern der Vorstadt erstmals einen schnellen Zugang zum Zentrum. Durch das größtenteils überlastete Straßennetz dauert die Fahrt mit dem Auto zwischen 30 und 60 Minuten, während die Seilbahn nur 10 Minuten benötigt. Die Bahn ist zwischen 6 und 24 Uhr in Betrieb. Die Entscheidung für die Seilbahn fiel auch aufgrund der 80% niedrigeren Betriebskosten im Vergleich zu einer U- oder Straßenbahn.



**Abb. 28** Linienführung der Seilbahn Ankara

In einer Höhe von bis zu 60 Metern erstreckt sich die Bahn über 3229 m und 4 Stationen bei einer maximalen Förderleistung von 2400 Passagieren pro Stunde. Die Kabinen sind mit Sitzheizung, Multimedia-Informationssystem und Außenbeleuchtung ausgestattet.



**Abb. 29** Stationsgebäude Seilbahn Ankara

### **Fazit**

Ganz so elegant wie in der Vorstudie wurden die Stationen dann doch nicht ausgeführt. Verglichen mit den Bahnen in Medellín oder Caracas die als Hauptmittel der Stadteentwicklung fungieren und auch Prestigeprojekte darstellten, könnte man jene in Ankara als effiziente und kostengünstige Variante zur kleinräumigen Verkehrserleichterung bezeichnen. Die Bahn in Ankara ist in dem Sinne interessant da es hier rein darum geht, dass Quellverkehrsaufkommen in einem Gebiet vom MIV auf den ÖV zu transferieren. Im Gegensatz dazu generieren die beiden zuvor erwähnten Systeme sehr viele neue Wege da sie in Gebiete vordringen, die zuvor praktisch nicht (oder nur mit sehr hohem Zeitaufwand) mit dem MIV erreichbar waren.

### **4.5.3 Medellín, Kolumbien**

Medellín, eine Stadt in deren Metropolregion ca. 3,7 Mio. Einwohner leben, ist räumlich in einem schmalen Tal mit dazugehörigen Hanglagen situiert. Topographisch also prädestiniert für den Einsatz einer Seilbahn. Vor allem in den Hanglagen herrschen ärmlichste Verhältnisse gepaart mit enormer Kriminalität. Wie so oft in solchen Verhältnissen ist die Bebauung extrem dicht und verworren, was den Zugang zum Arbeitsmarkt noch weiter erschwert. Zudem herrschte durch die Vielzahl an Taxis und Bussen bereits ein erhebliches Schadstoffemissionsproblem.



**Abb. 30** Seilbahn Medellín

Medellín verfügt als einzige Stadt Kolumbiens über eine Hochbahn (eröffnet 1995), die die Stadt mit ihrer Umgebung verbindet. Die *Metro de Medellín* hat zwei Linien mit insgesamt 42 km Schienennetz. An diese angeschlossen sind die beiden Seilbahnen zu den Armenvierteln Santo Domingo und San Javier. Die erste Seilbahn wurde 2004 in einer Bauzeit von 18 Monaten realisiert. Der Betrieb und Ausbau der Linien finanziert sich über das UN-Konzept zum Klimaschutz durch Emissionshandel. Da das Seilbahnsystem jährlich etwa 20.000 Tonnen CO<sub>2</sub> einspart ist die Stadt in der Lage, entsprechende Emissionszertifikate zu verkaufen<sup>43</sup>. 2011 wurde das Metrosystem durch ein *Bus Rapid Transit System*, ein Schnellbus-System mit eigenen Fahrstreifen (siehe Kapitel alternative Mobilitätsformen), ergänzt. Mittlerweile sind drei Seilbahnlinien im Einsatz und zwei weitere werden geplant.

Verbunden mit dem Bau der Seilbahnen indizierte die lokale Regierung ein Stadtentwicklungsprogramm mit dem Namen *Proyecto Urbano Integral* (integrierte urbane Projekte), welches die Bevölkerung aktiv in den Planungsprozess einbindet und zudem für Investitionen in öffentliche Einrichtungen wie Bibliotheken, Kindertagesstätten, öffentliche Plätze und Sportstätten sorgt.

### **Fazit**

Die Auswirkungen des Seilbahnsystems und der damit einhergegangenen Stadtentwicklungsprogramme, werden hinsichtlich Abgasemissionen, Kriminalität und Strukturveränderungen in den einbezogenen Armenvierteln sehr positiv bewertet. Die Lebensqualität hat sich durch das Kompendium stadtplanerischer Maßnahmen sehr verbessert, lokale Gewerbe haben sich angesiedelt und in manchen Gebieten ist die Mordrate um mehr als 3/4 gesunken. Die durchschnittlichen Transferzeiten konnten von 120 auf 65 Minuten reduziert werden. Das gesamte neugestaltete ÖPNV Netz ist sehr gepflegt und lässt alle Arten von Vermüllung oder Vandalismus vermissen, was ein eindeutiger Indikator dafür ist, wie stolz und froh die Menschen in Medellín über die neuen Seilbahnen sind.

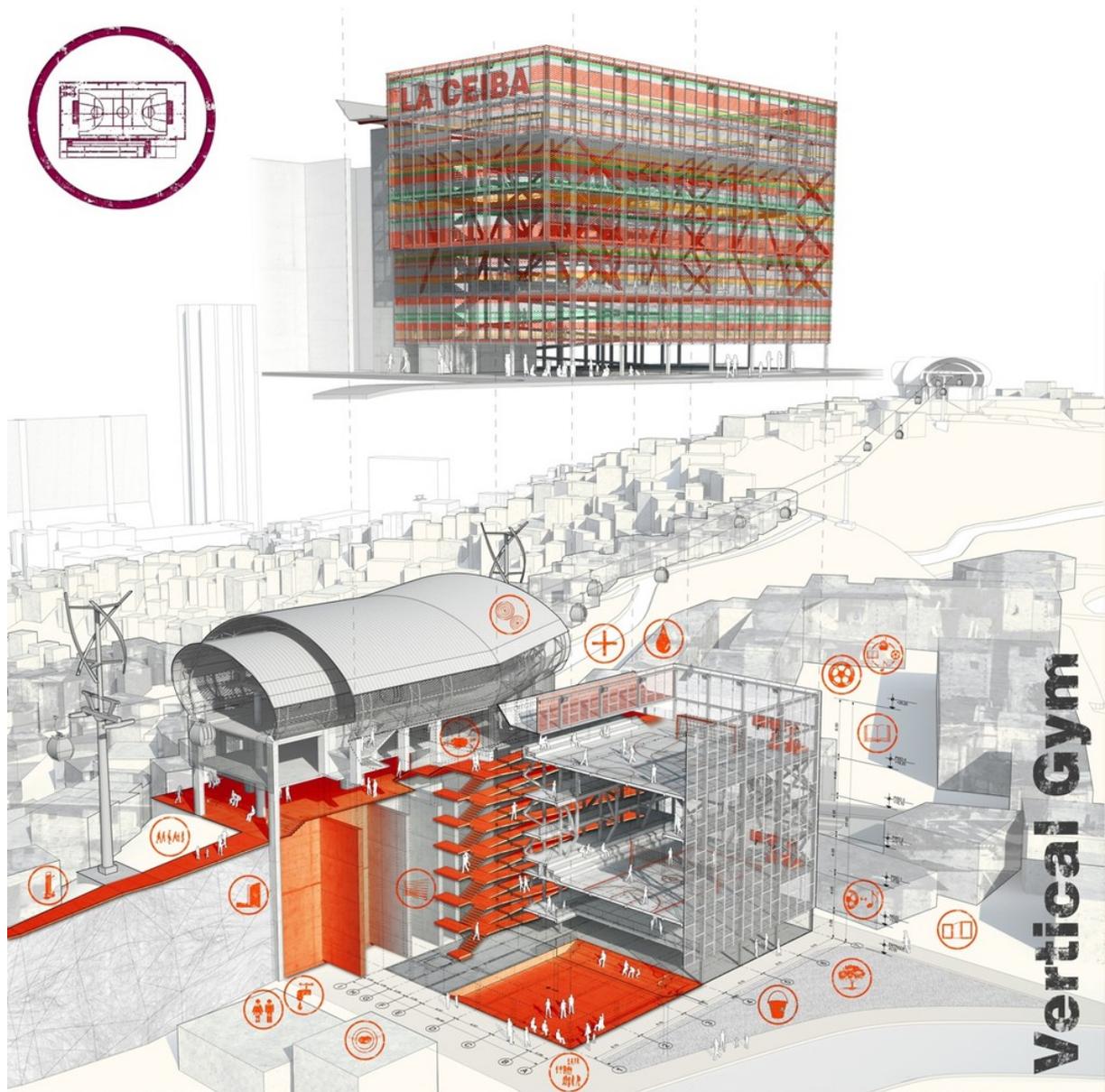
---

<sup>43</sup> vgl.: <https://de.wikipedia.org/wiki/Medell%C3%ADn> [Datum des Zugriffes 22.07.2016]

Die Kombination aus Hochbahn, Seilbahn und Bus Rapid Transit macht Medellín zu einem oder wenn nicht dem besten Beispiel in Sachen alternative Mobilitätsformen.

#### **4.5.4 Caracas, Venezuela**

Caracas hat 2,1 Mio. Einwohner, dazu kommt noch ein Speckgürtel in welchem weitere 1,2 Mio. Menschen leben. Die Stadt ist durch einen 2000 Meter hohen Gebirgszug von der Küste und dem dort gelegenen See und Flughafen getrennt. Wie viele südamerikanische Städte ist die Einkommensschere in Caracas extrem groß, was die Bildung von Armenvierteln und eine hohe Kriminalitätsrate bewirkt. In den ärmsten Stadtteilen herrscht der übliche bauliche Wildwuchs, was per se ohne großangelegte Abrissmaßnahmen nur noch den Bau von Seilbahnen oder U-Bahnen ermöglicht. Caracas besitzt auch seit 1983 ein U-Bahnsystem mit momentan vier Linien und zwei weiteren in Planung. Darüber hinaus befinden wir uns hier in einer Region mit hoher Erdbebenaktivität. Der Bau der Seilbahn war eines der Prestigeprojekte des ehemaligen Präsidenten Hugo Chavez, weswegen die Stationen teilweise sehr opulent ausgeführt sind und über medizinische Zentren, Bibliotheken und Sportmöglichkeiten verfügen (Abb. 31).



**Abb. 31** Stationsgebäude, Caracas<sup>44</sup>

### Fazit

Wenn Seilbahnen in ärmere Stadtteile führen gehen diese ja meist mit anderen Stadtentwicklungsmaßnahmen einher, diese aber gleich im Stationsgebäude unterzubringen ist ein interessanter Ansatz. Das Verkehrssystem in Caracas ist ein ausgezeichnetes Beispiel wie gut die Synergie zwischen dem Hochleistungstransportmittel U-Bahn und der Seilbahn als Zubringer- und Verästelungssystem funktioniert.

<sup>44</sup> <http://www.detail.de/artikel/einfach-gebaut-eine-chance-fuer-unseren-urbanen-planeten-57/> [Datum des Zugriffs 14.08.2016]

#### 4.5.5 La Paz, Bolivien

Das momentan größte urbane Seilbahnnetz der Welt erstreckt sich über die zwei benachbarten bolivianischen Städte La Paz und El Alto. La Paz mit seinen 2,0 Mio. Einwohnern liegt auf ca. 3600 Metern Seehöhe und El Alto, eine der am schnellsten wachsenden Kommunen weltweit, mit 840.000 Einwohner auf 4100 Metern. Zwischen La Paz und El Alto besteht ein reger Pendlerverkehr, 440.000 quälen sich täglich durch ein enges Straßennetz, mit nur sehr wenigen größeren Durchzugsstraßen und fehlender Stadtkernumfahrung. Verschlimmert wurde die ganze Situation noch dadurch, dass der ÖPNV auf Minibussen und Sammeltaxis beruht. Die Minibusse sowie Taxis haben keine fixen Haltestellen sondern werden durch Zuruf oder Winken gestoppt, was die ohnehin chaotische Verkehrssituation weiter verschlimmerte. Es gab Überlegungen eine Hochbahn zu errichten, dies wurde jedoch aufgrund der schwierigen Topographie wieder verworfen.

2012 wurde beschlossen, das Infrastrukturproblem der Stadt mit einem Seilbahnnetz mit noch nie dagewesenen Ausmaßen zu lösen. Den Zuschlag für den Bau der ersten drei Linien mit einem Investitionsvolumen von 234,6 Mio.USD erhielt die Firma Doppelmayr<sup>45</sup>.

Im Mai 2014 ging die erste Line in Betrieb und konnte bereits nach 28 Tagen den millionsten Fahrgast feiern. Mittlerweile transportieren die ersten drei Linien gemeinsam 3 Mio. Personen pro Monat in einer Betriebszeit von 17 Stunden täglich, 360 Tage im Jahr. Der Erfolg des Projekts hat die Stadt dazu veranlasst sechs zusätzliche Linien mit 20 km Streckenlänge zu planen, die bis 2020 fertiggestellt werden sollen<sup>46</sup>.

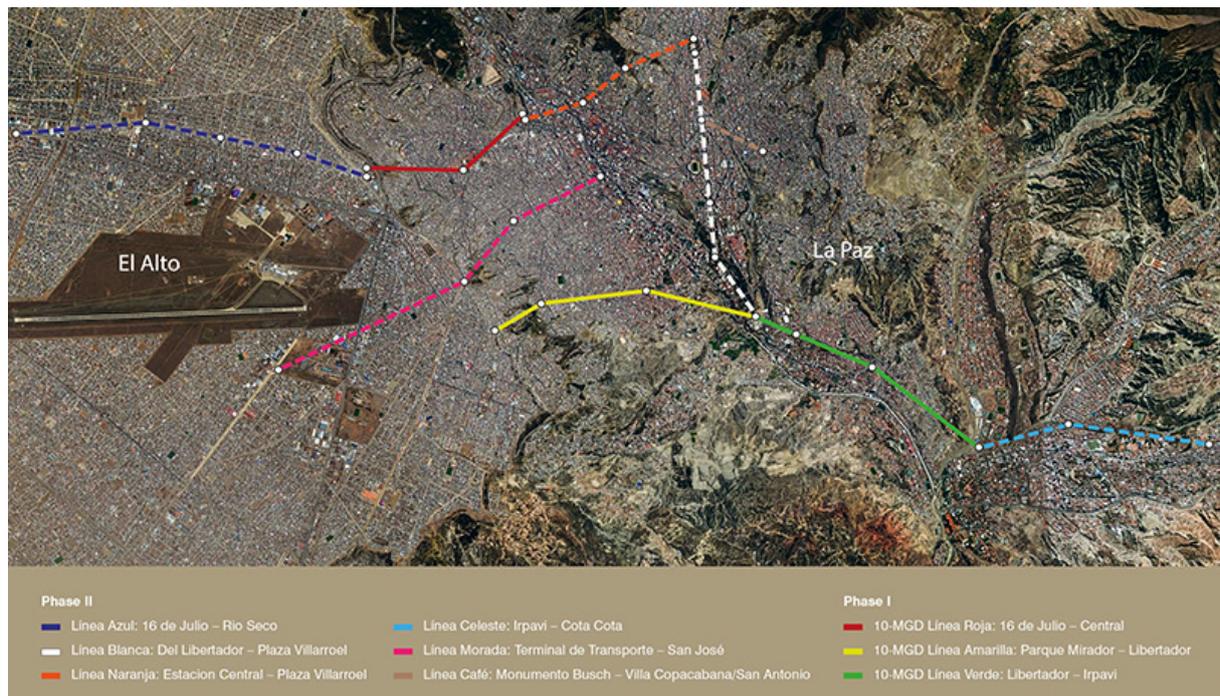


Abb. 32 Seilbahnnetz La Paz, Quelle: Doppelmayr

<sup>45</sup> <http://de.isr.at/> [Datum des Zugriffes, 25.07.2016]

<sup>46</sup> <http://futurezone.at/digital-life/eigentlich-kommen-seilbahnen-ja-aus-staedten/207.065.617>  
<https://www.doppelmayr.com/urban-report-12015/urban-report-12015-la-paz/>  
<http://de.isr.at/> [Datum des Zugriffes, 25.07.2016]

## **Fazit**

Die Gegebenheiten sind denen in Medellín sehr ähnlich, beinahe gleich in sehr vielen Dingen mit dem Unterschied, dass La Paz bis zur Errichtung der Seilbahn überhaupt kein Massentransportmittel aufzuweisen hatte und das Straßennetz noch chaotischer ist (Anm.: betrifft nur das Stadtgebiet von La Paz, El Alto ist eine relativ junge Stadt und besitzt ein Rastastraßennetz). Darüber hinaus finden sich die typischen Bedingungen in denen eine Seilbahn ihre Systemvorteile zur Geltung bringen kann. Unebene topographische Verhältnisse mit unterirdischen Flüssen, sehr kupiertes Gelände und dichte unkoordinierte Bebauung in den ärmeren Stadtteilen machen den Einsatz von schienengebundenen Verkehrsmitteln äußerst schwierig bis unmöglich. Hinzu kommt noch die ausgeprägte Geländekante zwischen El Alto und La Paz, welche diese Region zum Paradeanwendungsgebiet von Seilbahnen macht.

Durch die Seilbahn konnte die Reisezeit der Pendler von El Alto nach La Paz von über einer Stunde auf 10 bis 16,5 Minuten reduziert werden. Sie hat, wie auch in Medellín, zur deutlichen Aufwertung mancher Stadtgebiete geführt. Die Fahrtkosten sind mit 35 Eurocent sehr moderat und ermöglichen es der gesamten Bevölkerung die Seilbahn zu nutzen.

## 5 Mobilitätsverhalten 2015

### 5.1 Masterplan ÖV

Die Stadt Graz hat sich als Ziel gesetzt bis zum Jahr 2020 den Anteil des öffentlichen Verkehrs am Modal Split von derzeit rund 20 Prozent auf 24 Prozent zu erhöhen. Um dies zu erreichen muss die absolute Fahrgastzahl jährlich um 3 Prozent gesteigert werden. Der Startschuss zum Projekt ÖV-Masterplan fiel im Jahr 2011. In diesem Betrachtungszeitraum von ungefähr 10 Jahren müssen also beinahe ein Drittel mehr Fahrgäste lukriert werden, einhergehend mit einer Angebots- und Kapazitätserweiterung. Um diese verkehrspolitischen Ziele zu erreichen hat sich die Stadt Graz und die GRAZ LINIEN dazu entschlossen, in Zusammenarbeit einen Masterplan zu erstellen. Ein Kernteam aus Mitarbeitern der städtischen Verkehrsplanung und der Graz Linien soll in enger Zusammenarbeit gewährleisten, das sowohl technische Machbarkeit als auch die Finanzierung der Projektmaßnahmen reibungslos vonstattengehen kann. Die Stadt Graz hat auszugsweise folgende Beispiele aus dem Maßnahmenkatalog veröffentlicht.<sup>47</sup>

- Einsatz größerer Busse und begleitende bauliche wie verkehrsorganisatorische Maßnahmen auf Linien, auf denen derzeit nur Standardbusse eingesetzt werden
- Einsatz längerer Straßenbahnen unter Betrachtung der Verkehrsabwicklung am Jakominiplatz sowie bauliche Maßnahmen im Bereich der Werkstätten und Abstellanlagen
- Komplettierung des Tangentialbusnetzes
- Neuordnung von Bus-Teilnetzen im Zuge des Neubaus von Straßenbahnlinien
- Festlegung von Erschließungsqualitäten in Abhängigkeit der Besiedlung bzw. Lage
- Weitere Bevorrangungsmaßnahmen für Straßen- und Buslinien
- Weitere Verbesserung der Haltestelleninfrastruktur sowie der Fahrgastinformation
- Erarbeitung neuer attraktiver Tarifmodelle

In einem Kontrollgremium sollen alle anfallenden Entscheidungen getroffen werden, welche vom Aufgreifen einer Idee bis zur Übergabe an eine für die Umsetzung beauftragte Organisation getätigt werden müssen. Die Beteiligten sind optimistisch gestimmt und betrachten es nicht als utopisch, in den nächsten 10 Jahren 30 bis 40 Prozent mehr Fahrgäste zu transportieren und somit den Modi ÖV auf 24 Prozent zu steigern. Gegründet wurde diese Annahme auf der progressiven Steigerung des ÖV-Anteils der 90er und 2000er Jahre. Im Zeitraum von 2008 bis 2013 hat sich jedoch wieder ein leicht degressiver bzw. gesättigter Verlauf eingestellt (Abb. 39). Generell hat sich der ÖV-Anteil zwischen 1982 und 2013 nur um 1,7 Prozent gesteigert was nun doch die Vorstellungen der Stadt Graz und der Graz Linien als überaus ambitioniert erscheinen lässt. Aber möglicherweise bringt gerade die Murseilbahn den benötigten Wandel und Aufschwung. Das über Alternativen wie diese ernsthaft nachgedacht wird ist auf jeden Fall ein Beleg für die Ernsthaftigkeit des Bestrebens, den öffentlichen Verkehr qualitativ und quantitativ zu verbessern. Im Groben bekennt sich Graz aber zur „Straßenbahnstadt“ und sieht deren Ausbau als wesentlichen Bestandteil der stadteigenen

---

<sup>47</sup> vgl.: <http://www.graz.at/cms/beitrag/10193018/4439991/> [Datum der Zugriffs: 08.07.2016]

Verkehrspolitik. Man rechnet außerdem mit einem starken Bevölkerungszuwachs sowohl in der Stadt als auch im Umland. Dieser demographische Wandel und die bereits akuten Feinstaubprobleme in Graz machen es in jedem Fall notwendig in den ÖPNV zu investieren und dies zu Lasten des motorisierten Individualverkehrs. Unklar ist noch das Potential und die Auswirkungen der Elektromobilität sowie Entwicklungen im Bereich Internet und Mobile Dienste<sup>48</sup>.

## 5.2 Mobilitätserhebung

Als Datengrundlage für eine Beurteilung der bestehenden Infrastruktur und Ermittlung der Auswirkungen von verkehrsplanerischen Maßnahmen, im Besonderen der Integrierung einer Stadtseilbahn, wurde eine Mobilitätserhebung durchgeführt. Das Projekt wurde vom Verkehrsministerium (bmvit) unter der Nummer FE 84906 gefördert. Zur Durchführung der Befragung wurde das Grazer Ingenieurbüro für Verkehrswesen IBV-FALLAST beauftragt.

Es handelt sich hierbei um eine sogenannte RP-Befragung (*Revealed-Preference*-Befragung). Bei dieser Befragungsmethode werden die Probanden nach ihrem realisierten Verkehrsverhalten befragt; dies bedeutet z.B., dass die durchgeführten Ortsveränderungen und die zugehörigen Rahmenbedingungen unmittelbar (aktuell) oder für einen kurz zurückliegenden Zeitraum (z.B. den Tag zuvor) protokolliert werden (Schnabel/Lohse 2011).

### 5.2.1 Erhebungsmethoden

Durch Verkehrserhebungen soll das Verkehrsgeschehen qualitativ erfasst und die Zusammenhänge zwischen der Verkehrsnachfrage und den Ursachen für das Entstehen von Verkehr analysiert werden können. Je nach Fragestellung werden einzelne Verkehrsarten oder das gesamte Verkehrsgeschehen erhoben (Fellendorf 2012). Grundsätzlich werden verkehrstechnische Erhebungen (Zählungen und Stromerhebungen) und verkehrsverhaltensbezogene Erhebungen (Beobachtungen und Befragungen) unterschieden (Steierwald 2005).

#### Verkehrstechnische Erhebungen:

- **Objektzählung:** Erhebung von Personen und/oder Fahrzeugen in einem abgrenzbaren Gebiet während einer definierten Zeit (z.B.: Pkw/h).
- **Querschnittszählung:** Erfassung von Personen und/oder Fahrzeugen die einen festgelegten Zählquerschnitt während eines definierten Zeitintervalls passieren.
- **Stromerhebung:** Messung der Verkehrsströme in einem kleinräumigen (Knotenpunkt) oder großräumigen (Erhebungsgebiet) Gebiet.

#### Verkehrsverhaltensbezogene Erhebungen:

- **Beobachtung:** Beobachtung aktuell sichtbarer Merkmale und Verhaltensweisen der Verkehrsteilnehmer.

---

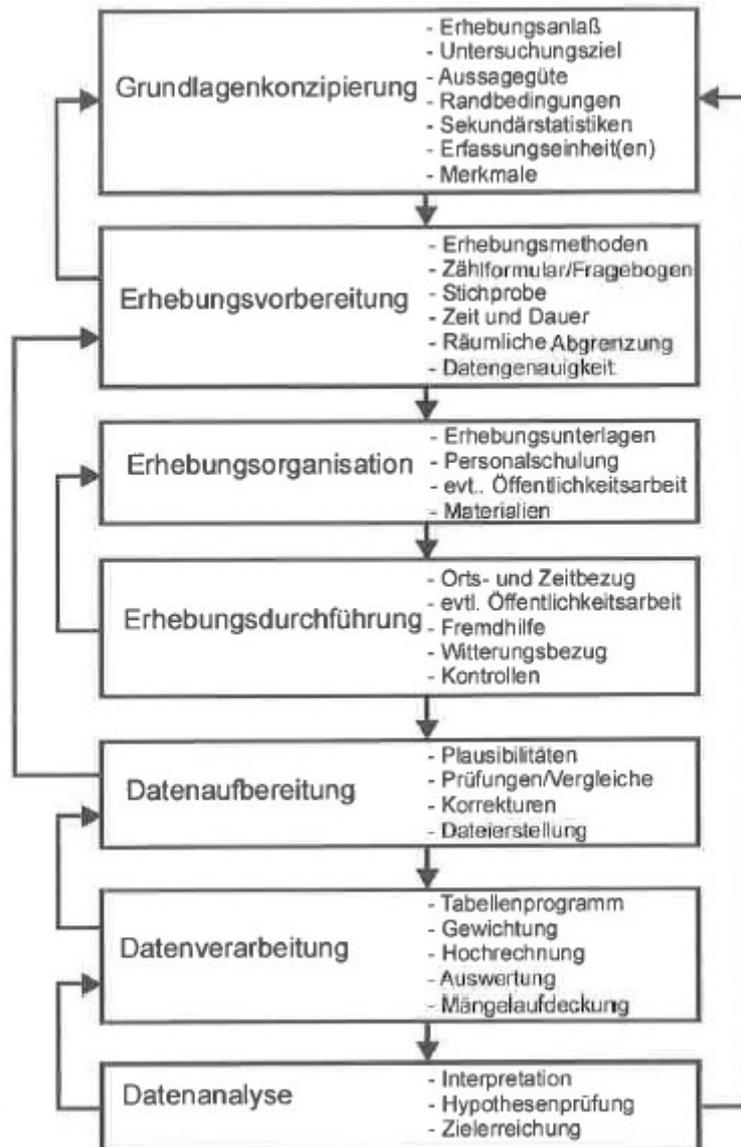
<sup>48</sup> vgl.: <http://www.graz.at/cms/beitrag/10193018/4439991/> [Datum der Zugriffs: 08.07.2016]

- **Befragung:** Erfragung zukünftiger und vergangener Verkehrsaktivitäten und Verhaltenshintergründe von Personen.

Tabelle 5 zeigt eine Auflistung von Erhebungsmethoden in Bezug zur Erfassbarkeit verkehrsbezogener Merkmale und Abb. 33 eine strukturelle Darstellung der Organisation von Erhebungen.

Erhebungsmethoden	Merkmale		
	erfassbar	bedingt erfassbar	nicht erfassbar
Objektzählung	unstrukturierte Merkmale	strukturierte Merkmale	Verkehrsverteilung, Wegezweck, Struktur der Verkehrsteilnehmer
Querschnittszählung	strukturierte Mengen nach Fahrzeugart, Richtung und Fahrstreifen	Besetzungsgrad	Verkehrsverteilung, Wegezweck, Struktur der Verkehrsteilnehmer
Knotenpunktzählung	strukturierte Mengen, Geh- und Fahrrichtungen	Besetzungsgrad, Kennzeichen	Quelle-Ziel-Relation, Wegezweck, Struktur der Verkehrsteilnehmer
Stromerhebung	strukturierte Mengen, Geh- und Fahrrichtungen	Besetzungsgrad	Quelle-Ziel-Relation, Wegezweck, Struktur der Verkehrsteilnehmer
Beobachtung	strukturierte Mengen, sichtbare Verhaltensweisen, äußere Merkmale der Verkehrsteilnehmer	Wegezweck	Hintergründe der Verhaltensweisen, Struktur der Verkehrsteilnehmer, Information über zurückliegendes und zukünftiges Verhalten
Befragung im Verkehrsnetz	strukturierte Mengen, Quelle-Ziel-Relationen, Wegezweck	Gesamtheit der Mengen, Struktur der Verkehrsteilnehmer, Wegewahl	Hintergründe der Verhaltensweisen, Motivationsrahmen
Befragung im Haushalt	Gesamtheit der Verkehrsaktivitäten, Struktur der Verkehrsteilnehmer, Hintergründe der Verhaltensweisen	Motivationsrahmen	Informationen von Verkehrsteilnehmern von "außerhalb", Verhalten in der realen Situation, Wegewahl
Befragung am Aktivitätenort	zielortbezogene Verkehrsaktivitäten, Struktur der Verkehrsteilnehmer, Verhalten in der realen Situation	Wegewahl, Motivationsrahmen	Gesamtheit der Verkehrsaktivitäten
Befragung im Betrieb	Struktur des Betriebs, Gesamtheit der Verkehrsaktivitäten des Betriebs	Gesamtheit der Mengen	Zuliefer- und sonstige Fremdverkehre

**Tabelle 5** Gliederung der Erhebungsmethoden nach Erfassbarkeit von Merkmalen (Steierwald 2005)



**Abb. 33** Organisation von Erhebungen (Fellendorf 2012)

## 5.2.2 Befragungen

Da es sich bei der Mobilitätserhebung 2015 um eine Befragung handelt wird auf diese Methode näher eingegangen.

Wie bereits erwähnt, zählen Befragungen zu den verhaltensbezogenen Erhebungen und sollen somit auch Aufschluss über die Hintergründe einer Ortsveränderung geben. Befasst sich die Befragung mit den aktuellen Vorlieben und Handlungsgründen, zum Beispiel in Form eines Wegetagebuchs mit Wegezweckangaben, spricht man von einer *revealed preference* Befragung. Richtet sich das Augenmerk auf hypnotische Szenarien um den Einfluss zukünftiger Veränderungen des Verkehrsangebots zu prognostizieren, spricht man von *stated response* Befragungen (Kapitel 5.7.1).

Darüber hinaus werden Erhebungen danach unterschieden, in welchem Umfeld die Befragung stattfindet.

- im Verkehrsnetz (Verkehrszählung)
- in der Wohnung (Haushaltsbefragung)
- am Aktivitätort (Arbeitsstättenbefragung)
- im Verkehrsmittel (Fahrgast- oder Kfz-Befragungen, Pendlerbefragung)

Wie maßgeblich diese Unterscheidung ist, zeigen die in manchen Punkten sehr unterschiedlichen Ergebnisse der im Zuge dieser Arbeit ausgewerteten Haushalts- und Pendlerbefragung (z.B.: Abb. 39).

Als Erhebungsmethode kamen Fragebögen (siehe Anhang A1) zum Einsatz. Mit der Absicht, das Prognose Potential zu verbessern, wurde die Befragung getrennt in eine postalische Haushaltsbefragung und eine in situ Pendlerbefragung. Im Hinblick darauf die Rücklaufquote zu erhöhen, bestand ebenfalls die Möglichkeit den erhaltenen Fragebogen online auszufüllen. In diesen beiden Fragebögen wurde ebenfalls die Bereitschaft zur Teilnahme an einer vertieften Befragung erbeten, welche sich der *stated response* Methoden bedient und in Kapitel 5.7.1 näher erläutert wird.

### 5.2.3 Erhebungsinhalt

Die Verkehrsverhaltenserhebung beinhaltet Daten des Haushaltes, der Personen und der am Stichtag durchgeführten Wege.

- Als Daten des Haushaltes wurden folgende Informationen erhoben:
  - die Haushaltsgröße und Altersgruppen der im Haushalt lebenden Personen,
  - die Haltestellenentfernung und Art des öffentlichen Verkehrsmittels,
  - die Anzahl der Fahrzeuge im Haushalt.
- Für jede Person des Haushaltes ab 6 Jahren wurden folgende Daten erhoben:
  - Geburtsjahr und Geschlecht,
  - Beschäftigung und höchster Schulabschluss,
  - Führerscheinbesitz und Fahrzeugverfügbarkeit,
  - Parkplatzverfügbarkeit am Arbeitsplatz,
  - Angaben zum Nutzungsverhalten des öffentlichen Verkehrs,
  - welche alternativen Mobilitätsformen sind ihnen bekannt,
  - Telefonnummer und Bereitschaft zur Mitwirkung an einer vertieften Befragung,
  - Wegetagebuch mit Abfahrts- und Ankunftszeit, Wegelänge, Zweck, Verkehrsmittel, Haltestellenentfernung und Zieladresse.

## 5.2.4 Erhebungszeitraum

In den Pendler- und Haushaltsfragebögen wurde dazu aufgefordert, für einen bestimmten Tag ein Wegetagebuch ausfüllen.

Tage der Datenerhebung:

Montag	01.05.2015
Dienstag	02.05.2015
Mittwoch	03.05.2015
Donnerstag	28.05.2015
Freitag	29.05.2015

## 5.2.5 Untersuchungsraum

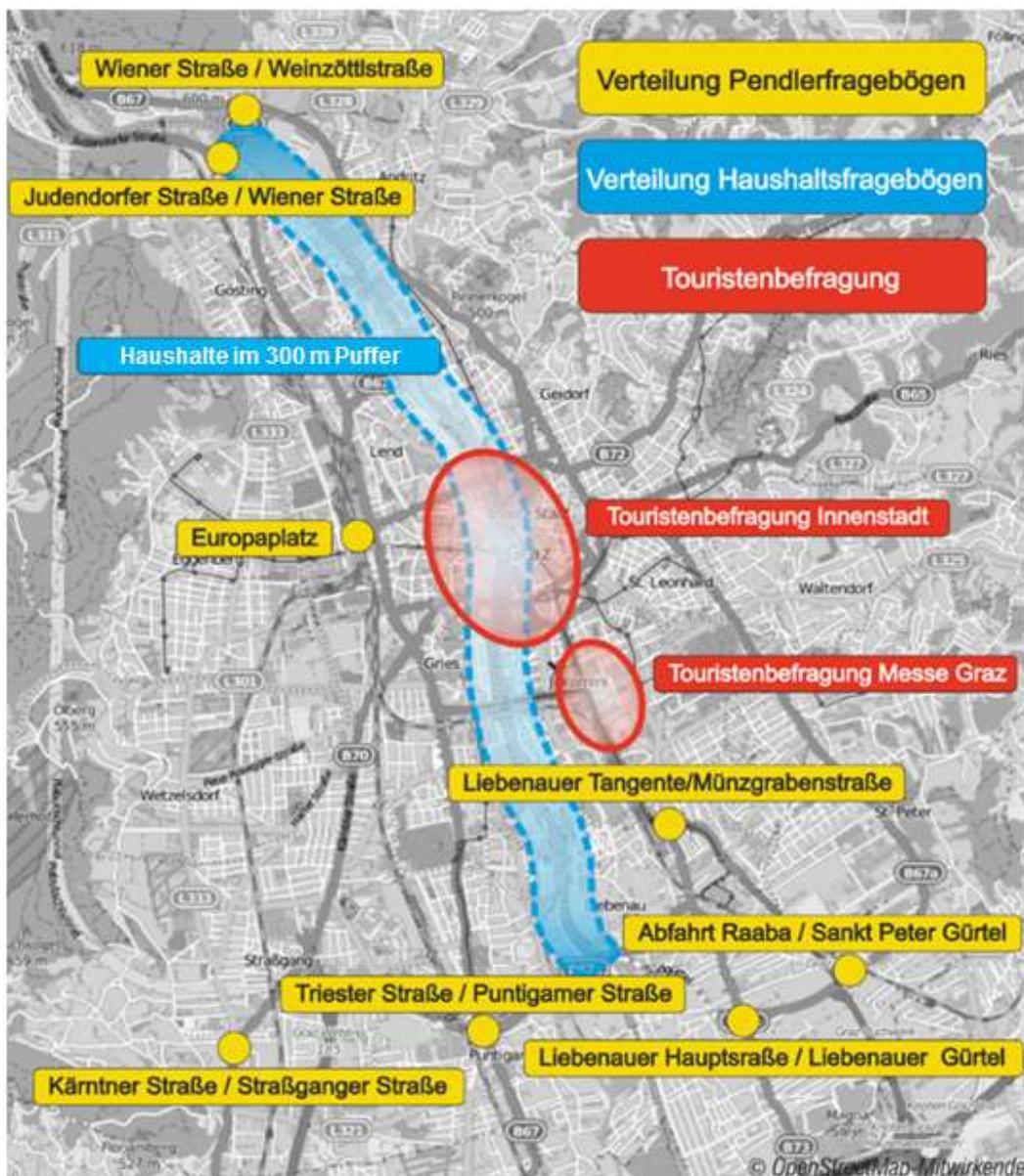


Abb. 34 Untersuchungsraum der Mobilitätserhebung

### 5.3 Rohdaten

Die allgemeine Mobilitätsbefragung sowie die vertiefte SP-Befragung (stated preference) bestehen aus jeweils drei Datensätzen die in einem Textverarbeitungsprogramm zur Verfügung gestellt wurden. Die Rohdaten der SP-Befragung werden in Kapitel 5.7 eigens behandelt.

Datensätze der Mobilitätsbefragung:

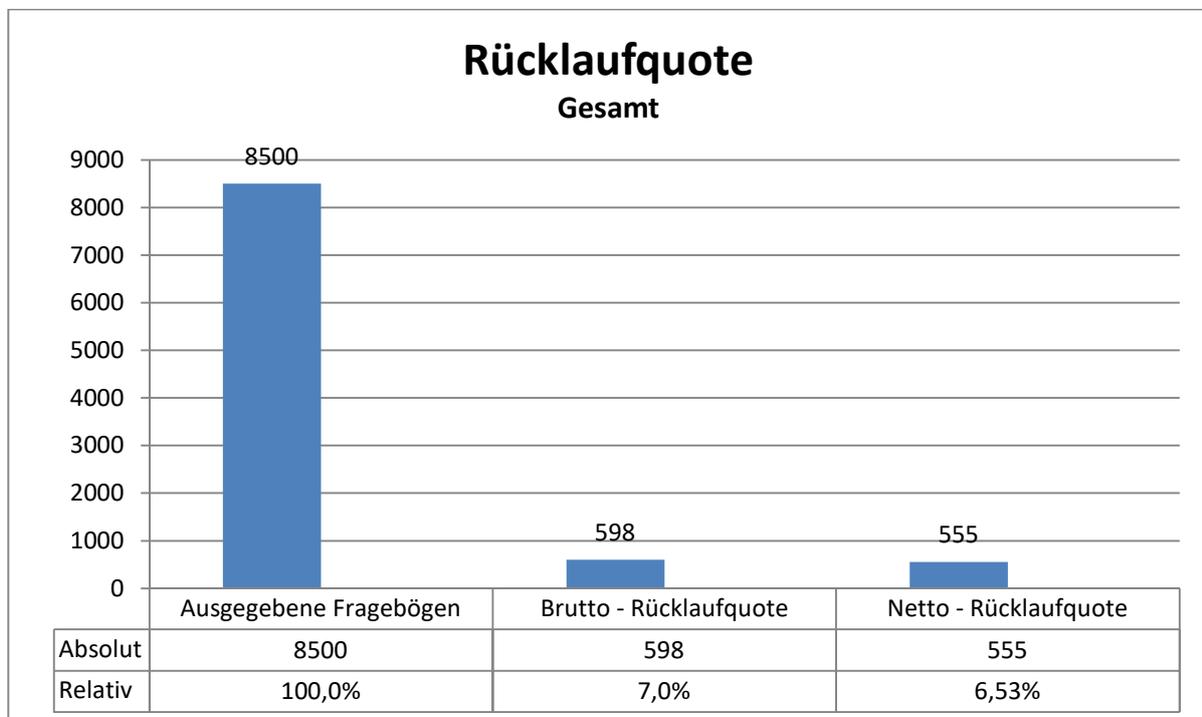
- *Haushaltsdatensatz*, bestehend aus den Ergebnissen der postalisch retournierten Fragebögen
- *Pendlerdatensatz*, in situ ausgefüllt oder ebenfalls auf dem Postweg retourniert
- *Onlineauswertung*, dieser Datensatz enthält Ergebnisse der Haushalts- und Pendlerbefragung

Die Qualität der Rohdaten kann nur als mittelmäßig eingestuft werden da die weitere Bearbeitung der Daten und im besonderen die Verwendung von Formeln durch Schreibfehler, falscher Zellenformate, verschobener Zellen, unplausibler Einträge usw. stark erschwert wurde.

#### 5.3.1 Rücklaufquote

Die Rücklaufquote wird als Brutto- und Netto-Rücklaufquote dargestellt. Der Bruttowert beinhaltet alle respondierten Fragebögen. Zieht man vom Bruttowert alle nicht hinreichend vollständig ausgefüllten Fragebögen ab, so erhält man den Nettowert.

Tabelle 6 zeigt die gesamt Rücklaufquote, in Tabelle 7 befinden sich die aufgeschlüsselten Werte der drei Datensätze.



**Tabelle 6** Rücklaufquote

<b>Haushaltsbefragung:</b>		
Ausgegebene Fragebögen	3500	100,0%
Rücklauf	146	4,2%
Rücklauf online	37	1,1%
<b>Brutto - Rücklaufquote</b>	<b>183</b>	<b>5,23%</b>
vollständige Fragebögen postalisch	119	3,4%
vollständige Fragebögen online	28	0,8%
<b>Netto - Rücklaufquote</b>	<b>147</b>	<b>4,20%</b>
<b>Pendlerbefragung:</b>		
Ausgegebene Fragebögen	5000	100,0%
Rücklauf	350	7,0%
Rücklauf online	69	1,4%
<b>Brutto - Rücklaufquote</b>	<b>419</b>	<b>8,38%</b>
vollständige Fragebögen postalisch	350	7,0%
vollständige Fragebögen online	58	1,2%
<b>Netto - Rücklaufquote</b>	<b>408</b>	<b>8,16%</b>
<b>Gesamt:</b>		
Ausgegebene Fragebögen	8500	100,0%
Rücklauf	496	5,8%
Rücklauf online	102	1,2%
<b>Brutto - Rücklaufquote</b>	<b>598</b>	<b>7,0%</b>
vollständige Fragebögen postalisch	469	5,5%
vollständige Fragebögen online	86	1,0%
<b>Netto - Rücklaufquote</b>	<b>555</b>	<b>6,53%</b>

**Tabelle 7** Rücklaufquote

Eine Rücklaufquote von 6,53% ist als eher niedrig einzustufen, ab 15% kann man schon von einem recht guten Ergebnis sprechen<sup>49</sup>. Spätestens seit Hippler (1988) wissen wir, dass ein großer Nachteil der postalischen Befragung "die außerordentlich große Schwankungsbreite der Rücksenderate, die zwischen 10 und 90 Prozent liegen kann" ist<sup>50</sup>. Die Ausschöpfungen dieser Umfragen differieren stark nach der Art der Stichprobenpopulation. Allgemeine Populationen, wie z. B. die Gesamtbevölkerung werden nicht grundsätzlich, aber tendenziell niedriger ausgeschöpft als Spezialpopulationen. Vor allem spielt die Intensität des Nachfassens eine Rolle. Hohe Rücklaufquoten sind auch durch intensive Bemühungen um die Zielperson **vor** dem Verschicken der Fragebögen erklärbar<sup>51</sup>.

So konnte etwa bei der Befragung *Mobilitätsverhalten der Grazer Wohnbevölkerung 2003/2004* durch vorhergehende Validierung der Adressen und "mehrmaliges Erinnern" eine Rücksendequote von 61 % erreicht werden.

<sup>49</sup> vgl.: <https://de.wikipedia.org/wiki/Aussch%C3%B6pfungsquote> [Datum des Zugriffes: 25.11.2015]

<sup>50</sup> Hippler, H.-J. (1988): Methodische Aspekte schriftlicher Befragungen: Probleme und Forschungsperspektiven. S. 244 - 248, in: Planung und Analyse 6.

<sup>51</sup> [http://www.gesis.org/fileadmin/upload/forschung/publikationen/gesis\\_reihen/zuma\\_arbeitsbericht\\_96\\_07.pdf](http://www.gesis.org/fileadmin/upload/forschung/publikationen/gesis_reihen/zuma_arbeitsbericht_96_07.pdf)

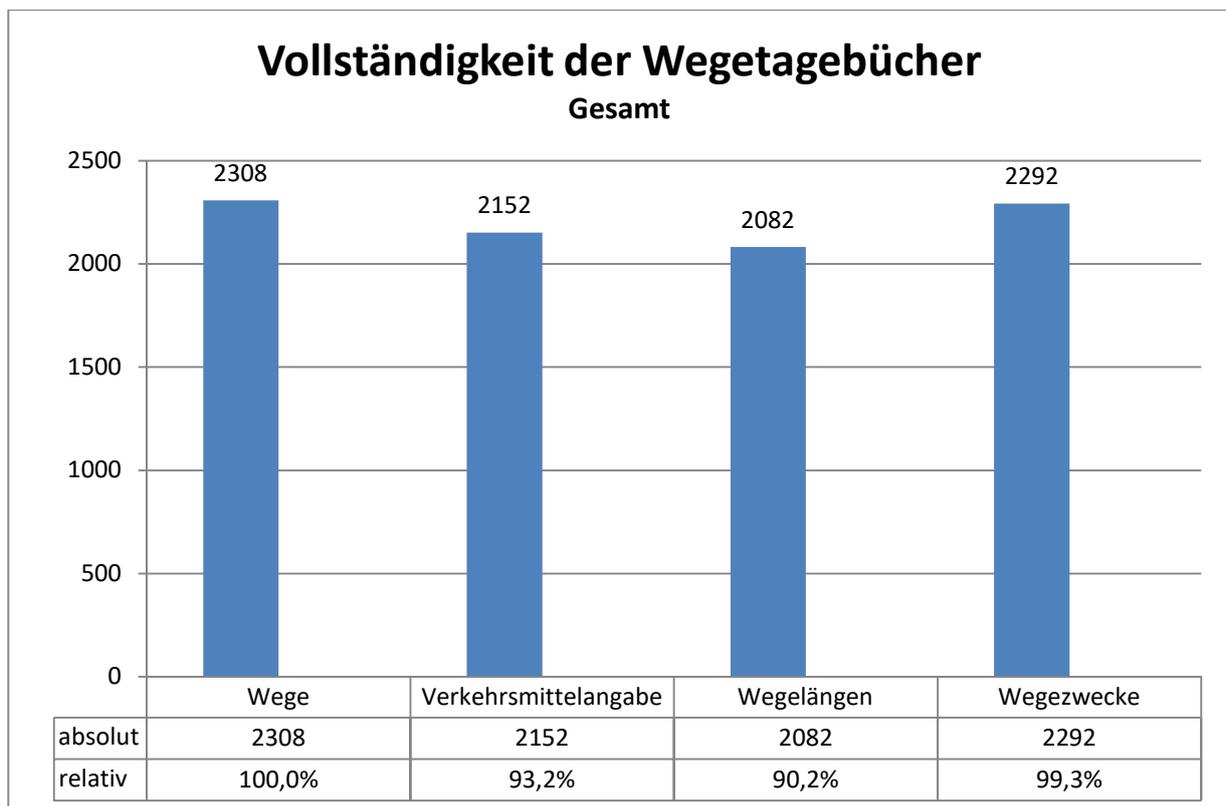
[Datum des Zugriffes: 25.11.2015]

Eine weitere Studie die zum Vergleich herangezogen wird ist das *Mobilitätsverhalten der Grazer Wohnbevölkerung 2014*. Diese erreichte eine Rücklaufquote von 53 %. Es sei hier jedoch angemerkt, dass diese beiden Studien vom Magistrat der Stadt Graz erhoben wurden, was durchaus ein Grund für die weit überdurchschnittlichen Rücklaufquoten sein kann.

Ausgehend von der Bevölkerungszahl der Bezirke welche den Befragungsraum der Haushaltsbefragung einschließen (Innere Stadt, Geidorf, Lend, Gries, Jakomini, Liebenau, Andritz, Gösting, Puntigam), konnte mit den 680 Personen aus den 555 gültigen Fragebögen eine Gesamtbeteiligungquote von 1,48 % erreicht werden.

### 5.3.2 Vollständigkeit der Wegetagebücher

Neben den Angaben zur Person wurden die Probanden aufgefordert ein Wegetagebuch zu führen. In diesem wurde unter anderem nach der Art des Verkehrsmittels, der Länge des Weges, dem Zweck und einiger weiterer Parameter gefragt. Die folgende Abbildung gibt Auskunft über die Vollständigkeit dieser Daten.



**Tabelle 8** Vollständigkeit der Wegetagebücher

#### Offene Wegekette

Der Begriff Wegekette bezeichnet eine Aneinanderreihung außerhäuslicher Wege zur Durchführung diverser Aktivitäten. Ausgangs- und Endpunkt einer Wegekette sollte in der Regel der Wohnsitz einer Person sein. Da die Daten dieser Erhebung in weiterer Folge in ein Simulationsprogramm implementiert werden sollen, welches geschlossenen Wegekette, also solche die mit dem Zweck

Wohnen beginnen und enden, verlangt, kommt dem besondere Bedeutung zu. Aufgrund dessen wurde versucht offene Wegeketten zu schließen sofern dies kausal möglich war.

Es wurden insgesamt 872 Wegeketten erhoben, davon waren 180 nicht geschlossen, dies entspricht 20,6 %. Von jenen 180 konnten 77 sinnvoll unter der Beachtung der Kausalitätskette geschlossen werden. Als Beispiel betrachten wir eine Person die sich vom Wohnort zur Aktivität Einkaufen bewegt von dort jedoch keinen weiteren Weg angibt. In solchen Fällen darf angenommen werden, dass sich die Person nach dem Einkauf wieder zu ihrer Wohnadresse begibt.

### 5.3.3 Stichprobenfehler und Stichprobenumfang

Bei Erhebungen wird üblicherweise eine Normalverteilung der Stichprobenergebnisse angenommen. Dies basiert auf den Annahmen des zentralen Grenzwerttheorems welches besagt, dass sich bei einer großen Anzahl von zufallsverteilten Ergebnissen die Verteilung asymptotisch einer stabilen Verteilung annähert. Bei positiver und endlicher Varianz der Zufallszahlen ist dies annähernd die Normalverteilung. Dabei spielt es keine Rolle, welche Verteilung die Messwerte in der Grundgesamtheit haben.

Nun stellt sich also die Frage wie groß der Stichprobenumfang sein muss um ein bestimmtes Maß an statistischer Sicherheit zu erreichen.

Nach Schnabel/Lohse (2011) berechnet sich der absolute Fehler einer Stichprobe sowie der erforderliche Stichprobenumfang wie folgt:

Es werden die Anteilswerte von zwei möglichen Anteilen mit Hilfe einer Stichprobe geschätzt.

Verwendete Größe:

N	Umfang der Grundgesamtheit
n	Umfang der Stichprobe
P	Anteil des Merkmals A in der Grundgesamtheit
Q	Anteil des Merkmals B in der Grundgesamtheit
p	Anteil des Merkmals A in der Stichprobe
q	Anteil des Merkmals B in der Stichprobe
d	absoluter Fehler des Anteilswertes p
d <sub>r</sub>	relativer Fehler des Anteilswertes p: d <sub>r</sub> = d/P

Zu erwartender absoluter Fehler der Stichprobe:

Definitionsgleichung:  $d = \pm(P - p)$

Bestimmungsgleichungen:

$$d = k * \sqrt{\frac{P*(1-P)}{n}} * \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \quad \text{für } N \ll \infty \quad (5-1)$$

$$d = k * \sqrt{\frac{P*(1-P)}{n}} \quad \text{für } N \rightarrow \infty \quad (5-2)$$

Der erforderliche Stichprobenumfang bei Vorgabe eines zulässigen absoluten Fehlers ergibt sich durch die Umstellung der Gleichungen (5-1) und (5-2):

$$n = \frac{k^2 * P * (1-P) * N}{k^2 * P * (1-P) + (N-1) * d^2} \quad \text{für } N \ll \infty \quad (5-3)$$

$$n = \frac{k^2 * P * (1-P)}{d^2} \quad \text{für } N \rightarrow \infty \quad (5-4)$$

Möchte man den Stichprobenumfang vor einer Erhebung bestimmen besteht das Problem darin, dass eine statistische Größe der Grundgesamtheit (Anteilswert P) nicht bekannt ist und somit geschätzt oder durch Voruntersuchungen näherungsweise bestimmt werden muss. Liegen keinerlei Anhaltspunkte für die Größe der Anteilswerte vor, sind im Falle der Vorgabe eines absoluten Fehlers  $d$  die Anteilswerte mit  $P = Q = 0,5$  zu schätzen, da für diesen Fall der größte Stichprobenumfang erforderlich ist. Die Stichprobenplanung sollte also auf sachlichen Überlegungen und vergleichenden Berechnungen hinsichtlich der geforderten absoluten und relativen Fehler begründet sein. Hat man die erforderliche Stichprobengröße bestimmt, gilt es als nächstes die zu erwartende Rücklaufquote abzuschätzen um die Anzahl der erforderlichen Fragebögen zu ermitteln.

## Berechnung des Stichprobenumfanges

Die Berechnung erfolgt auf Basis von Schnabel/Lohse 2011, S 53 ff..

### 1.Schritt Finden der Grundgesamtheit

Erfolgt die Erhebung nicht in einem geographisch und/oder politisch abgegrenzten Bereich treten hier bereits erste Schwierigkeiten auf. Würde beispielsweise eine Haushaltsbefragung zufallsverteilt im gesamten Grazer Stadtgebiet durchgeführt so wäre die Grundgesamtheit klar durch die Einwohnerzahl der Stadt Graz definiert. Im Falle des 600 m breiten Korridors, welcher als Befragungsgebiet der durchgeführten Haushaltserhebung festgelegt wurde, ist die Datenbeschaffung nicht so trivial. Da jedoch am Institut für Verkehrswesen der TU Graz bereits ein Verkehrsmodell der Stadt Graz existiert, lassen sich über die Verkehrszellen die Einwohner im Befragungskorridor bestimmen (Grundgesamtheit Haushaltsbefragung:  $N = 45.938$ ).

Diese Frage gestaltet sich bei der Pendlerbefragung noch etwas schwieriger, da bei Erhebungspunkten im Grazer Stadtgebiet auch Binnenverkehr abgebildet wird. Es stehen also zwei Werte zur Auswahl. Die Bevölkerungszahl von Graz oder die Zahl der Einpendler. Aus dem STABIS (Statistisches Bezirksinformationssystem) der Steiermark ist die Zahl der Einpendler nach Graz mit 92.952 angegeben. Dies ist jedoch der Stand von 2010. Betrachtet man die erhebliche Steigerung in den Vorjahren (2001 auf 2010 Steigerung um 20%), so ist dieser Wert mit Unsicherheit behaftet. Bei linearer Extrapolation ergibt sich für die Grundgesamtheit der Pendlerbefragung ein ungefährender Wert von  $N = 105.000$ .

Die Grundgesamtheit der Touristen lässt sich wenn dann ebenfalls nur sehr grob abschätzen, da zwar die Anzahl der Ankünfte und Nächtigungen bekannt ist, jedoch nicht die Menge der Tagestouristen. 2015 konnte die Hotellerie der Stadt Graz N = 604.623 Ankünfte verzeichnen (Graz in Zahlen 2016).

## 2. Schritt Festlegung der geforderten Genauigkeit

Als Startwerte werden eine statistische Sicherheit von 99% und ein relativer Fehler von höchstens 5% gewählt. Die Anteilswerte P und Q werden für den ungünstigsten Fall auf 0,5 festgelegt.

## 3. Schritt Berechnung der Stichprobengröße

Erforderlicher Stichprobenumfang Haushaltsbefragung; $d_r = 5\%$ ; $S = 99\%$							
<b>N</b>	45938	Umfang der Grundgesamtheit					
<b>P</b>	0,5	Anteil des Merkmals A in der Grundgesamtheit					
<b>Q</b>	0,5	Anteil des Merkmals B in der Grundgesamtheit					
<b>d</b>	0,025	absoluter Fehler des Anteilswertes p					
<b><math>d_r</math></b>	0,05	relativer Fehler des Anteilswertes p: $d_r = d/P$					
<b>k</b>	2,58	Genauigkeitsfaktor der Normalverteilung (90%=1,65; 99%=2,58)					
Ergebnis:		<table border="1"> <tr> <td><b>n</b></td> <td>2517</td> </tr> <tr> <td><b>n</b></td> <td>2663</td> </tr> </table>	<b>n</b>	2517	<b>n</b>	2663	<p><math>N &lt; \infty</math></p> <p><math>N \rightarrow \infty</math></p>
<b>n</b>	2517						
<b>n</b>	2663						

**Tabelle 9** Erforderlicher Stichprobenumfang;  $d_r = 5\%$ ;  $S = 99\%$

Schätzt man die Rücklaufquote mit 15% ab würde dies bedeuten, 16780 Fragebögen versenden zu müssen. Ein solch hohes Sicherheitsniveau geht also mit großem Aufwand einher.

Erforderlicher Stichprobenumfang Haushaltsbefragung; $d_r = 10\%$ ; $S = 90\%$							
<b>N</b>	45938	Umfang der Grundgesamtheit					
<b>P</b>	0,5	Anteil des Merkmals A in der Grundgesamtheit					
<b>Q</b>	0,5	Anteil des Merkmals B in der Grundgesamtheit					
<b>d</b>	0,05	absoluter Fehler des Anteilswertes p					
<b><math>d_r</math></b>	0,10	relativer Fehler des Anteilswertes p: $d_r = d/P$					
<b>k</b>	1,65	Genauigkeitsfaktor der Normalverteilung (90%=1,65; 99%=2,58)					
Ergebnis:		<table border="1"> <tr> <td><b>n</b></td> <td>271</td> </tr> <tr> <td><b>n</b></td> <td>272</td> </tr> </table>	<b>n</b>	271	<b>n</b>	272	<p><math>N &lt; \infty</math></p> <p><math>N \rightarrow \infty</math></p>
<b>n</b>	271						
<b>n</b>	272						

**Tabelle 10** Erforderlicher Stichprobenumfang Haushaltsbefragung;  $d_r = 10\%$ ;  $S = 90\%$

Der erforderliche Stichprobenumfang reduziert sich beträchtlich. Um diese Sicherheit zu erreichen, hätten 7,8% der 3500 ausgesendeten Fragebögen retourniert werden müssen. Bei ähnlichen Erhebungen wurden sogar Rücklaufquoten von 30% verzeichnet. Somit waren in der Planung die Grundvoraussetzungen für ein Sicherheitsniveau von mehr als 90% gegeben, jedoch kam es in der

Praxis zu einer sehr geringen Rücklaufquote von 4,2%. Im nächsten Schritt wird nun aus dem tatsächlichen Stichprobenumfang der absolute und relative Fehler berechnet.

Zu erwartender Fehler Haushaltsbefragung; S = 90%		
<b>N</b>		45938
<b>n</b>		147
<b>P</b>		0,5
<b>Q</b>		0,5
<b>k</b>		1,65
absoluter Fehler	<b>d</b>	6,8%
relativer Fehler	<b>d<sub>r</sub></b>	13,6%

**Tabelle 11** Zu erwartender Fehler Haushaltsbefragung; S = 90%

In analoger Weise wurden Berechnungen für die Pendler- und Touristenbefragung durchgeführt. Folgend werden lediglich die Ergebnisse der Fehlerberechnungen angeführt.

Zu erwartender Fehler Pendler; S = 90%			Zu erwartender Fehler Touristen; S = 90%		
<b>N</b>	105000		<b>N</b>	604623	
<b>n</b>	350		<b>n</b>	100	
<b>P</b>	0,5		<b>P</b>	0,5	
<b>Q</b>	0,5		<b>Q</b>	0,5	
<b>k</b>	1,65		<b>k</b>	1,65	
absoluter Fehler	<b>d</b>	4,4%	absoluter Fehler	<b>d</b>	8,2%
relativer Fehler	<b>d<sub>r</sub></b>	8,8%	relativer Fehler	<b>d<sub>r</sub></b>	16,5%

## 5.4 Datensatzaufbereitung

Ziel der Ausarbeitung war es Mobilitätsdaten sowohl für Pendler und Haushalte, als auch eine Gesamtstatistik zu erhalten. Da die Rohdaten der online ausgefüllten Fragebögen Pendler und Haushaltsdaten in durchmischter Form enthielten, mussten diese im ersten Schritt auf die Rohdaten der Pendler- und Haushaltsbefragung aufgeteilt werden. Die computergenerierten Daten der Onlineerhebung stimmten jedoch in ihrer Datenstruktur nicht mit den händisch eingetragenen Pendler- und Haushaltbefragungen überein und mussten deshalb zuvor in eine kompatible Form gebracht werden.

Weiter wurde versucht, alle Personen in sogenannte *Verhaltenshomogen Gruppen* einzuteilen. Diese Einteilung wird in Kapitel 5.4.1 näher erläutert.

### 5.4.1 Verhaltenshomogene Gruppen (VHG)

Um in späterer Folge mittels des Simulationsprogrammes VISUM Verkehrsnachfragematrizen erstellen zu können, müssten die Personen in Gruppen mit möglichst ähnlichen Verhaltensmustern eingeteilt werden. Der gruppeninternen Homogenität sollte eine möglichst gute äußere Abgrenzung zu den restlichen Gruppen gegenüberstehen. Die Einteilung erfolgt durch Attribute wie Alter, Beschäftigung, Schulabschluss, Führerscheinbesitz etc.

VISUM unterscheidet in folgende Gruppen:

Nr.: VHG	Kurzbezeichnung	
1	Azubi	Auszubildender
2	EmP	Erwerbstätiger mit PKW
3	EoP	Erwerbstätiger ohne PKW
4	GSch	Grundschüler
5	K	Kinder
6	NEmP	Nicht Erwerbstätiger mit PKW
7	NEoP	Nicht Erwerbstätiger ohne PKW
8	RAmP	Rentner Alt mit Pkw
9	RAoP	Rentner Alt ohne Pkw
10	RJmP	Rentner Jung mit Pkw
11	RJoP	Rentner Jung ohne Pkw
12	Sch	Schüler
13	Stud	Student

**Tabelle 12** Verhaltenshomogene Gruppen

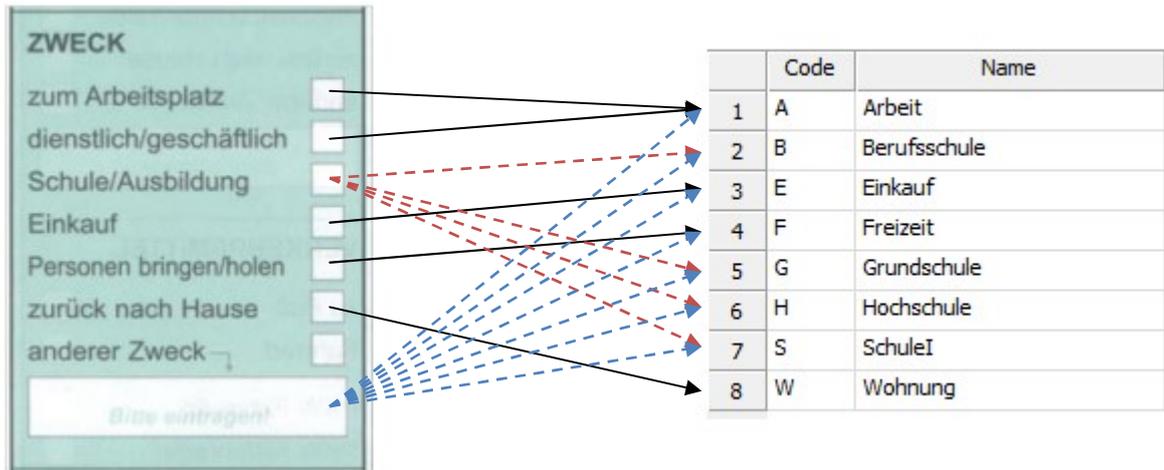
Da der Fragbogen allgemein und nicht auf die VISUM spezifische Unterteilung in die oben genannten VHG - Gruppen ausgerichtet war, wurden Funktionen mit mehreren Attributen verwendet. Folgendes Beispiel erläutert die Problemstellung. Befindet sich der Proband noch in Ausbildung, konnte er lediglich im Fragebogen unter *Beschäftigung* das gemeinsame Feld "*Schüler, Student, in Lehre*" ankreuzen. Das bedeutet, eine Unterteilung in die VHG-Schüler, -Grundschüler, -Auszubildender, und -Student ist auf direktem Wege nicht möglich. Aus diesem Grund wurde versucht, über das *Alter* und den *Höchsten Schulabschluss* eine Einteilung vorzunehmen. Fehlte eine dieser beiden Angaben war es nur selten möglich eine Einteilung vorzunehmen. War bei einem Wegezweck unter *Sonstige* "Hochschule", "Schule", oder Ähnliches eingetragen, war dies natürlich sehr hilfreich. Tabelle 1 zeigt die Bedingungen welche zur Gruppeneinteilung gewählt wurden.

<b>Lehrlinge:</b> höchster Abschluss " <i>Volks-/Hauptschule</i> " und Beschäftigung " <i>Schüler/Student/in Lehre</i> "
<b>EmP:</b> Beschäftigung " <i>unselbstständig erwerbstätig</i> " oder " <i>selbstständig erwerbstätig</i> " und Fahrzeugverfügbarkeit " <i>ja</i> "
<b>EoP:</b> Beschäftigung " <i>unselbstständig erwerbstätig</i> " oder " <i>selbstständig erwerbstätig</i> " und Fahrzeugverfügbarkeit " <i>nein</i> "
<b>Grundschüler:</b> Alter von " <i>6 bis 10</i> " und Beschäftigung " <i>Schüler/Student/in Lehre</i> "
<b>Kinder:</b> Alter " <i>&gt;=1 und &lt;=6</i> "
<b>NEmP:</b> Beschäftigung " <i>ausschließlich im Haushalt tätig</i> " oder " <i>zur Zeit arbeitssuchend</i> " und Fahrzeugverfügbarkeit " <i>ja</i> "
<b>NEoP:</b> Beschäftigung " <i>ausschließlich im Haushalt tätig</i> " oder " <i>zur Zeit arbeitssuchend</i> " und Fahrzeugverfügbarkeit " <i>nein</i> "
<b>RAmP:</b> " <i>Alter &gt; 75</i> " und Fahrzeugverfügbarkeit " <i>ja</i> "
<b>RAoP:</b> " <i>Alter &gt; 75</i> " und Fahrzeugverfügbarkeit " <i>nein</i> "
<b>RJmP:</b> " <i>Alter &lt; 75</i> " und Beschäftigung " <i>Pensionist</i> " und Fahrzeugverfügbarkeit " <i>ja</i> "
<b>RJoP:</b> " <i>Alter &lt; 75</i> " und Beschäftigung " <i>Pensionist</i> " und Fahrzeugverfügbarkeit " <i>nein</i> "
<b>Schüler:</b> Höchster Schulabschluss " <i>&lt; Matura</i> " und Beschäftigung " <i>Schüler/Student/in Lehre</i> " und " <i>Alter &gt;10</i> "
<b>Studenten:</b> Höchster Schulabschluss " <i>&gt;= Matura</i> " und Beschäftigung " <i>Schüler/Student/in Lehre</i> "

**Tabelle 13** VHG-Auswahlbedingungen

## 5.4.2 Wegezwecke und Aktivitäten

Da die Auswahlmöglichkeiten betreffend den Wegezweck nicht mit jenen des Verkehrsmodells übereinstimmten, mussten auch hier einige Anpassungen vorgenommen werden. Dies wird in der folgenden Darstellung veranschaulicht. Auf der linken Seite der Abbildung befindet sich ein Auszug aus dem Fragebogen und auf der Rechten die Aktivitätenliste des Verkehrsmodells. Wie schon bei den VHG stellt auch hier der Bildungssektor das Hauptproblem dar. Darüber hinaus existiert im Fragebogen die Auswahlmöglichkeit "Freizeit" nicht, sondern ein frei zu beschriftendes Feld Namens "anderer Zweck". Diese lässt naturgemäß einen großen Spielraum von Antwortmöglichkeiten zu. Allerdings liegt es dadurch im Ermessen des Auswerters eine Zuordnung vorzunehmen. Außerdem verhindert es eine durch Formeln unterstützte Auswertung. Die Disharmonie zwischen Fragebogen und Verkehrsmodell hatte einen erheblichen Mehraufwand bei der Auswertung zur Folge, da die Einteilung oft per Hand durchgeführt werden musste, was ein Kontrollieren jeder einzelnen Datenzeile voraussetzt. Noch größere Stichproben werden auf diese Weise nicht mehr handhabbar sein.



**Abb. 35** Einteilung Wegezwecke

### 5.4.3 Aktivitätenketten und Aktivitätenpaare

Wie bereits erwähnt handelt es sich bei Aktivitäten- oder Wegekettten um eine Folge von Aktivitäten, welche meist mit der Aktivität W-Wohnen beginnen und enden. So zum Beispiel Wohnung - Arbeit - Einkauf - Wohnung (WAEW). Eine so geartete Aneinanderreihung von Aktivitäten impliziert Ortsveränderungen, in diesem Beispiel drei Wege (WA, AE, EW). Diese werden als Aktivitätenpaare bezeichnet.

Im VISEM-Nachfragemodell wird das durchschnittliche Mobilitätsverhalten von Personen durch solche Aktivitätenketten beschrieben. Das Standard-Vier-Stufen-Model und das EAV-Modell erlauben nur ein-elementige Aktivitätenketten, das heißt eine Aktivitätenkette entspricht 1:1 einem Aktivitätenpaar<sup>52</sup>.

Die Wegetagebücher der Verkehrsbefragung wurden also zuerst hinsichtlich der Aktivitätenketten ausgewertet und daraufhin aus diesen die Aktivitätenpaare abgeleitet.

Aus den vorhanden Aktivitäten ergeben sich folgende Aktivitätenpaare:

Aktivitätenpaar	Quellaktivität	Zielaktivität
WA	Wohnen	Arbeiten
WF	Wohnen	Freizeit
WE	Wohnen	Einkaufen
WB	Wohnen	Bildung
AW	Arbeiten	Wohnen
FW	Freizeit	Wohnen
EW	Einkaufen	Wohnen
BW	Bildung	Wohnen
SS*	Sonstiges	Sonstiges

**Tabelle 14** Aktivitätenpaare

<sup>52</sup> PTV AG; PTV VISUM 13 – Handbuch; 2013; Seite 154

\*Das Aktivitätenpaar SS (Sonstiges-Sonstiges) bezeichnet ein Aktivitätenpaar innerhalb einer Wegekette, bei welchem keine der beiden Aktivitäten W (Wohnen) ist. Zum Beispiel in der Wegekette WAFW wäre das Aktivitätenpaar AF (Arbeiten-Freizeit) als SS zu deklarieren.

## 5.5 Auswertung allgemeine Mobilitätserhebung

Das folgende Unterkapitel zeigt eine Auswahl der Ergebnisse der Mobilitätserhebung in Diagrammen und in tabellarischer Form. Im Anhang A befinden sich die Fragebögen und in Anhang B weitere Erhebungsergebnisse.

### 5.5.1 Sozio-demographische Kennwerte der Befragung

Um Prognosen oder Simulationen von Personenaktivitäten erstellen zu können muss das Verhalten einer Person in irgendeiner Art und Weise prognostiziert werden. Es müssen also Personen bzw. Personengruppen identifiziert werden welche ein sehr homogenes Verkehrsverhalten (verhaltenshomogene Gruppen) an den Tag legen. Dazu werden im ersten Teil der Befragung sozio-demografische Kennwerte erhoben.

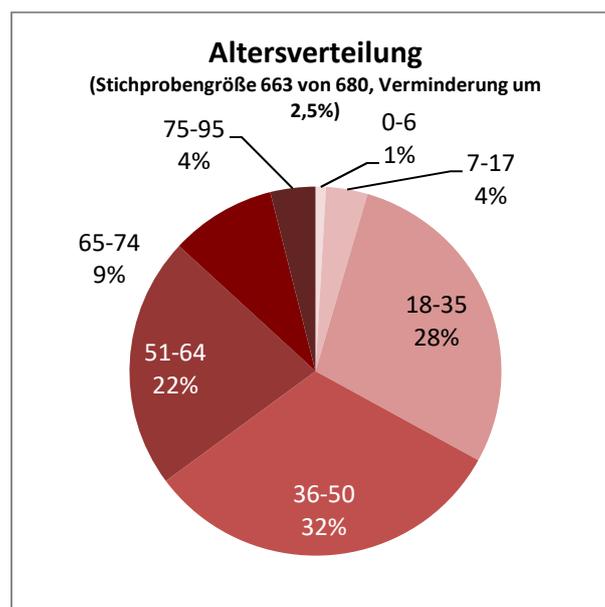
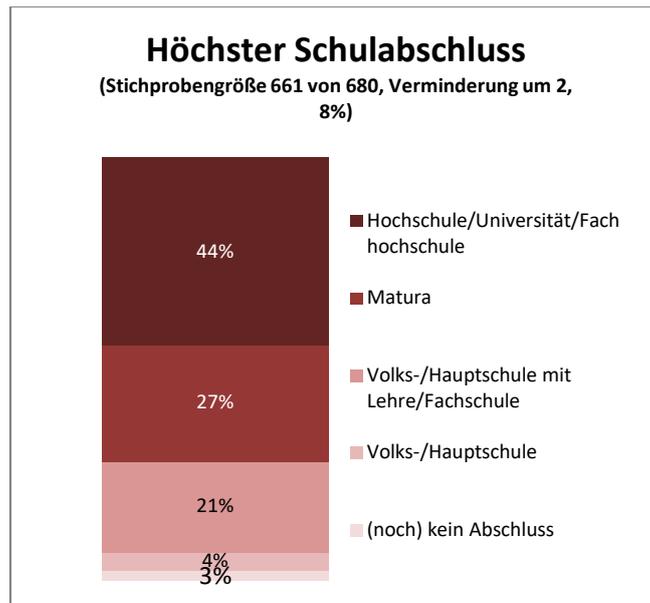


Abb. 36 Altersverteilung

Verglichen mit der Gesamtbevölkerung der Steiermark (Statistik Austria) hat die Anzahl der Personen im Alter zwischen 18 und 65 den größten Anteil. So beträgt etwa die Zahl der 0 bis 4 Jährigen in der Steiermark 4.3% während in der Befragung der Wert der 0 bis 6 Jährigen lediglich bei 1% liegt. Auch die älteren Personengruppen von 65 bis 100 Jahren werden um etwa 10% unterschätzt. Der geringere Anteil älterer Personen ist mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit darauf zurück zu führen, dass ein Teil der Befragung auf Pendler abgezielt hat und somit hauptsächlich berufstätige Personen befragt wurden. Weiters bezieht sich diese Altersverteilung auf Personen welche auch das Wegetagebuch ausgefüllt haben. Kinder welche dazu noch nicht in der Lage sind und dies nicht von ihren Eltern übernommen wurde, scheinen hier also nicht auf.



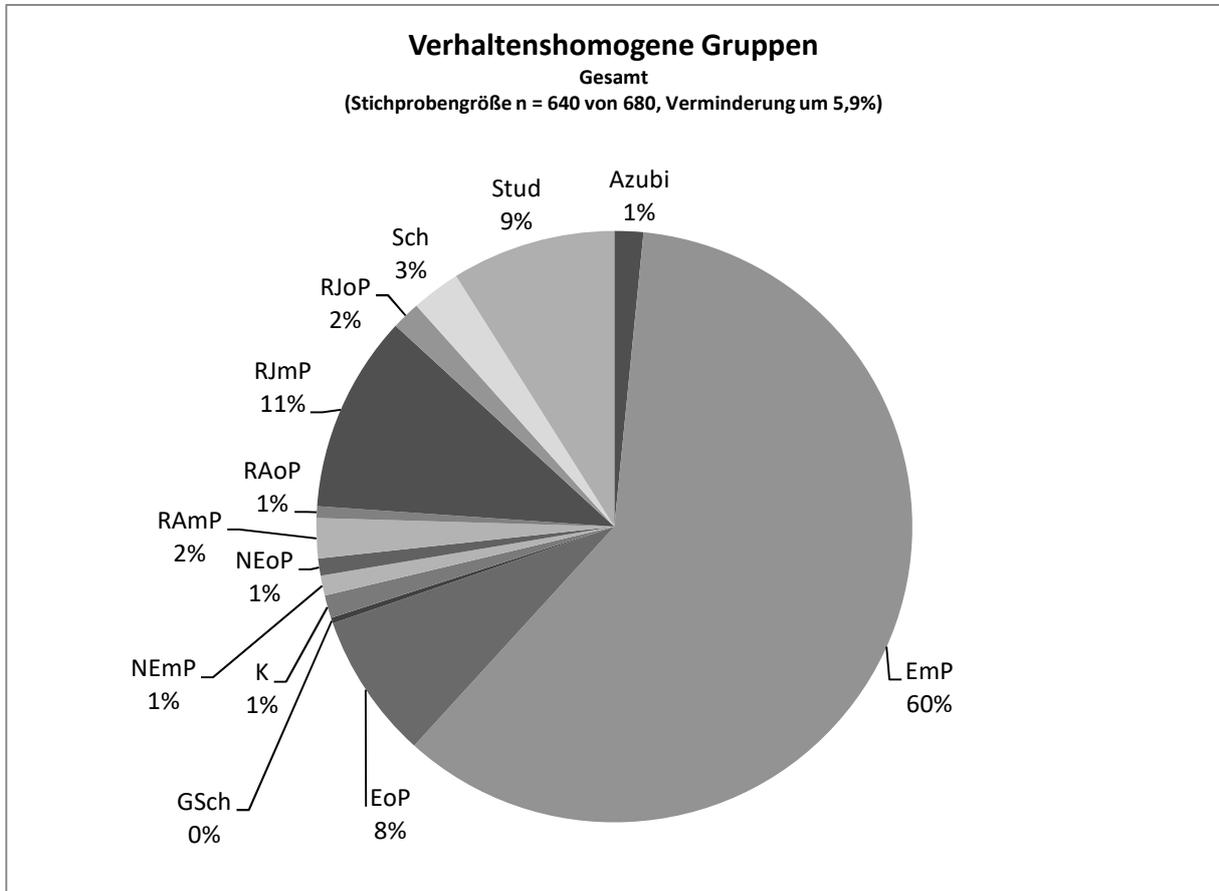
**Abb. 37** Höchster Schulabschluss

Bemerkenswert ist der sehr hohe Anteil an Personen mit mittlerer Reifeprüfung oder akademischem Grad. Statistiken zeigen, dass im Innenstadtbereich tendenziell der Anteil an Personen mit höherem Bildungsgrad deutlich höher ist als in den umliegenden Bezirken. Da sich der Erhebungsraum zum Großteil auf das unmittelbare Zentrum von Graz beschränkt erscheint ein höherer Akademikeranteil plausibel. So hat etwa auch der 1. Wiener Bezirk eine Akademikerquote von 47% gegenüber dem Österreich-Durchschnitt von 16% (Daten der Statistik Austria 2013).

Es wurden noch weitere Daten erhoben wie zum Beispiel die Fahrzeug- und Führerscheinverfügbarkeit:

- Geschlecht
  - Männlich 55%
  - Weiblich 45%
- Durchschnittsalter
  - Haushalte: 42,6
  - Pendler: 45,4
  - (online 38,2)
- Pkw/Person:
  - 585 Pkw/1000Pers.
  - Vergleich Statistik Austria 2014: Steiermark 585 Pkw/1000Pers.
  - Österreich 546 Pkw/1000Pers.
- Führerscheinbesitz
  - Pkw 89,6%
  - Moped/Motorrad 44,5%
  - Nichts davon 6,2%

Was genau abgefragt wurde kann in den im Anhang befindlichen Fragebögen (Anhang A) nachgelesen werden. Der Großteil dieser Daten zielt darauf ab, eine Einteilung in verhaltenshomogene Gruppen (Kapitel 5.4.1) zu ermöglichen.



**Abb. 38** Verhaltenshomogene Gruppen

## 5.5.2 Mobilitätskennwerte

### Modal Split (Verkehrsmittelaufteilung)

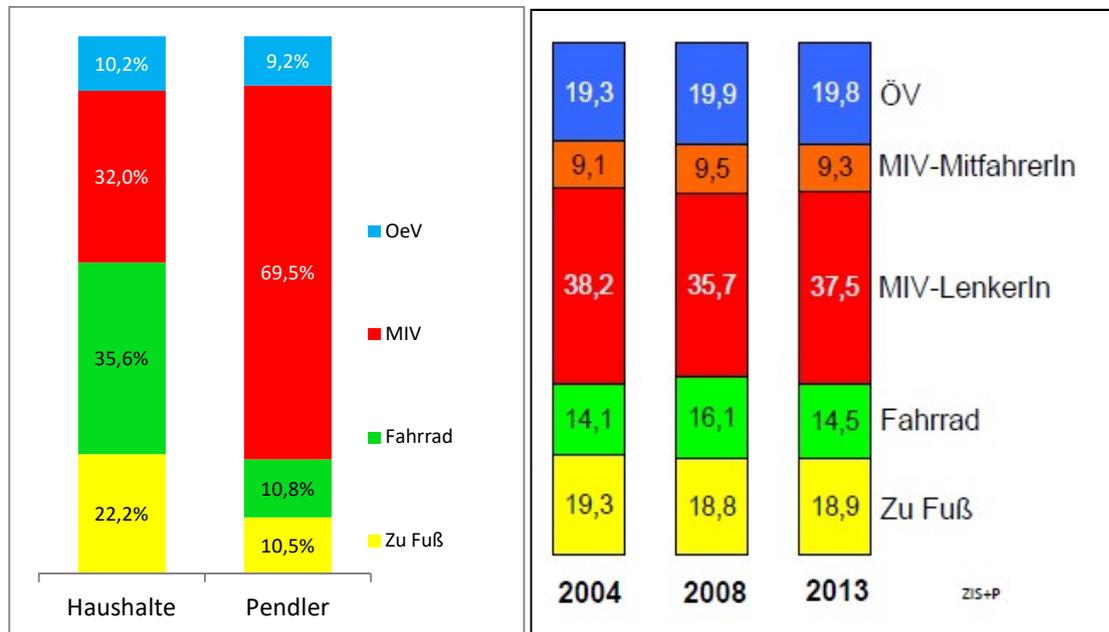


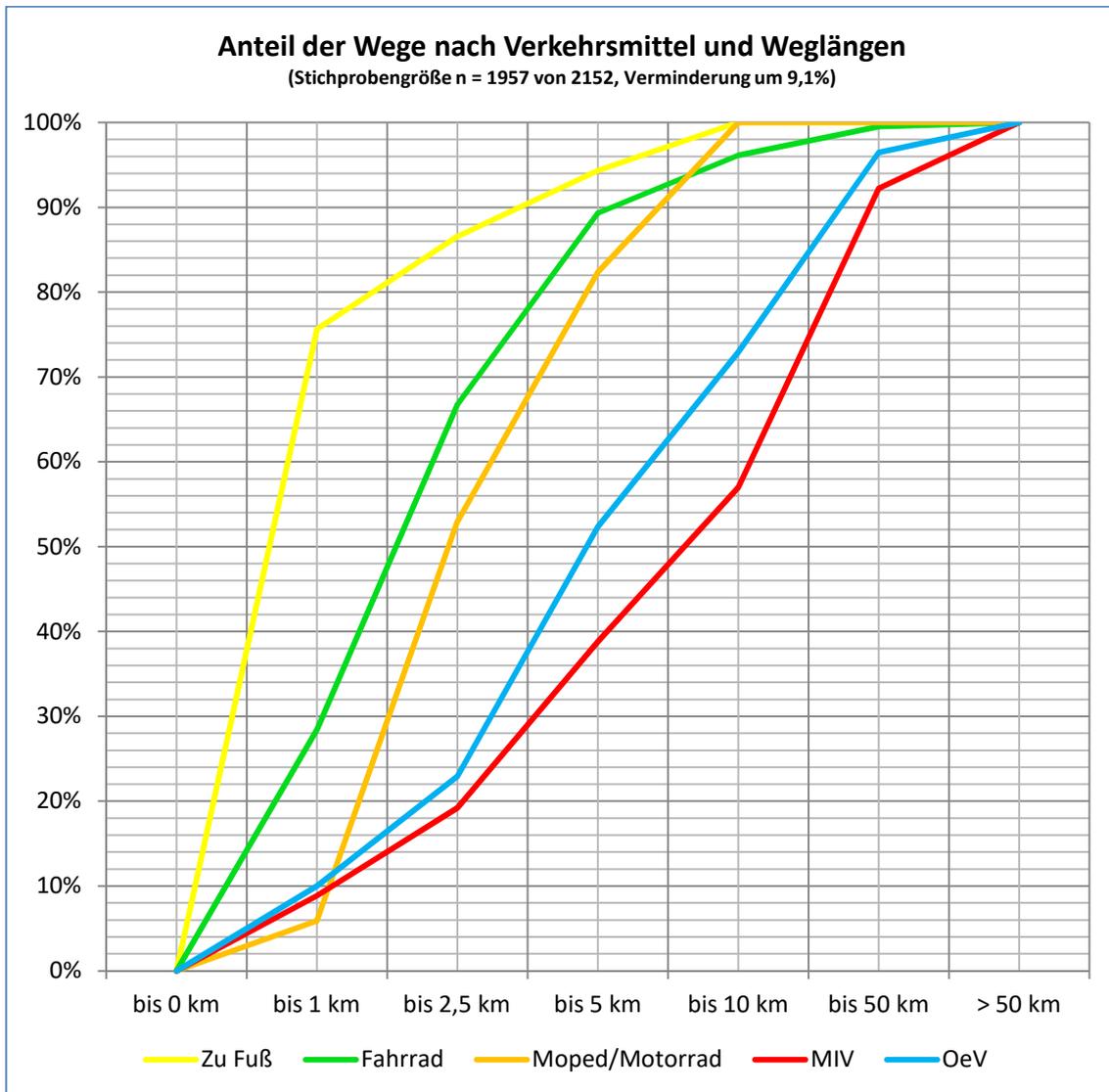
Abb. 39a Modal Split 2015

b Modal Split 2003 Quelle: Stadt Graz

**Haushalte:** Vergleicht man die Verkehrsmittelaufteilung der Haushaltsbefragungen 2015 (Abb. 39a) mit jenen der Grazer Wohnbevölkerung aus den vergangenen Jahren (Abb. 39b), fällt sofort ein sehr hoher Fahrradanteil auf. Es werden auch mehr Wege zu Fuß absolviert. Abgezogen werden diese Wege vom motorisierten Verkehr, was in erster Linie als wünschenswert zu betrachten ist. Ungünstiger Weise verzeichnen die öffentlichen Verkehrsmittel die größeren Einbußen gegenüber dem MIV. Eine Erklärung dafür ist die Beschaffenheit des untersuchten Gebietes. Der Untersuchungsraum erstreckt sich wie bereits erwähnt entlang der Mur mit einer Ausdehnung von jeweils 300 Metern links und rechts des Flusses. In diesem Bereich befindet sich ebenfalls die Hauptverkehrsachse für Radfahrer in Form von gut ausgebauten Radwegen auf beiden Ufern. Darüber hinaus befindet sich das Befragungsgebiet zu einem großen Teil im Innenstadtbereich, wodurch die meisten Aktivitäten über kurze Wege erreicht werden können.

**Pendler:** Als Erstes sei hier anzumerken, dass es sich bei der Pendlerbefragung nicht um eine Zufallsstichprobe handelt. Eine Zufallsstichprobe definiert sich dadurch, dass jedes Element der Stichprobe die gleiche Wahrscheinlichkeit besitzt, aus der Grundgesamtheit gezogen zu werden. Da die Fragebögen an verschiedenen Orten (Straßenkreuzung, Bahnhof) in unterschiedlicher Anzahl verteilt wurden, kann es zur Überschätzung eines Verkehrsmittels kommen. Werden zum Beispiel 100 Fragebögen an Autofahrer ausgegeben und nur 10 an Zugreisende, so wird mit großer Wahrscheinlichkeit der PKW bei der Moduswahl überschätzt. Dem entgegen wirkt die Tatsache, dass es den Fragebogen an einem gewissen Datum auszufüllen galt, welches nicht zwingend der Tag der Überreichung war. Dadurch ist es möglich, dass etwa Zugreisende am Tag des Ausfüllens mit dem PKW fahren respektive umgekehrt. Es war jedoch auch nicht Sinn und Zweck dieser Befragung, eine

korrekte Verkehrsmittelwahl zu erzeugen, sondern das Potential an Fahrten für die Seilbahn und die Akzeptanz der Pendler gegenüber dem neuen System in Erfahrung zu bringen.

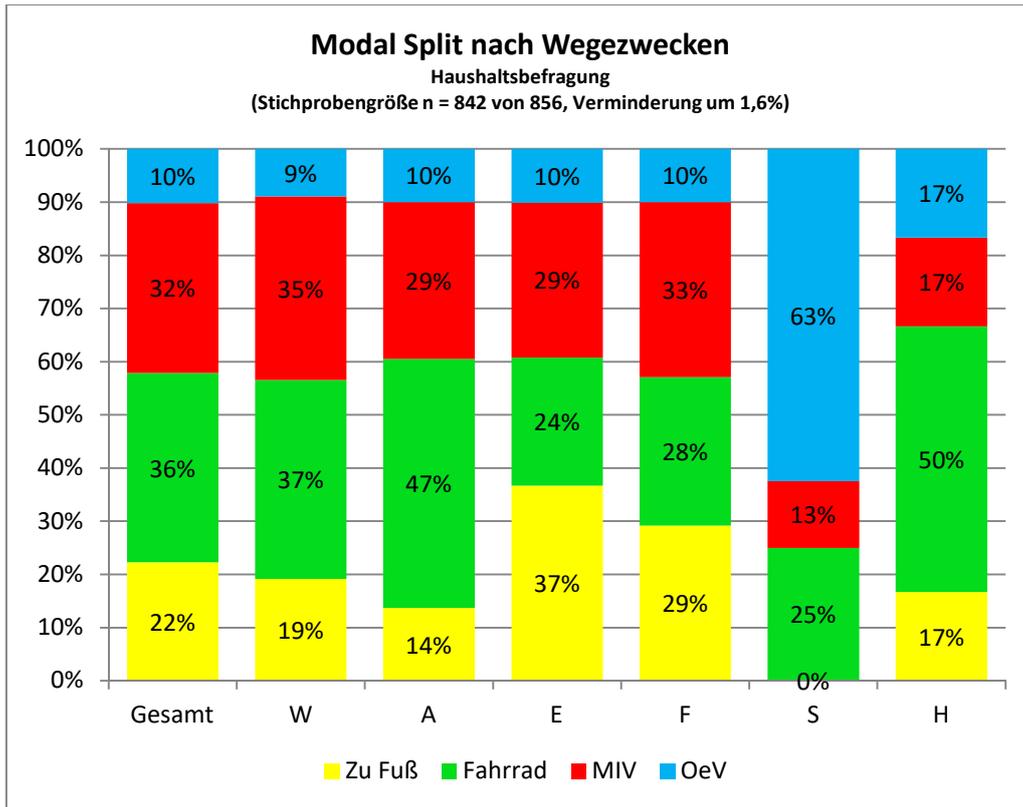


**Abb. 40** Anteil der Wege nach Verkehrsmittel und Wegelänge

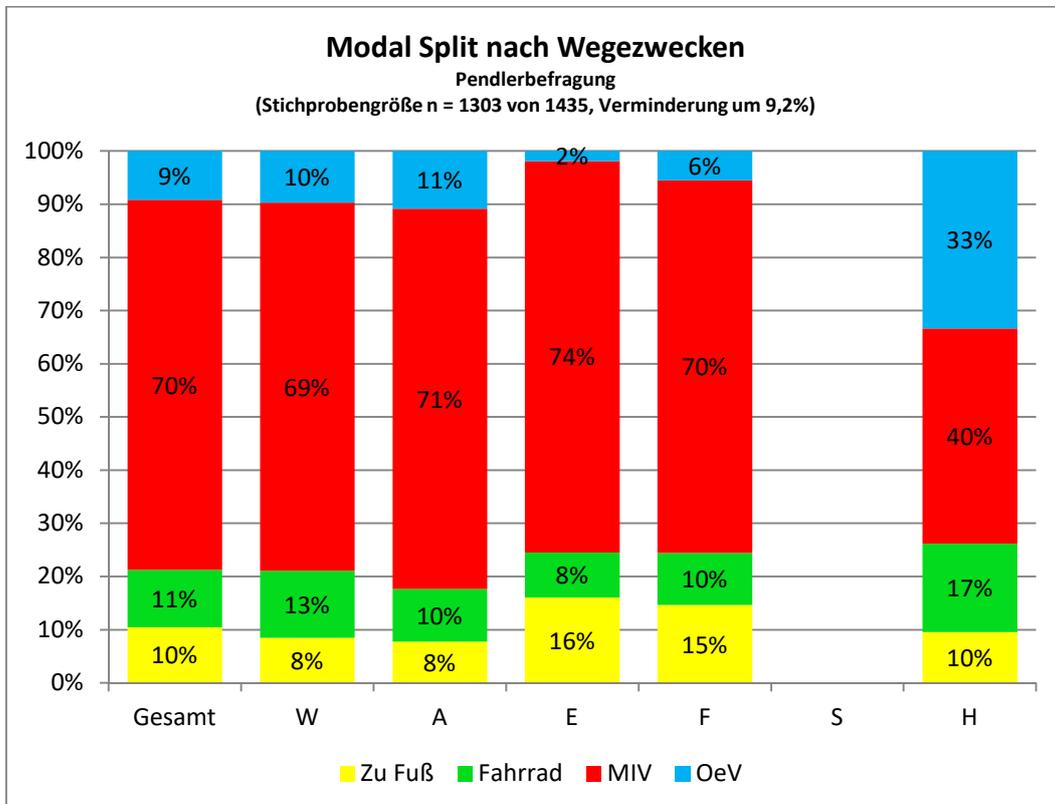
Abb. 40 befasst sich mit der Beziehung zwischen Wegelänge und Verkehrsmittel. Zum Beispiel lässt sich aus diesem Diagramm ermitteln, dass 76% der Wege die zu Fuß zurückgelegt werden, kleiner gleich 1 km sind.

Abb. 41 und Abb. 42 zeigen eine detaillierte Verkehrsmittelaufteilung der Haushalts- und Pendlerbefragung.

Wiederholt zu bemerken ist hier die beachtliche Anzahl an mit dem Fahrrad zurückgelegten Wege, die aus der Wahl des Untersuchungsgebietes resultieren. Die Aktivitäten Arbeit, Einkaufen und Hochschule haben den geringsten motorisierten Anteil. Im Gegensatz zum Arbeitsweg war dies bei den Studenten zu erwarten. Ebenso der hohe ÖV-Anteil bei den Schülern (Anm. MIV bei Schülern bezieht sich auf das Fahren als Beifahrer). Im Innenstadtbereich ist die Dichte an Einkaufsmöglichkeiten bekanntlich groß, somit können 37% der Wege zu Fuß bewältigt werden.

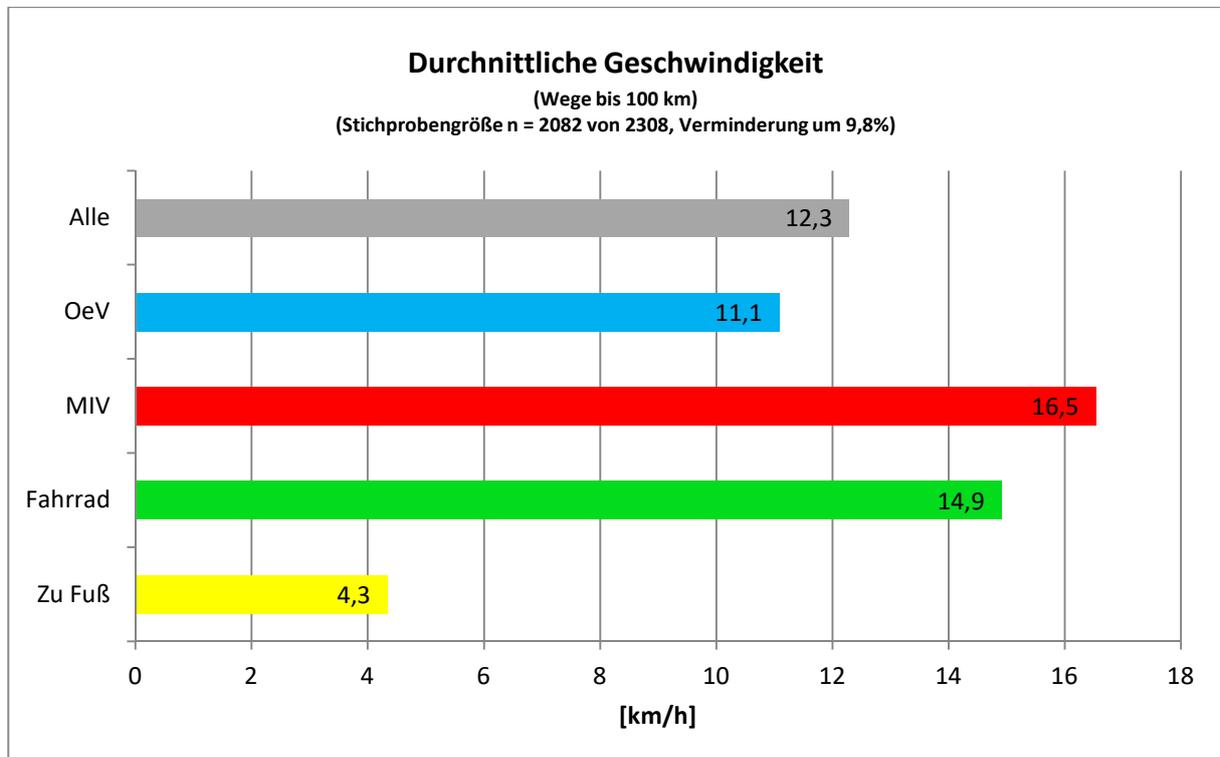


**Abb. 41** Modal Split nach Wegezwecken, Haushaltsbefragung



**Abb. 42** Modal Split nach Wegezwecken, Pendlerbefragung

Bei den Pendlern dominiert klar der motorisierte Individualverkehr, lediglich die Studenten weisen einen hohen Anteil von ÖV und nicht motorisierten Fortbewegungsmitteln auf. Ein Ziel der Stadtseilbahn ist, die Park and Ride Optionen attraktiver zu gestalten und somit den Anteil an Pkw Fahrten im Innenstadtbereich zu reduzieren. Die Anzahl der Fahrten mit dem Ziel Schule war zu gering um einen sinnvollen Modal Split zu erstellen.



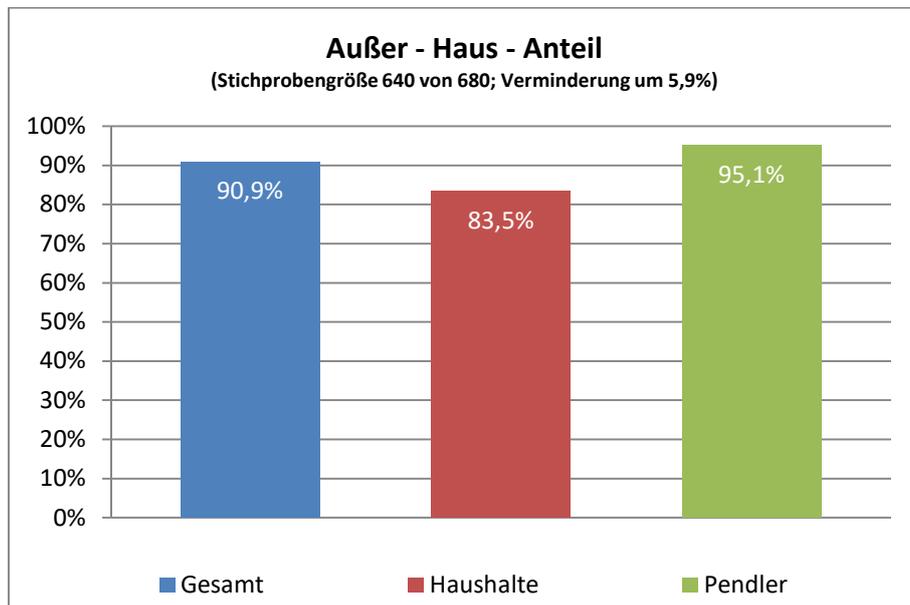
**Abb. 43** Durchschnittliche Geschwindigkeit der Verkehrsmittel

Seilbahnen werden oft als langsam wahrgenommen. Betrachtet man jedoch die Durchschnittsgeschwindigkeiten der unterschiedlichen Verkehrsmittel stellt sich heraus, dass die Seilbahn durch ihre stetig konstante Geschwindigkeit überaus konkurrenzfähig ist. Die Geschwindigkeiten Abb. 43 beziehen sich auf den gesamten Weg, inkludieren also auch Zu-, Abgangs- und Wartezeiten. Die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit liegt bei Bussen im Bereich von 14-18 km/h und bei Straßenbahnen bei 20-30 km/h. Moderne 3S-Bahnen mit 8 m/s (28,8 km/h) können hier leicht mithalten, aber auch wenn man von etwas niedrigeren Betriebsgeschwindigkeiten ausgeht (5 m/s) bleibt die Seilbahn durchaus auf Augenhöhe. Man darf nicht vergessen, dass Seilbahnen neben U-Bahnen die einzigen städtischen Transportmittel sind, die keinerlei Interaktionen mit dem Straßenverkehr haben.

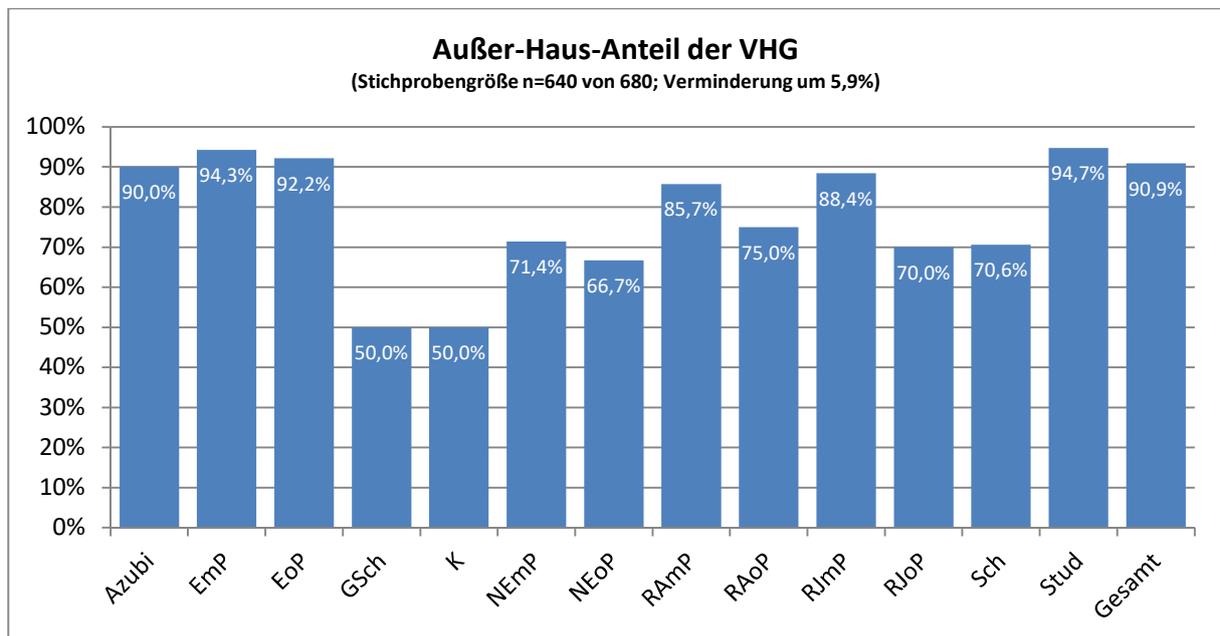
### Anteil der mobilen Personen

Um die "Mobilität" zu beschreiben ist der "Außer-Haus-Anteil" eine wichtige Größe. 91% der Befragten verlassen an einem Werktag mindestens einmal das Haus, d.h. sie sind "mobil". Die übrigen 9% legen keinen Weg zurück. Gründe dafür können sein, Krankheit, Alter, Tätigkeit im Haushalt usw.. Der Anteil der mobilen Bevölkerung ist seit 1982 geringfügig gesunken und gegenüber 1998 konstant geblieben (Mobilitätsverhalten der Grazer Wohnbevölkerung 2004). 2013 lag der

Anteil an mobilen Personen in der Grazer Wohnbevölkerung bei 85,3%, also etwa 2 Prozent höher als bei dieser Haushaltsbefragung. Gemeinsam mit den Pendlern wird dieser Wert dann deutlich übertroffen.

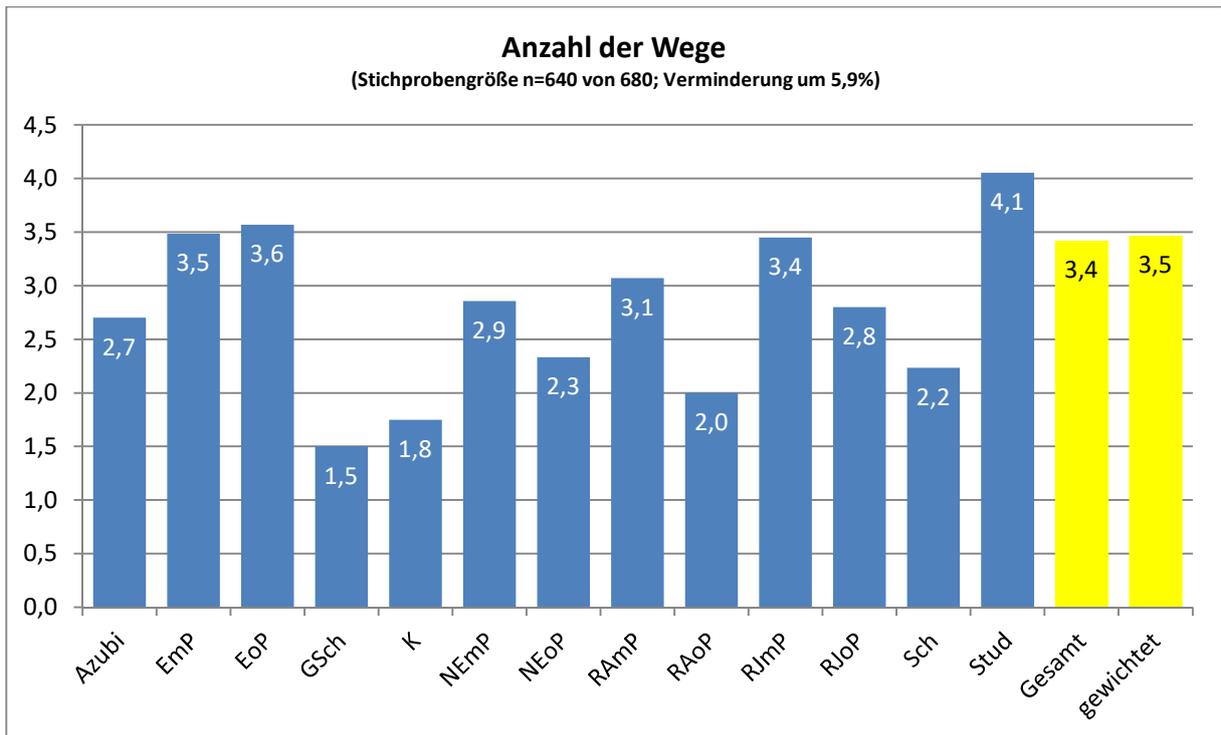


**Abb. 44** Außer-Haus-Anteil



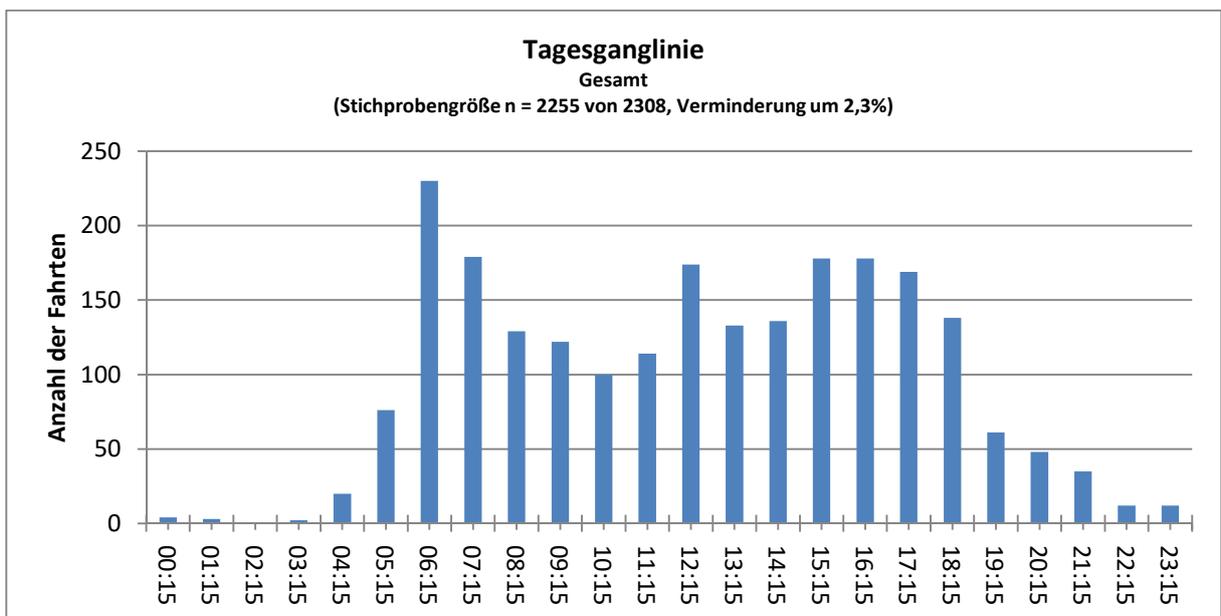
**Abb. 45** Außer-Haus-Anteil der VHG

In Abb. 45 ist ersichtlich wie sich der Außer-Haus-Anteil in den verhaltenshomogenen Gruppen verhält. Die Studenten und Erwerbstätigen mit Pkw sind am mobilsten, während die nicht Erwerbstätigen ohne Pkw am seltensten das Haus verlassen. Bei den Kindern und Grundschulern ist die Rücklaufquote zu gering um qualifizierte Aussagen zu treffen.



**Abb. 46** Anzahl der Wege

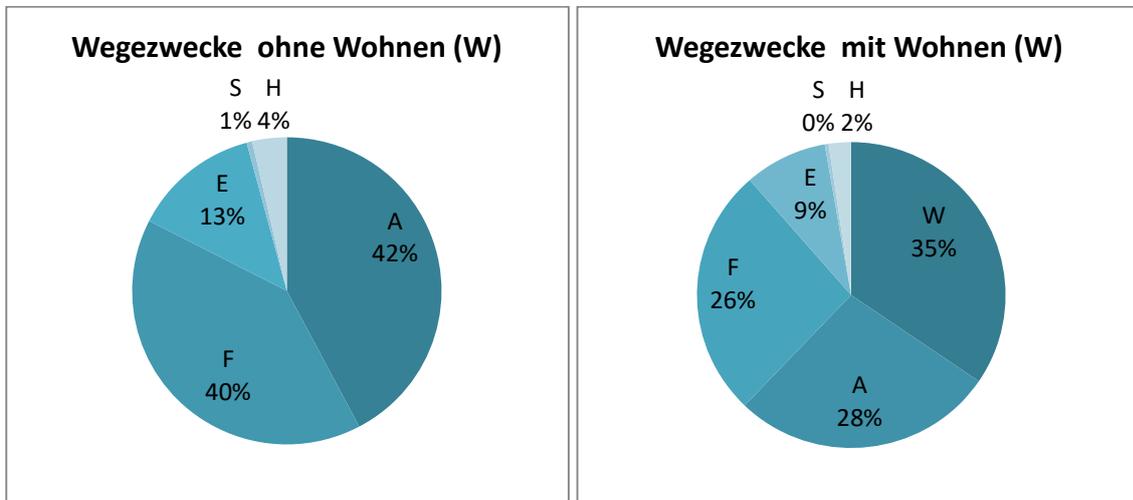
Abb. 46 zeigt eine Aufschlüsselung der Weg pro Tag. Die mobilen Personen, also jene 91% welche das Haus mindesten einmal verlassen, absolvieren im Durchschnitt 3,5 Wege pro Tag. Dabei legen sie pro Weg eine Strecke von 5,4 km zurück wofür sie 24,5 Minuten benötigen (Anm. nur Wege unter 100 km Wegentfernung).



**Abb. 47** Tagesganglinie

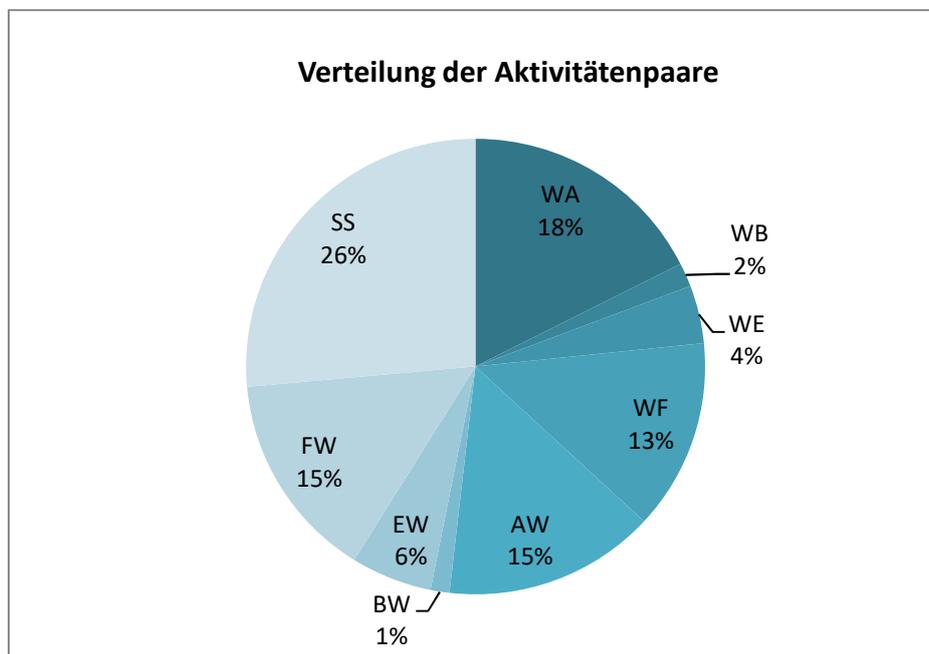
Abb. 47 ist eine graphische Darstellung aller Fahrten bezogen auf den Startzeitpunkt der Wege. Erkennen lässt sich eine ausgeprägte Morgenspitze zwischen 6 und 7 Uhr sowie eine kurzes Mittagshoch um 12 Uhr. Der Heimreiseverkehr am Nachmittag verteilt sich auf den Zeitraum von

15:15 bis 18:15. Im Vergleich dazu befinden sich im Anhang B (Abb. 78 und Abb. 79) Tagesganglinien, von denen eine nur Fahrten mit dem ÖV abbildet und die andere Fahrten mit dem Zielzweck Arbeit.



**Abb. 48** Verteilung der Wegezwecke

Abb. 48 zeigt wie die Arten Zielaktivitäten verteilt sind. Der Wegezweck Wohnen hat den größten Anteil an der Gesamtmenge. Fahrten mit dem Ziel Wohnen werden fast ausschließlich durch den Nachhauseweg gebildet. Zur besseren Darstellung der Gründe für das Verlassen der Wohnung dient die Darstellung ohne diesen Wegezweck. Die beiden Hauptaktivitäten sind Arbeit und Freizeit.



**Abb. 49** Aktivitätenpaare

Die Aktivitätenpaare geben Aufschluss über Ausgangs- und Zielaktivität. Den größten Anteil hat die Paarung Sonstiges-Sonstige, also jene Wege die kein Wohnen beinhalten. Die Paarung SS ist in erster Linie auch ein Indikator für längere Wegeketten. Je mehr SS-Paarungen vorhanden sind desto mehr Wegeketten mit drei oder mehr Fahrten existieren. Im Gegensatz zum Modal Split, bei dem sich

Pendler- und Haushaltsbefragung sehr stark unterscheiden, sind die Verteilungen der Aktivitätenpaare annähernd gleich (siehe Anhang B1 Abb. 76 und Abb. 77).

### **5.5.3 Zusammenfassung**

Die allgemeine Mobilitätsbefragung 2016 zeigt, wie stark sich das Mobilitätsverhalten zwischen Pendlern und Innenstadtbewohnern unterscheiden kann. Aus der Haushaltsbefragung mit ihrem besonders gestalteten Untersuchungsraum entlang der Mur und somit auch an der Hauptverkehrsachse lässt sich die Erkenntnis gewinnen, dass bei optimalen strukturellen Bedingungen der Radverkehr großes Potential besitzt. Er stellt mit knapp 36% sogar das größte Segment des Modal Splits dar. Bei den Pendlern hingegen ist der MIV Anteil mit beinahe 70% nach wie vor zu hoch. Die Anzahl der mobilen Personen hat sich im Vergleich zu 2014 weiter gesteigert und liegt nun bei 91%.

## **5.6 Touristenbefragung**

Es steht oft zur Diskussion ob der Hauptnutzen einer Stadtseilbahn im öffentlichen Personennahverkehr oder im Tourismus liegt. Diese Arbeit hat sich bis dato damit beschäftigt, den Primärnutzen eines Seilbahnsystems für den öffentlichen Verkehr zu proklamieren. Darüber hinaus lässt sich natürlich nicht bestreiten, dass ein Fortbewegungsmittel dieser Art eine touristische Attraktion darstellt und sich positiv auf die Tourismusbranche in Graz auswirken kann. Um dies zu untermauern wurde eine Touristenbefragung durchgeführt. Eine Befragung in ähnlicher Art und Weise wurde bereits im Zeitraum von November bis Dezember 2014 unternommen. Dies geschah im Zuge einer Bachelorarbeit an der Fachhochschule Salzburg mit dem Titel „Der Zusammenhang von städtischem öffentlichen Verkehr und die Entstehung des Image einer Destination am Beispiel Murseilbahn Graz“ (Pauritsch 2015). Frau Pauritsch kommt zu dem Ergebnis, dass sich das Image der Stadt Graz zum Positiven hin verändern könnte, sie hatte jedoch ebenfalls mit einem sehr geringen Stichprobenumfang (153 Fragebögen) zu kämpfen. In ihrer Befragung geben 54% der Befragten, welche Graz bereits einmal besucht haben an, dass sich das Image von Graz durch den Bau der Seilbahn zum Positiven hin verändern würde. Personen die in Graz noch keinen Urlaub verbracht haben stehen dem Vorhaben neutral bis positiv gegenüber oder fühlen sich nicht in der Lage, eine positive oder negative Zuordnung zu treffen. Es lässt sich daraus interpretieren, dass das Image von Graz international nicht sehr spezifisch und eher unklar ist. Darüber hinaus unterstreicht sie die Wichtigkeit der Einteilung in verschiedene Zielgruppen wie z.B.: Kultur- oder Business-touristen.

### **5.6.1 Erhebungsmerkmale**

#### **Erhebungsmethode**

Mündliches Personeninterview in Deutsch oder Englisch, auf der Grundlage eines Fragebogens (siehe Anhang A4). Im Groben zusammengefasst ist der Fragebogen so aufgebaut, dass zuerst Daten zur Person und Art des Aufenthaltes eruiert werden und danach einige Fragen zur städtischen Seilbahn folgen. Etwa für welchen Zweck die Seilbahn benützt würde, oder wie viel Geld man dafür bereit wäre zu zahlen.

## Erhebungszeitraum

Erhoben wurde im **September und Dezember 2015**. Es wurde also auch in einem Sommermonat befragt und nicht, wie bei der Erhebung von 2014, lediglich im Winter. Die Zahl der Nächtigungstouristen in Graz ist zwar von jahreszeitlichen Schwankungen betroffen, jedoch nicht in dem Ausmaß wie reine Sommer-, Winterdestinationen. Abb. 50 zeigt den Verlauf der Nächtigungszahlen in Graz in den Jahren 2014 und 2015. Zur Anzahl der Tagestouristen sind keine Zahlen bekannt da diese schwer zu erfassen sind.



**Abb. 50** Nächtigungszahlen (Graz in Zahlen 2016)

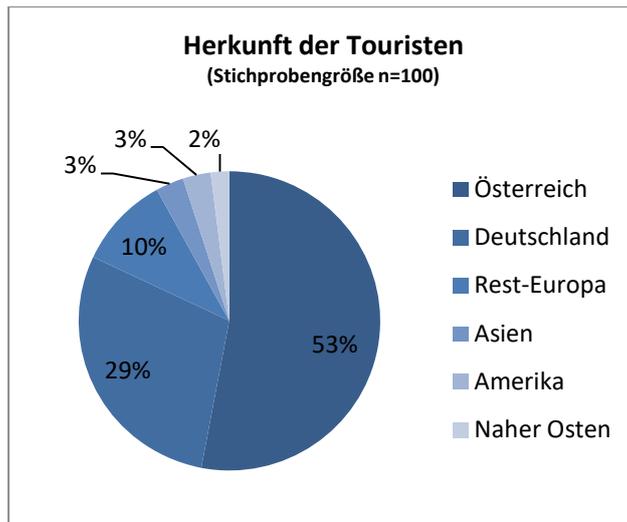
## Erhebungsort

Erhoben wurde in den auf Abb. 34 rot markierten Bereichen. Also in der Innenstadt um den Hauptplatz, hier sind naturgemäß die meisten Touristen anzutreffen. Außerdem vor dem Grazer Kongress mit dem Ziel, Geschäftsreisende zu erfassen.

Es haben sich in Summe **100 Personen** bereit erklärt, an diesem Interview teilzunehmen.

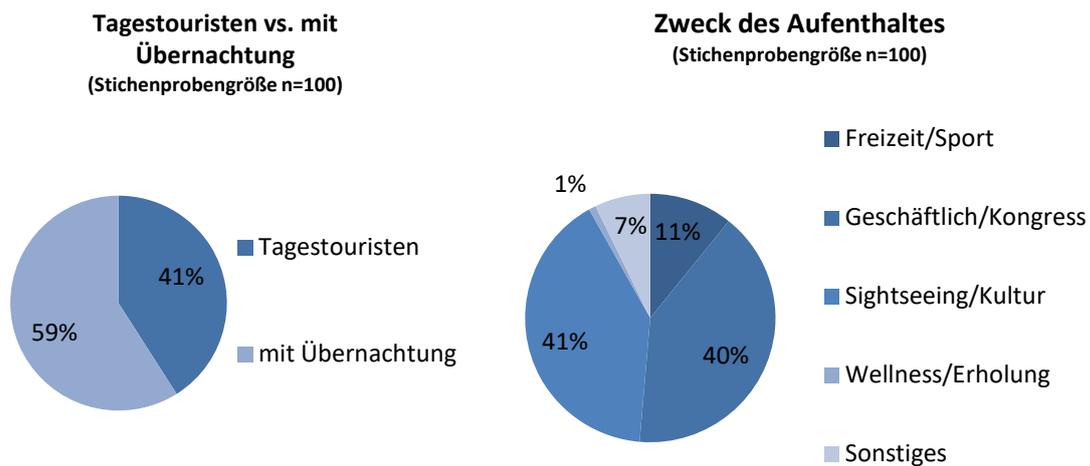
## 5.6.2 Ergebnisse der Touristenbefragung

Frage Nummer eins betraf Alter, Geschlecht und Herkunftsland. Das Durchschnittsalter der Befragten lag bei 45 Jahren und die Geschlechteraufteilung bei 50/50. Da einige Länder lediglich einmal vertreten waren wurden diese in regionale Klassen eingeteilt um das Ergebnis anschaulicher zu gestalten (Abb. 51). Dieser Studie zufolge kommen mehr als die Hälfte der Besucher (53%) aus dem Inland, gefolgt von Deutschland (29%) und der Rest kam aus Europa gesamt (10%). Diese Verteilung entspricht auch in etwa den Erhebungen der Stadt Graz (Graz in Zahlen 2016).



**Abb. 51** Herkunft der Touristen

Frage Nummer zwei ordnet als erster die Befragten in Tagestouristen und Touristen mit Übernachtung (Abb. 52a). Danach wird der Hauptzweck des Aufenthaltes ermittelt (Abb. 52b).

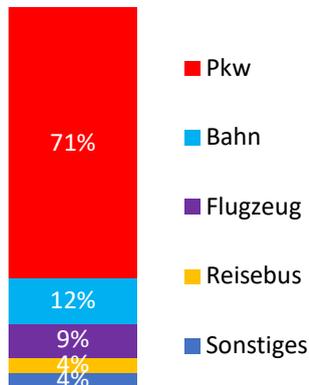


**Abb. 52a** Dauer des Aufenthaltes, **b** Zweck des Aufenthaltes

Ebenfalls in Frage zwei erhoben wurde der Modus des Anreiseverkehrsmittels (Abb. 53a) und des bevorzugten Verkehrsmittels innerhalb von Graz (Abb. 53b). Das Hauptverkehrsmittel der Anreise ist eindeutig der Pkw (hier wurden Privat-Pkw, Mietauto [kommt 2 mal vor] und Dienstwagen [kommt 4 mal vor] zusammengefasst). An der Destination angekommen, wird jedoch klar der ÖPNV sowie das Zufußgehen bevorzugt. Dies zeigt, welchen Stellenwert ein gut funktionierender sowie einfach zu handhabender ÖPNV für den Tourismus hat.

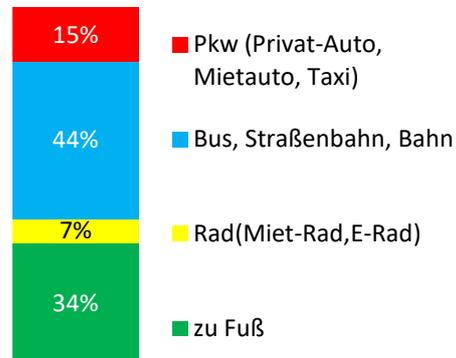
### Modal Split des Anreise-Verkehrsmittels

(Stichprobengröße n=100)



### Modal Split der bevorzugten Verkehrsmittels in Graz

(Stichprobengröße n=100)



**Abb. 53a** bevorzugtes Anreise-Verkehrsmittel, **b** bevorzugtes Verkehrsmittel in Graz

Der dritte Teil des Fragebogens widmet sich ganz der städtischen Seilbahn. Lediglich drei der einhundert Probanden haben noch nie in ihrem Leben eine Seilbahn benützt. Ein Faktor der einerseits für eine Seilbahn im ÖPNV sprechen kann, da bereits Vertrauen zu diesem Verkehrsmittel besteht, andererseits geht dadurch der Reiz des Neuartigen verloren. Das beinahe Jeder bereits einmal mit einer Seilbahn gefahren ist, ist aber im internationalen Vergleich atypisch und hat regionale Hintergründe.

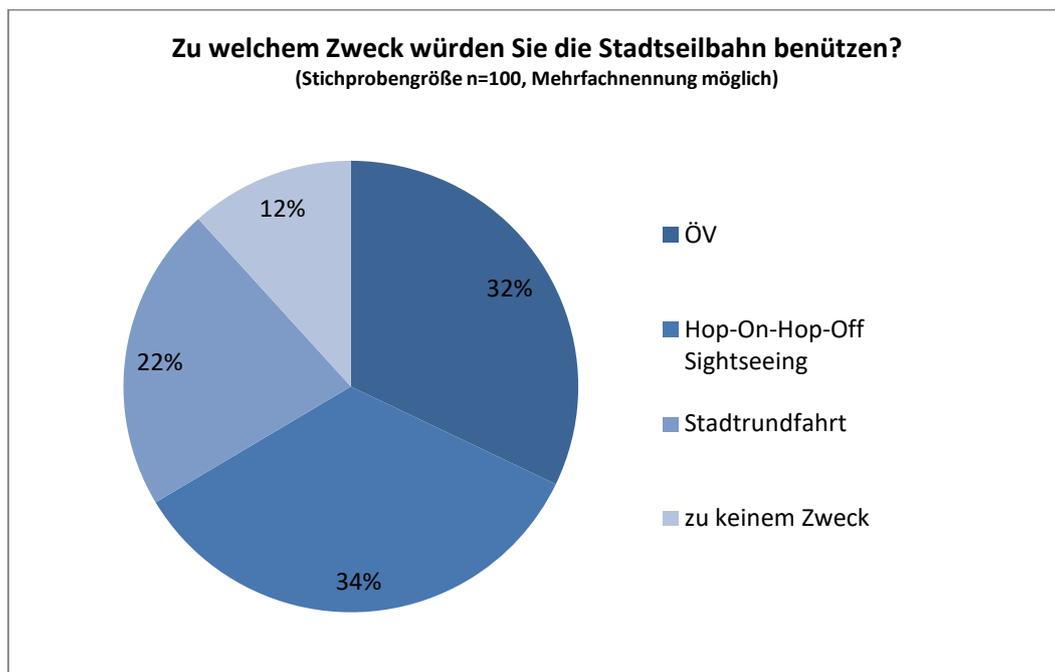
49% der Befragten beantworten die Frage ob sie eine städtische Seilbahn benützen würden mit ja, 28% mit eher ja, 11% mit eher nein und 12% mit nein. Den Probanden war es möglich den Grund für ihre Entscheidung in einem Zusatzfeld zu notieren. Es folgen die häufigsten Beweggründe:

#### Würden Sie eine städtische Seilbahn benutzen?

- ja (49%)
  - Ausblick
  - Neuartigkeit, Lifestyle
  - komfortabel, kein Stau
  - um von A nach B zu kommen
  - Energiesparend
- eher ja (28%)
  - Ausblick, Alternative zur Stadtrundfahrt
  - Neuartigkeit, Spaß
- eher nein (11%)
  - gehe lieber zu Fuß
  - unnötig, keine Verkehrsbelastung
- nein (12%)

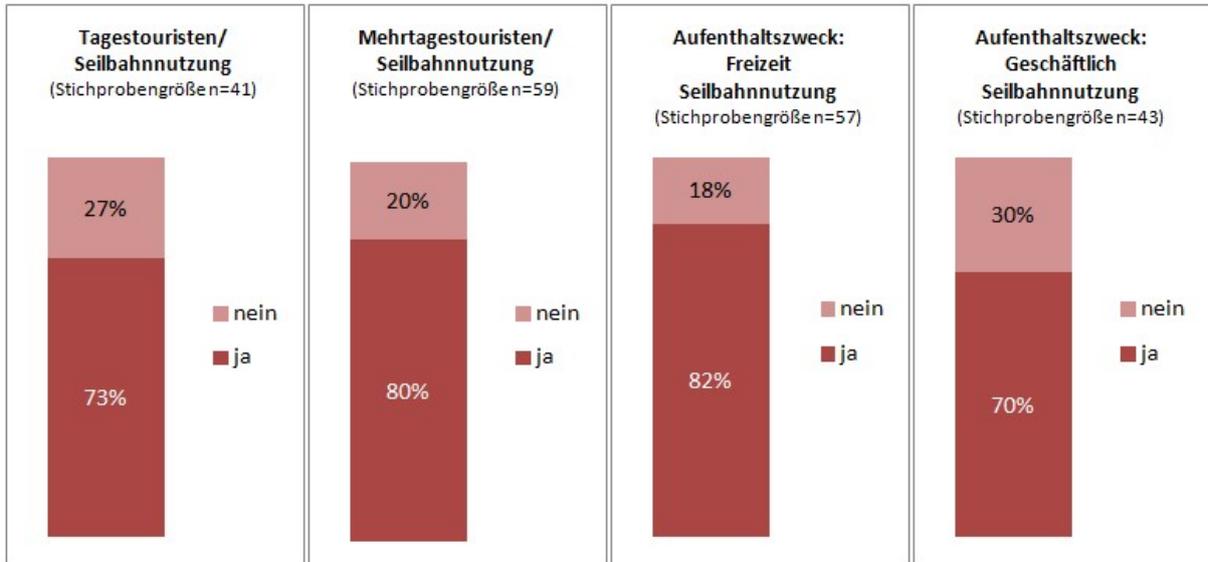
- Graz benötigt keine Seilbahn, generelle Ablehnung
- bestehender ÖPNV ausreichend
- Energieverschwendung

Der mit Abstand am häufigsten genannte Beweggrund war die Aussicht während der Fahrt, gefolgt von dem Wunsch etwas Neues zu erleben. Die negativen Ansichten beruhen eher auf grundlegender Ablehnung gegenüber der verkehrspolitischen Strategie und nicht dem System Seilbahn an sich. Vereinzelt kommt auch mangelnder Informationsgrad zu Tage wie etwa der Glaube, eine Seilbahn hätte einen sehr hohen Energieverbrauch oder sie wird nicht als Teil des ÖPNV wahrgenommen. Ausländische Touristen standen der Seilbahn geschlossen positiv gegenüber.



**Abb. 54** Zweck der Seilbahnnutzung, Touristen

Abb. 54 beschäftigt sich mit dem Zusammenhang zwischen der Art des Aufenthaltes und der Bereitschaft, die Seilbahn zu benützen. Mehrtagestouristen die zum Zweck der Erholung nach Graz gekommen sind, tendieren etwas stärker dazu die Seilbahn zu benützen. Das Schlusslicht bilden die Geschäftsreisenden, nichtsdestotrotz würden 70% von ihnen die Seilbahn benützen.



**Abb. 55** Seilbahnnutzung in Bezug auf die Art des Aufenthaltes

Zweifelsohne müssen sich Gedanken über die Fahrpreisgestaltung gemacht werden. Reine Tourismusbahnen wie jene in Koblenz bietet etwa eine Einzelfahrt um 6,50€, während ÖV-integrierte Bahnen in Niedriglohnländern im billigsten Fall nur 0,25 USD kosten. Basierend auf den Daten der Erhebung wären Touristen wahrscheinlich auch dazu bereit, hohe Preise in Graz zu bezahlen. Wie viel die Befragten im Durchschnitt zu zahlen bereit wären zeigt die Tabelle 15.

Durchschnittliche Preisvorstellung				
Geltungsdauer	Einzelfahrt	Tagesticket	Mehrtagesticket	Wochenticket
Preis [€]	4,20	8,40	14,00	17,70

**Tabelle 15** Durchschnittliche Preisvorstellung

Dies hat jedoch eher hypothetischen Charakter da es bekanntlich Ziel ist, die Seilbahn vollwertig in den ÖV einzugliedern und somit auch in den Tarifverbund zu integrieren. Im letzten Punkt des Fragebogens wurde auch konkret danach gefragt, ob die Seilbahn in den Grazer ÖV integriert werden soll und dies wurde lediglich von einem Teilnehmer verneint.

### 5.6.3 Zusammenfassung

Im Allgemeinen lässt sich behaupten, dass der Bau einer Seilbahn in Graz zweckdienlich für den Tourismus ist. Die Mehrheit der Besucher zeigt eine positive Einstellung gegenüber diesem Verkehrsmittel und vor allem die gute Aussicht während der Fahrt lockt die meisten Touristen in die Seilbahn. Die Fraktionierung in Geschäfts- und Freizeitreisende hat gezeigt, dass der reine Erholungstourist etwas geneigter ist, dennoch könnten sich beinahe drei Viertel der Geschäftsreisenden vorstellen, die Seilbahn zu benutzen.

## 5.7 Vertiefte (*stated response*) Befragung

### 5.7.1 Stated-Response-Methoden

Befragungen zum aktuellen Verhalten und Vorlieben der Verkehrsteilnehmer (*revealed preferences*) stoßen schnell an ihre Grenzen, wenn Aussagen über zukünftige Entwicklungen unter veränderten Rahmenbedingungen ermittelt werden sollen. Die so gewonnenen Daten erlauben zum Beispiel weder Aussagen zur Akzeptanz von Innovationen, noch ermöglichen sie die getrennte Darstellung der Auswirkungen zweier Einflussgrößen, die auf den beobachteten Märkten miteinander korreliert sind. Typische Beispiele für solche Situationen sind die Beurteilung neuer Preissysteme, neuer Logistik- sowie neuer Fahrzeugangebote, neu gestalteter ÖV-Netze, oder die gleichzeitige Ermittlung der Preis-, Reisezeit- und Distanzelastizität der Nachfrage im motorisierten Individualverkehr (Axhausen 2000).

Um die hypothetischen Entwicklungen bewerten zu können wurden eine Vielzahl von Befragungsmethoden entwickelt. Die Ursprünge dieser Theorien stammen aus den unterschiedlichsten Bereichen wie Psychologie, Marketing und Verkehrsforschung. Dies hat zu einer Vielzahl von Bezeichnungen geführt. Speziell in Deutsch hat sich kein eigener Begriff herausgebildet. Als Überbegriff dieser Befragungsmethoden sind am gebräuchlichsten "*stated response*" oder "*conjoint analysis*" mit einer Vielzahl von Teilgebieten wie „*stated preference, stated choice, stated ranking, choice based conjoint, transfer pricing, functional measurement, priority evaluator*“ usw..<sup>53</sup>

Die drei gebräuchlichsten Verfahren sind nach Schnabel/Lohse (2011):

- **Stated-Preference-Befragung (SP):**  
Beschriebene Verkehrssituationen sollen von den Probanden auf einer Skala bewertet werden.
- **Stated-Choice-Befragungen (SC):**  
Für beschriebene alternative Verkehrssituationen sollen sich die Probanden entscheiden.
- **Stated-Ranking-Befragung (SR):**  
Beschriebene alternative Verkehrssituationen sollen von den Probanden in eine Reihenfolge gebracht/sortiert werden.

In der Praxis beschränken sich Umfragen oft nicht auf eine einzige dieser drei Methoden.

Allen Verfahren dieser Familie ist gemein das sie versucht, durch Gegenüberstellung verschiedener realer und hypothetischer Szenarien den Entscheidungsraum der Befragten systematisch zu prüfen. In diesen hypothetischen Entscheidungssituationen können, müssen aber nicht, Innovationen enthalten sein, die so in der Realität noch nicht existieren, wie in diesem Fall die geplante Seilbahntrasse.

Die Entscheidungssituation wird in der Befragung durch drei Dimensionen beschrieben (Axhausen 2000):

---

<sup>53</sup> vgl.: Axhausen(2000)

- Anzahl und Art der vorhandenen Alternativen, zum Beispiel Urlaubsziel, Ticketklassen, Verkehrsmittel
- Auswahl und Anzahl der Einflussgrößen, mit denen jede Alternative beschrieben wird, zum Beispiel Verkehrsmittel durch Art, Preis, Geschwindigkeit und Verlässlichkeit
- Anzahl und Wert der Ausprägung dieser Einflussgrößen, zum Beispiel für die Reisezeit einer Fahrt, drei Ausprägungen mit den Werten 12, 20 und 30 min in den verschiedenen Situationen.

Um diese Entscheidungssituationen richtig bewerten zu können ist auch von Bedeutung, mögliche Beweggründe, Beschränkungen und Motivationen welche die Entscheidung beeinflussen, zu erfassen. Dies können Attribute wie Führerscheinbesitz, Fahrzeugverfügbarkeit, Haltestellenentfernung oder Personendaten wie Alter und Beschäftigungsverhältnis sein. Aus diesem Grund werden *stated response* Befragungen wenn möglich immer in Verbindung mit einer RP-Befragung durchgeführt. Diese liefern auch wichtige Daten zum sozialen Kontext (Wegezwecke, Verpflichtungen wie z.B. Kinder abholen) sowie die aktuelle Position im Lebenszyklus oder Lebensstil.

Es wird klar, dass für die Erstellung und Ausarbeitung einer SR-Befragung sehr viele Informationen nötig sind, um gute Ergebnisse zu erzielen. Ebenso wichtig ist aber auch der Informationsgrad der Probanden. Sie sollen ja eine möglichst objektive Wahl treffen, im Wissen über Vor- und Nachteile der verschiedenen Optionen. Besonders was innovative Mobilitätsformen betrifft, mit welchen seitens der Befragten noch keine Erfahrungen gemacht werden konnten. Wie im Falle der Seilbahn, die in den Köpfen vieler sozusagen für den städtischen Verkehr zweckentfremdet wird, sind es meist subjektive Beweggründe, die den Ausschlag geben. Man sollte den Teilnehmern auch klar vermitteln, dass sie durch ihre Antworten aktiv am Entwicklungsprozess teilnehmen. Die Quintessenz einer SR-Befragung stellt also die sorgfältige Konzeption der Entscheidungssituationen und die Qualität der Informationsvermittlung dar.

## 5.7.2 Befragungsergebnisse

### Erhebungsmerkmale

Im Zuge der allgemeinen Mobilitätserhebung wurden die Probanden zur Teilnahme an einer vertieften Befragung gebeten. Jenen die sich dazu bereit erklärt haben wurde der Fragebogen zugesandt, woraufhin sie telefonisch kontaktiert wurden um die Daten aufzunehmen. Von den 680 Teilnehmern der allgemeinen Mobilitätserhebung konnte mit **85 Personen** ein erfolgreiches Interview durchgeführt werden.

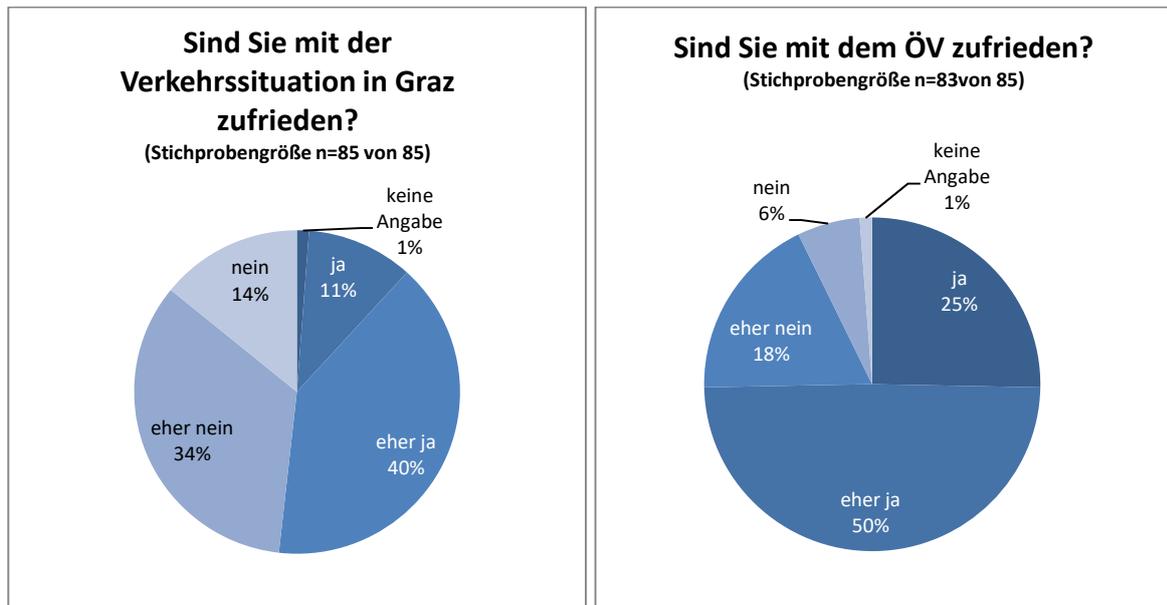
Die vertiefte Befragung fand an folgenden Tagen statt:

Mittwoch, 23.09.2015

Dienstag, 29.09.2015

## Auswertung

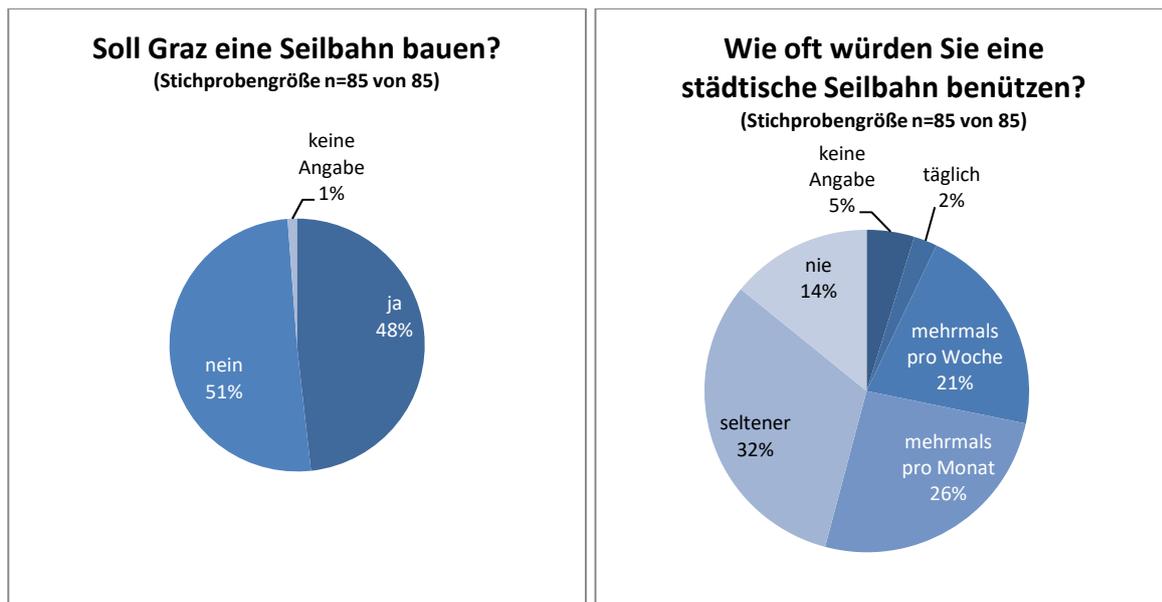
Das Kernthema der vertieften Befragung stellen ohne Zweifel die *stated choice* Wahlentscheide dar. Abgerundet wurde der Fragebogen (siehe Anhang A) mit vier kurzen Fragen zur Seilbahn und allgemeinen Verkehrssituation, welche im Anschluss als erstes erläutert werden.



**Abb. 56 a,b** Zufriedenheit mit der Verkehrssituation und dem ÖV

Der ÖV kann um etwa ein Drittel mehr Zufriedenheit für sich verbuchen als die aktuelle Verkehrssituation. Um mehr Fahrten vom MIV zum ÖV zu transferieren, ist diese Divergenz durchaus wünschenswert und kann auch gewollt sein. Das 75% der Probanden mit dem ÖV zumindest eher zufrieden sind, ist verglichen mit deutschen Großstädten ein Wert im oberen Mittelfeld<sup>54</sup>. Setzt man die Fragen aus Abb. 56a und b in Relation zur Frage ob Graz eine Seilbahn bauen soll (Abb. 57a) ergibt sich, dass Jene die weniger zufrieden mit dem ÖV und der Verkehrssituation sind, auch eher dazu tendieren eine Seilbahn zu bauen. Befragte welche dafür sind eine Seilbahn zu errichten, bewerten die aktuelle Verkehrssituation im Schnitt mit 2,8 und den ÖV mit 2,2 während Jene die dagegen sind, sie durchschnittlich mit 2,4 und 1,9 bewerten (Skala von 1-4; 1=ja, 4=nein).

<sup>54</sup> <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/156402/umfrage/zufriedenheit-mit-den-oeffentlichen-verkehrsmitteln-in-verschiedenen-deutschen-staedten/> [Datum des Zugriffs 23.07.2016]



**Abb. 57 a,b** Soll Graz eine Seilbahn bauen und wie oft würden Sie diese benützen?

51% sind dafür eine Seilbahn zu errichten und 48% sprechen sich dagegen aus. Die Gründe warum sie sich so entschieden haben wurden bei dieser, sowie bei der Frage, wie oft die Seilbahn benützt werden würde, ebenfalls erfragt. Einige würden das Geld für die Errichtung einer Seilbahn lieber in den bestehenden ÖV investiert sehen oder bewerten das Projekt generell als Fehlinvestition. Andere sehen wiederum die Seilbahn als gutes Mittel zur Verbesserung des ÖV und empfinden es als attraktive und umweltfreundliche Fortbewegungsmethode. Auch die Doppelfunktion als Verkehrsmittel und Touristenattraktion wird als Errichtungsargument angeführt. Bei beiden Fragen wird häufig die Bevorzugung des Fahrrades genannt und der Wunsch, das Radwegenetz noch weiter auszubauen.

### Stated Choice Fragen

Wie bereits eingangs erwähnt handelt es sich bei *stated choice* Fragen um einen Wahlentscheid zwischen verschiedenen realen und hypothetischen Szenarien eines Vorganges, sei es wie in diesem Fall eine Ortsveränderung mit verschiedenen Verkehrsmitteln, oder im allgemeinen jede Situation, die eine Reihe von Alternativen zum Erreichen eines bestimmten Zieles bietet.

In dieser Befragung kommen zwei Varianten von Wahlentscheiden vor, Fragetyp 1 und 2.

**Fragetyp 1:**

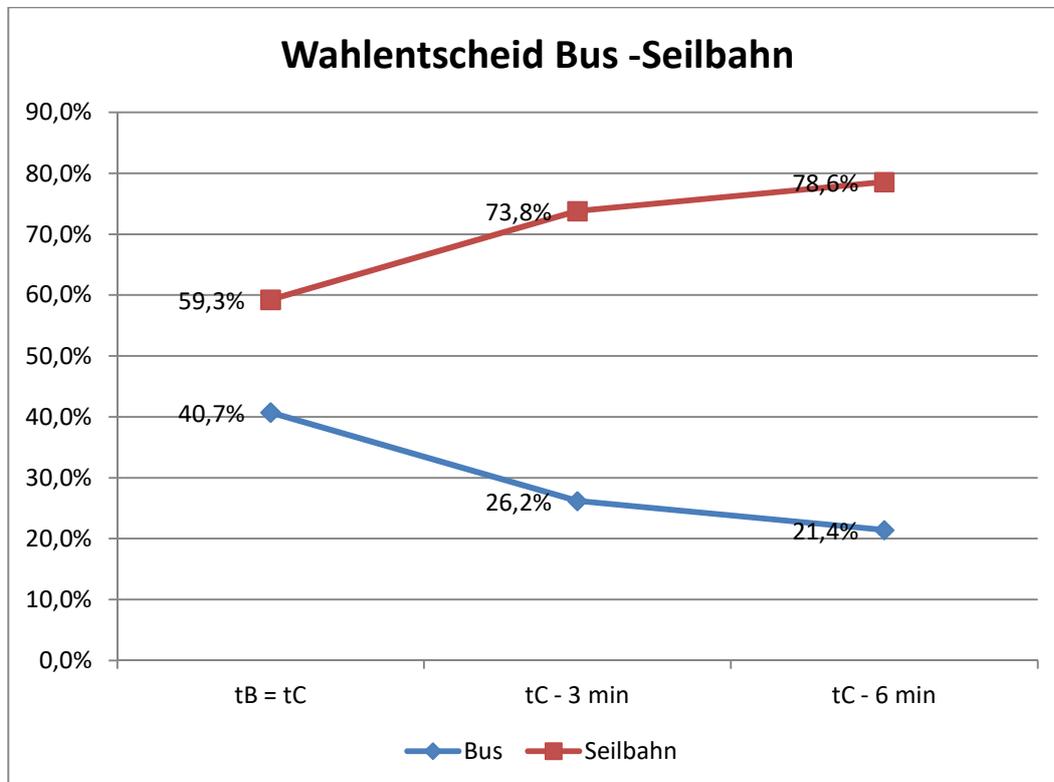
**Musterbeispiel Fragetyp 1:**

Zur Erreichung eines Ziels stehen Ihnen 2 Verkehrsmittel zu Verfügung.  
Für welches würden Sie sich entscheiden?

IHRE WAHLENTSCHEIDUNG	BUS	SEILBAHN
Fahrzeit (reine Fahrzeit im Verkehrsmittel)	10	5
Gehzeit (Zu-, Abgangs-, Gehzeit)	2	5
Wartezeit (reine Wartezeit)	3	0
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>15 Minuten</b>	<b>10 Minuten</b>
Ihre Wahl	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Abb. 58** Fragetyp 1

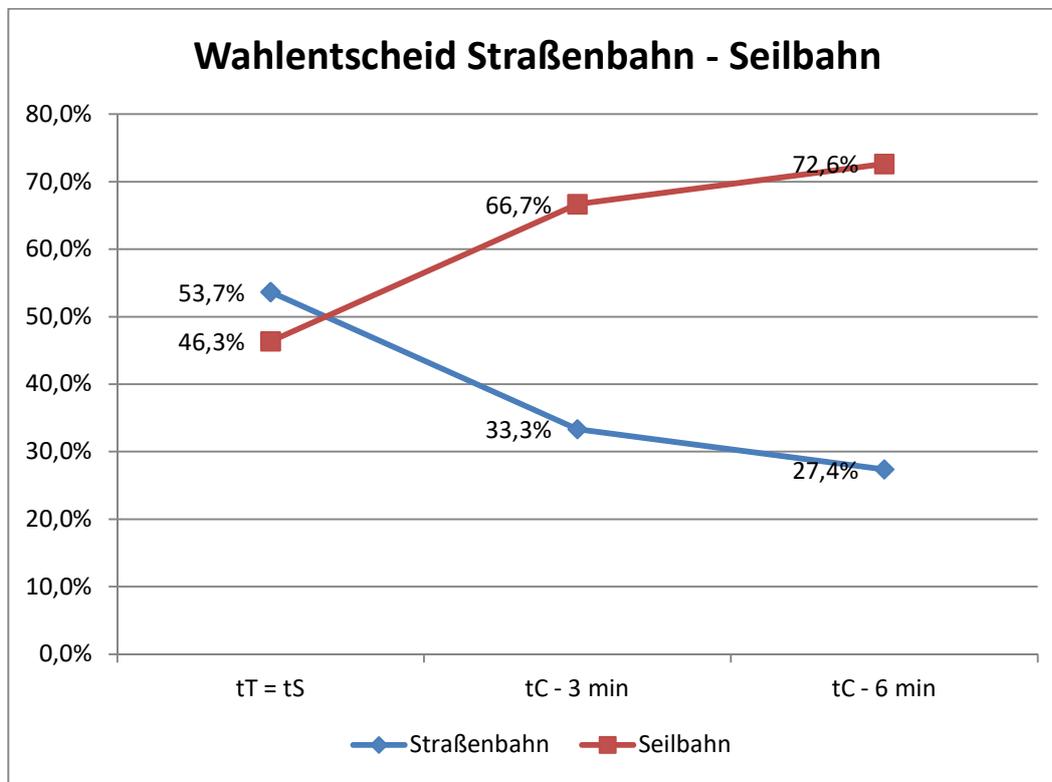
Der Fragetyp 1 ist eine Gegenüberstellung zweier Verkehrsmittel (Seilbahn-Bus, Seilbahn-Straßenbahn) anhand der Gesamtreisezeit, bzw. der Fahr-, Geh- und Wartezeit. Jede Verkehrsmittelkombination besitzt aufeinanderfolgend drei solche Fragen, wobei sie bei der ersten Frage über eine identische Gesamtreisezeit verfügen. Bei den zwei weiteren Fragen wird die Reisezeit der Seilbahn jeweils um drei Minuten verkürzt. Damit soll herausgefunden werden, ab welchem Reisezeitverhältnis die Seilbahn als die attraktivere Option gesehen wird.



**Abb. 59** Wahlentscheid Bus - Seilbahn

Man sieht, dass sich bereits bei gleicher Gesamtreisezeit ( $t_B$ ...travel time bus,  $t_c$ ...travel time cable car) 59% der Befragten für die Seilbahn entscheiden. Ein durchaus interessanter Wert, da sich

lediglich 48% für den Bau einer Seilbahn ausgesprochen haben. Sehr beachtlich ist auch, dass eine Zeitersparnis von 3 Minuten bereits einen Anstieg auf 74% bewirkt.



**Abb. 60** Wahlentscheid Straßenbahn - Seilbahn

Im Gegensatz zum Bus wird Straßenbahn bei gleicher Reisezeit leicht bevorzugt. Eine Erklärung dafür könnte der sogenannte *Schienenbonus* sein. In vielen Fällen hat es sich gezeigt, dass bei einer Umstellung von Bus auf Straßenbahn (bei gleichbleibender Fahrzeit, Streckenführung und Takt) Fahrgastzuwächse zu beobachten waren. Mögliche Erklärungen für diesen Effekt sehen Forscher z.B. im subjektiv erlebten Fahrkomfort und in den größeren Handlungsmöglichkeiten in der Bahn. Ein weiterer Ansatz könnte sein, dass die Streckenführung im Straßensbild gut sichtbar und damit einprägsamer ist und als zuverlässiger aufgefasst wird (Dziekán 2011). Es zeigt sich jedoch auch, dass die Reisezeit der entscheidendere Parameter ist, denn bereits eine um drei Minuten verkürzte Reisezeit bewirkt einen klaren Umschwung zugunsten der Seilbahn. Dieser fällt sogar deutlicher aus als beim Vergleich zwischen Bus und Seilbahn. Dort stieg bei einer Reduktion der Reisezeit um 3 Minuten die Wahlwahrscheinlichkeit der Seilbahn um 16%, bei der Gegenüberstellung von Seilbahn und Straßenbahn erhöht sie sich gleich um 21%.

### Fragetyp 2

Der Fragetyp 2 ist am umfangreichsten gestaltet (siehe Anhang A3). Er besteht aus vier Frageblöcken die jeweils einem Zielzweck zugeordnet sind (Arbeiten, Freizeit, Einkaufen, Sonstiges). Am Beginn jedes Blockes werden dem Probanden drei verschiedene Möglichkeiten (Auto, ÖV, Seilbahn) einer Ortsveränderung mit gleichen Anfangs- und Endpunkten vorgestellt. Danach folgen drei Wahlentscheide mit jeweils veränderten Reisezeiten, in denen es sich einmal zwischen allen drei Möglichkeiten zu entscheiden gilt und einmal ohne den Modus Pkw. Wie die Reisezeit, respektive die

Fahrzeit, Gehzeit und Wartezeit variieren, wird über einen Algorithmus gesteuert. Der Algorithmus basiert auf vierzehn verschiedenen *choice sets* (siehe Anhang B2). Diese *choice sets* legen die Veränderungen der Teilzeiten fest. Fahr- und Gehzeiten variieren jeweils um +/- 20%, die Wartezeit um +/- 2 Minuten.

Bei vier Zielzwecken und sechs Entscheidungen (3 ohne und 3 mit Auto) pro Zielzweck, stehen also 24 Wahlentscheide von jedem Probanden für die Auswertung zur Verfügung. Multipliziert mit allen 85 vollständig ausgefüllten Fragebögen ergibt dies 2040 Wahlentscheide. Diese Daten sind dazu gedacht das Verkehrsmodell an den neuen Modus Seilbahn anzupassen (Kapitel 6.1.3 Nutzenfunktion).

## 6 Verkehrsmodellgestützte Nachfragepotentialermittlung

Ein Primärziel der SP-Befragung ist die Generierung von Daten zur Implementierung der Seilbahn in das bestehende kalibrierte Verkehrsmodell der Stadt Graz. Nach einer allgemeinen Beschreibung von Verkehrsmodellen (Kapitel 6.1) wird in Kapitel 6.1.3 die Vorgehensweise bei der verkehrsmodellgestützten Nachfragepotentialermittlung behandelt.

### 6.1 Verkehrsmodelle

Die Aufgabe von Verkehrsmodellen besteht in der idealisierten Nachbildung der Wirklichkeit, wobei versucht wird, diese Wirklichkeit mit erklärenden und prognostizierbaren Größen zu beschreiben. Voraussetzung für die Brauchbarkeit solcher Modelle ist, dass sie die Wirkungszusammenhänge richtig und hinreichend genau wiedergeben (Fellendorf 2007).

Ein Hauptunterscheidungsmerkmal dieser Modelle stellt das Aggregationsniveau dar. **Makroskopische (aggregierte)** Modelle basieren auf den beobachteten Beziehungen von Verkehrsteilnehmergruppen, oder durchschnittlicher Eigenschaften auf Verkehrszellenebene. Im Gegensatz dazu basieren **mikroskopische (disaggregierte)** Modelle auf den getroffenen Entscheidungen von Einzelpersonen oder Haushalten (Ortúzar/Willumsen 2011). Diese Art von Modellbeziehung hat sich in den letzten Jahren durchgesetzt<sup>55</sup>.

Die gebräuchlichste hierarchische Ordnung in Verkehrsmodellen stellt der sogenannte Vier-Stufen-Algorithmus dar (Abb. 61), mit den folgenden vier Modellstufen:

1. **Verkehrserzeugung:** Im ersten Planungsschritt der *Verkehrserzeugung* werden aus der Art und Anzahl der Aktivitäten der Verkehrsteilnehmer sowie vorhandenen Aktivitätenorten, die Quell- und Zielverkehrsaufkommen der einzelnen Verkehrsbezirke ermittelt<sup>56</sup>.
2. **Verkehrsverteilung:** Die nächste Stufe beschäftigt sich mit der Aufspaltung des Quellverkehrsaufkommens der einzelnen Verkehrsbezirke und ordnet diese einem Zielverkehrsbezirk zu. Unter *Verkehrsverteilung* versteht man also die Zielwahlentscheidung der Verkehrsteilnehmer.
3. **Verkehrsaufteilung:** Nachdem die Verkehrsströme bekannt sind, werden diese nun in der *Moduswahl*, oder auch *Verkehrsaufteilung* genannt, den zur Verfügung stehenden Verkehrsmitteln zugordnet. Entweder in einen bimodalen Split (MIV und ÖV) oder in einen multimodalen Split (ÖV, Pkw, Rad, Fuß, etc.). Diese Arbeit befasst sich hauptsächlich mit der Verkehrsaufteilung, weshalb später noch detailliertere Erläuterungen zu Verkehrsaufteilungsmodellen folgen.
4. **Verkehrsumlegung:** Schlussendlich werden im letzten Schritt, der Verkehrsumlegung, die aus der Verkehrsstrommatrix vorliegenden Verkehrsströme auf die im Verkehrsnetz plausiblen

---

<sup>55</sup> vgl.: Hensher/Button(2008) S 50

<sup>56</sup> vgl.: Lohse 2011, S.236

Routen verteilt. Es gilt also alle möglichen Routen für eine Ortsveränderung zu ermitteln und danach das Wahlverhalten der Verkehrsteilnehmer abzubilden<sup>57</sup>.

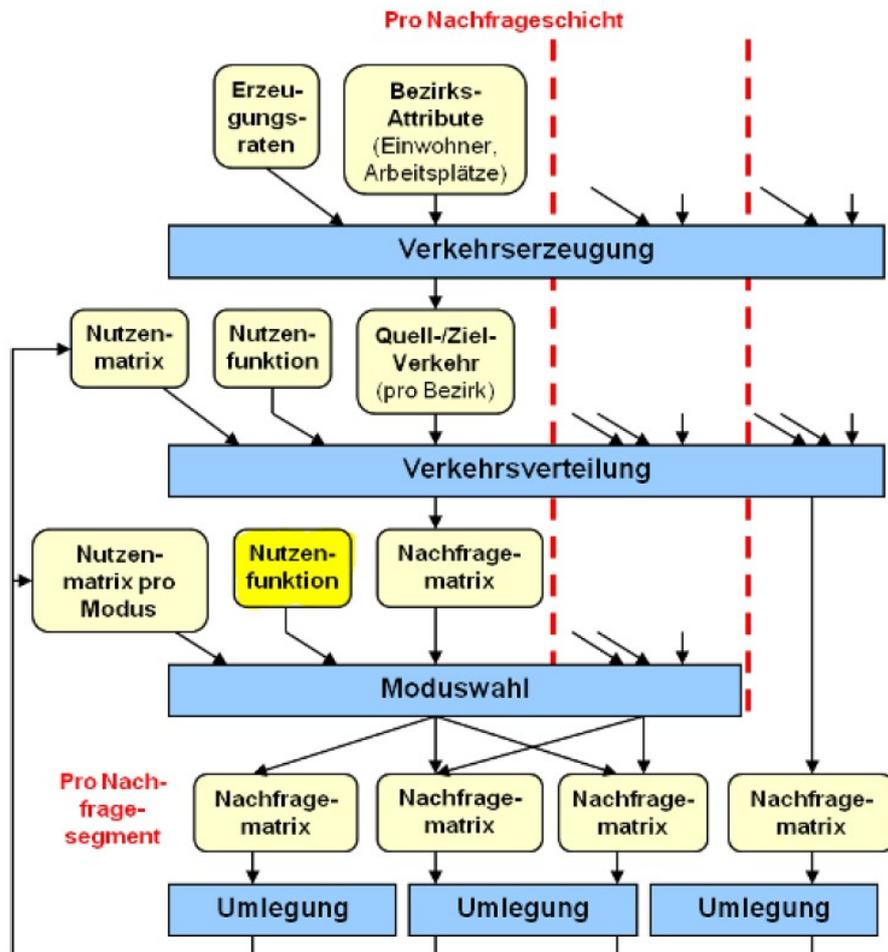


Abb. 61 Integriertes Vier-Stufen-Modell in Visum (PTV AG 2013)

### 6.1.1 Verkehrsaufteilungsmodelle (Verkehrsmoduswahl)

Mit Hilfe der Verkehrsaufteilungsmodelle wird die Wahl der Verkehrsmittel (MIV, ÖV, Rad, Fuß, Park&Ride etc.) der Verkehrsteilnehmer nachvollzogen und somit die Anteile der Verkehrsarten an einem Verkehrsaufkommen bzw. Verkehrsstrom einer Verkehrsstrommatrix bestimmt.

Die Verkehrsaufteilung modelliert ein komplexes Verkehrsgeschehen, bei dem die Personen die Verkehrsmittel auf Basis von alternativen Entscheidungen treffen. Diese werden beeinflusst von (Schnabel/Lohse 2011):

<sup>57</sup> vgl.: Fellendorf(2012) S 74

- Faktoren der Verkehrsmittel
  - lokales und zeitliches Verkehrsmittelangebot,
  - Reisezeiten,
  - Komfort,
  - spezielle Einsatzbedingungen (Zugfolgezeit, Parkmöglichkeit,...),
  - Kosten für Verkehrsteilnehmer,
- Faktoren des Verkehrsteilnehmers
  - allgemeiner Lebensstandard,
  - Einkommen,
  - Verkehrsmittelbesitz, Verkehrsmittelverfügbarkeit, Wahlfreiheit bzw. Gebundenheit der Verkehrsmittelwahl,
  - Alter, physische und psychologische Leistungsfähigkeit, sowie von
- Faktoren der jeweiligen Ortsveränderung im Untersuchungsgebiet, wie
  - Zweck der Ortsveränderung,
  - Lagegunst der Verkehrsquelle und des Verkehrsziels,
  - Verkehrswege- und Verkehrsmittelangebot einschl. des Aufwandes (Netzstruktur, Zeitaufwand, Kosten u. a.).

Ein Problem das insbesondere bei Verkehrsmoduswahlmodellen auftritt besteht in der Frage, ob die Verkehrsmoduswahl erst nach der Zielwahl oder bereits davor erfolgt, wie viele Alternativen zur Verfügung stehen und ob nicht letztlich Verkehrsteilnehmer auf die Benutzung eines Verkehrsmittels angewiesen oder subjektiv festgelegt sind (Fellendorf 2012). Dies ist der Grund dafür, dass sich die zwei Methoden des *Trip-End-* und des *Trip-Interchange-Ansatzes* entwickelt haben. Die bis hierher beschriebene Reihenfolge des Vier-Stufen-Modells stellt das Trip-Interchange-Modell dar. Im Gegensatz dazu werden beim Trip-End-Ansatz die Stufen Verteilung und Aufteilung umgekehrt. Der Verkehrsteilnehmer trifft also die Entscheidung welches Verkehrsmittel er benutzt vor der Zielwahl, diese ist also modusabhängig. Die Aufteilung des Verkehrs auf die Verkehrsmittel ist daher auch von den Eigenschaften des Verkehrssystems abhängig (Zemlin 2004). Grundlegend ist die sequentiell und unabhängige Kalkulation der Verkehrsver- und -aufteilung, sowie die Verwendung methodisch unterschiedlicher Modellierungsansätze skeptisch zu betrachten. Die Unabhängigkeit der Berechnung ist abzulehnen da davon auszugehen ist, dass Ziel- und Verkehrsmittelwahl in vielen Fällen von den Verkehrsteilnehmern nicht unabhängig voneinander getroffen werden. Die sequentielle Berechnung führt außerdem zu dem Problem, dass im Rahmen der Zielwahl bei Trip-Interchange-Modellen keine nach Verkehrsmitteln differenzierten Aufwandsgrößen herangezogen werden können. Somit muss für die Zielwahl eine Aufwandsgröße bestimmt werden, die für alle Verkehrsmittel als gleich angenommen werden kann (z.B. Luftlinienentfernung). Aus den oben genannten Gründen wurden in der Vergangenheit Modelle entwickelt, die eine simultane Ziel- und Verkehrsmittelwahl berechnen (Winkler 2012).

Weiters unterscheidet man nach der Art und Weise, wie das Verhalten des Entscheidungsträgers abgeschätzt wird. Nicht verhaltenstheoretische Modelle versuchen über mehr oder weniger plausible Ad-hoc-Annahmen die Nachfrage nach einzelnen Verkehrsmitteln abzubilden. Die Entscheidung zur Aufnahme einer Variablen in das Modell hängt oft nur davon ab, ob sie zur Abbildung einer politischen Maßnahme und deren Wirkung auf den Modal Split erforderlich ist (Bühler 2006). Die Modelle liefern zwar innerhalb einer gewissen Bandbreite brauchbare Ergebnisse, es bleibt aber eine große Fehlerkomponente. Kritisch ist vor allem zu sehen, dass dem einzelnen Verkehrsteilnehmer in den Modellen kein Verhaltensspielraum zugestanden wird (Zemlin 2004).

Wie bereits angesprochen, wird in diesem Fall vom Institut für Verkehrswesen der TU Graz, die Software VISUM der PTV AG (PTV AG 2013) verwendet.

VISUM bietet derzeit vier Verfahren der Nachfragemodellierung an:

- Standard-Vier-Stufen-Modell
- EAV-Modell Personenverkehr
- Aktivitätenketten-basiertes Modell (VISEM)
- Tourenbasierter Wirtschaftsverkehr

### 6.1.2 Wahltheorie

Für die Untersuchung des Verkehrsverhaltens und einer Schätzung entsprechender Parameter bieten sich Entscheidungsmodelle nach der diskreten Wahltheorie mit individueller Nutzenmaximierung an.

Die Modelle der diskreten Wahltheorie beschreiben alternative Entscheidungen auf der Basis der unterschiedlichen Merkmale der konkurrierenden Alternativen (Lohse/Schnabel 2011). Diese Theorie stützt sich auf die Annahme, dass der Verkehrsteilnehmer als homo oeconomicus agiert und sich für diejenige Variante entscheidet, welche ihm sowohl objektiv (deterministisch) als auch subjektiv (stochastisch) den größten *Nutzen* bringt. Demnach wird jenes Verkehrsmittel gewählt, welches für den Entscheidungsträger den größten Nutzen aufweist.

### 6.1.3 Nutzenfunktion

Aus einerseits messbaren Einflussfaktoren wie der Reisezeit oder Reisekosten und eventuell auch weichen Faktoren wie Reisekomfort, muss eine Nutzenfunktion definiert werden. Um die unterschiedlichen Fortbewegungsmodi auf mathematischer Ebene vergleichbar zu machen, wird die sogenannte Nutzenfunktion deklariert. Die zwei typischsten Erscheinungsbilder dieser Funktion sind die lineare und nichtlineare Nutzenfunktion(Lohse/Schnabel 2011):

Lineare Nutzenfunktion:

$$u = \beta_0 + \sum_{t \in T} \beta_t * X_t \quad (6 - 1)$$

Nichtlineare Nutzenfunktion:

$$u = c * \prod_{t \in T} X_t^{\alpha_t} \quad (6-2)$$

$u$	Nutzen
$\beta_0, \beta_t, c, \alpha_t$	Konstanten
$X_t$	Einflussgrößen

Die X-Werte bilden die deterministischen Einflussgrößen welche mit den Konstanten  $\beta$ ,  $\alpha$  und  $c$  zum Nutzen transformiert werden. Diese Einflussgrößen sind in der Regel messbare Größen der Ortsveränderungen im Straßenverkehr wie z.B. die Reisezeit oder die Bedienungshäufigkeit, sie können aber im Prinzip frei gewählt werden. Durch die Transformation werden die verschiedenen Werteinheiten der Einflussgrößen überhaupt erst vergleichbar. Wie bereits erwähnt ist ein Ziel dieser Arbeit die Anpassung einer Nutzenfunktion an Veränderungen der Infrastruktur. Da die bestehende Nutzenfunktion eine lineare Form besitzt, wird im Folgenden der lineare Ansatz der Nutzenfunktion behandelt. Diese Linearität wird bevorzugt, da die Schätzung der Parameter wesentlich einfacher ausfällt als bei nichtlinearen Termen und somit Standardverfahren und Programme verwendet werden können. Um die Realität besser abbilden zu können, hat zwar die übergeordnete Nutzenfunktion eine lineare Form, der Einflussgröße  $X$  kann jedoch ein nichtlinearer Term zugrunde liegen. Diese interne Nichtlinearität erlaubt es, trotz linearer Parameter  $\beta_i$  eine nichtlineare Beziehung zwischen dem Nutzen und der Einflussgröße herzustellen<sup>58</sup>.

Nutzenfunktion mit linearen Parametern und Einflussgrößen:

$$U = \beta_0 + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2 + \dots + \beta_i * X_i \quad (6-3)$$

↓

Nutzenfunktion mit linearen Parametern aber nicht linearen Einflussgrößen:

$$U = \beta_0 + \beta_1 * f(X_1) + \beta_2 * f(X_2) + \dots + \beta_i * f(X_i) \quad (6-4)$$

Welche Einflussgrößen verwendet werden ist nicht festgelegt sondern wird von den jeweiligen Gegebenheiten und Ansprüchen der Planer festgelegt. Im gegebenen Fall hat die Nutzenfunktion die Form der Gleichung 6-5. Die Formel stellt den Nutzen dar, den ein Verkehrsteilnehmer einer Verhaltensgruppe  $n$ , im öffentlichen Verkehr, bei einer Ortsveränderung von der Verkehrszelle  $i$  zur Zelle  $j$  hat. Der Parameter  $\beta_0$  ist eine alternativspezifische Konstante welcher bei Bedarf herangezogen werden kann um z.B. globale Bevorzugungen für ein Verkehrsmittel oder andere Einflüsse, welche nicht in der Funktion abgebildet werden können, berücksichtigt.

---

<sup>58</sup> vgl.: Lohse/Schnabel 2011, S 181

$$U_{ij,\ddot{O}V,n} = \beta_{0,n} + \beta_{1,n} * RZ + \beta_{2,n} * ZUAB + \beta_{3,n} * BDH \quad (6-5)$$

$U_{ij,\ddot{O}V,n}$	Gesamtnutzen für eine ÖV-Verbindung der Personengruppe n
$\beta_{1-4,n}$	Faktoren in Abhängigkeit der Personengruppe n
RZ	Reisezeit (angepasst)
ZUAB	Zu-/Abgangszeit an Start-/Endhaltestelle
BDH	Bedienungshäufigkeit (ÖV-Verbindungen zwischen Bezirken/h)

Die Einflussgrößen X können sowohl nominal als auch kardinal skaliert sein. Nominal skalierte Größen wie die Reisezeit [min] werden als solche verwendet, wobei folglich der Faktor  $\beta$  den Kehrwert der Einheit [ $\text{min}^{-1}$ ] trägt und somit der Nutzen einheitslos verbleibt. Für kardinal skalierte Daten kann es notwendig sein stellvertretende Variable einzuführen, welche qualitative Faktoren zu rechenbaren Größen umformen. Die einfachste Ausprägung wäre in diesem Fall die Zuweisung der dichotomen Werte 0 und 1 für z.B. männlich und weiblich. Häufig werden dichotome Werte eingesetzt wenn Nutzenfunktionen für alle Alternativen gleich formuliert werden und somit einzelne Terme, welche für die jeweilige Alternative nicht relevant sind, inaktiv gestellt werden müssen.

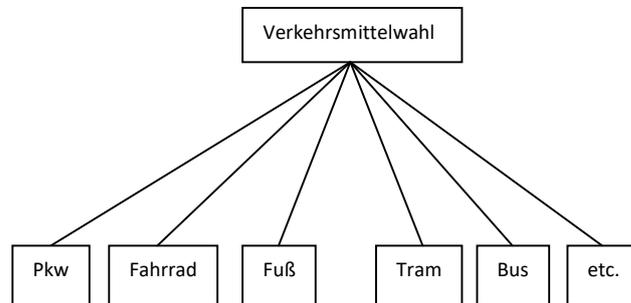
Die Größenordnung des Wertes welcher sich schlussendlich für den Nutzen ergibt ist unerheblich, da lediglich das Verhältnis zu anderen Alternativen ausschlaggebend ist und der Verkehrsteilnehmer sich (Ann.) für den größeren Wert entscheidet. Somit bietet es sich an ein Verkehrsmittel als Basis zu definieren und die Funktionen aller anderen Verkehrsmittel in Relation zu dieser zu formulieren.

## 6.2 Verkehrsmodellgestützte Nachfragepotentialermittlung

Die Nachfrageberechnung stützt sich auf die zuvor besprochenen Nutzenfunktionen. Im Verkehrsmodell besteht bereits eine kalibrierte Nutzenfunktion für den herkömmlichen ÖV. Um diese Kalibrierung zu erhalten, wurde ein Ansatz gewählt bei welchem die Nutzendefinition der Seilbahn in Abhängigkeit zur kalibrierten Nutzendefinition des herkömmlichen ÖV dargestellt wird. Der neue Modus Seilbahn weist durch seine ständige Verfügbarkeit (Bedienungshäufigkeit, Wartezeiten,...) deutliche Unterschiede zu den traditionellen ÖV-Verkehrsmitteln (Zug, Straßenbahn, Bus) auf. Um die Unterschiede der verschiedenen Modi besser im Verkehrsmodell abzubilden, wurde das bestehende *Multinominale Logit Modell* (MNL) der Verkehrsmittelwahl, durch ein *Nested Logit Modell* ersetzt.

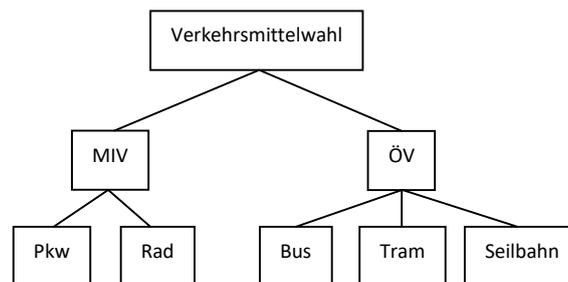
Im MNL-Modell werden alle Auswahlwahrscheinlichkeiten ungeordnet nebeneinander berechnet. Dadurch, dass alle Ströme im Logit-Modell unabhängig voneinander sind, dürfen sie nicht durch die Existenz anderer Alternativen beeinflusst werden, das Verhältnis darf nur von den eigenen Attributen der Alternative bestimmt sein. Diese Eigenschaft wird *Independence from Irrelevant Alternatives* (IIA) genannt. Das bedeutet, dass das Verhältnis der Auswahlwahrscheinlichkeit zweier Alternativen unabhängig von der Verfügbarkeit einer Weiteren ist. Dies ist einerseits eine wünschenswerte Eigenschaft eines Entscheidungsmodells, restringiert dieses jedoch andererseits, da es auf manche Fragestellungen mit dieser Eigenschaft nicht mehr anwendbar ist (Krause 2012). Es führt in manchen Fällen zu dem bekannten „red bus - blue bus Paradoxon“. Dies beschreib ein Szenario von drei Wahlmöglichkeiten bei welchem zwei, abgesehen von der Farbe, praktisch identisch sind (red bus = blue bus). Nehmen wir an, der dritte Modus ist der Pkw, dann sollte im einfachsten Fall die

Auswahlwahrscheinlichkeit  $P_{\text{Pkw}}$  50 %,  $P_{\text{red bus}}$  25 % und  $P_{\text{blue bus}}$  25 % betragen. Durch die IIA Eigenschaft des Modells wird jedoch eine Auswahlwahrscheinlichkeit von  $P_{\text{Pkw}} = P_{\text{red bus}} = P_{\text{blue bus}} = 33\%$  berechnet.



**Abb. 62** MNL-Modell

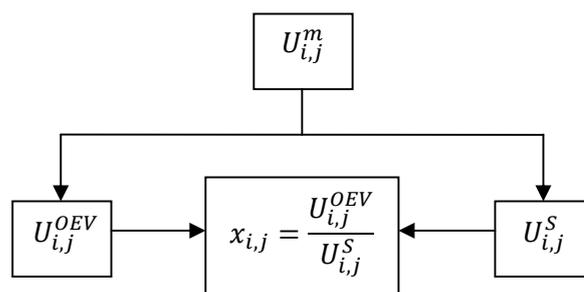
Im Gegensatz dazu ist die Erweiterung des MNL-Modells, das Nested-Logit-Modell hierarchisch gegliedert. Hierarchisch bedeutet, dass die Verzweigungen der Wahlebenen eigenständige „Gewichte“ besitzen, die sich nicht alleine aus den Gewichten der darunter liegenden Ebenen und Verzweigungen erklären (Lohse/Schnabel 2011).



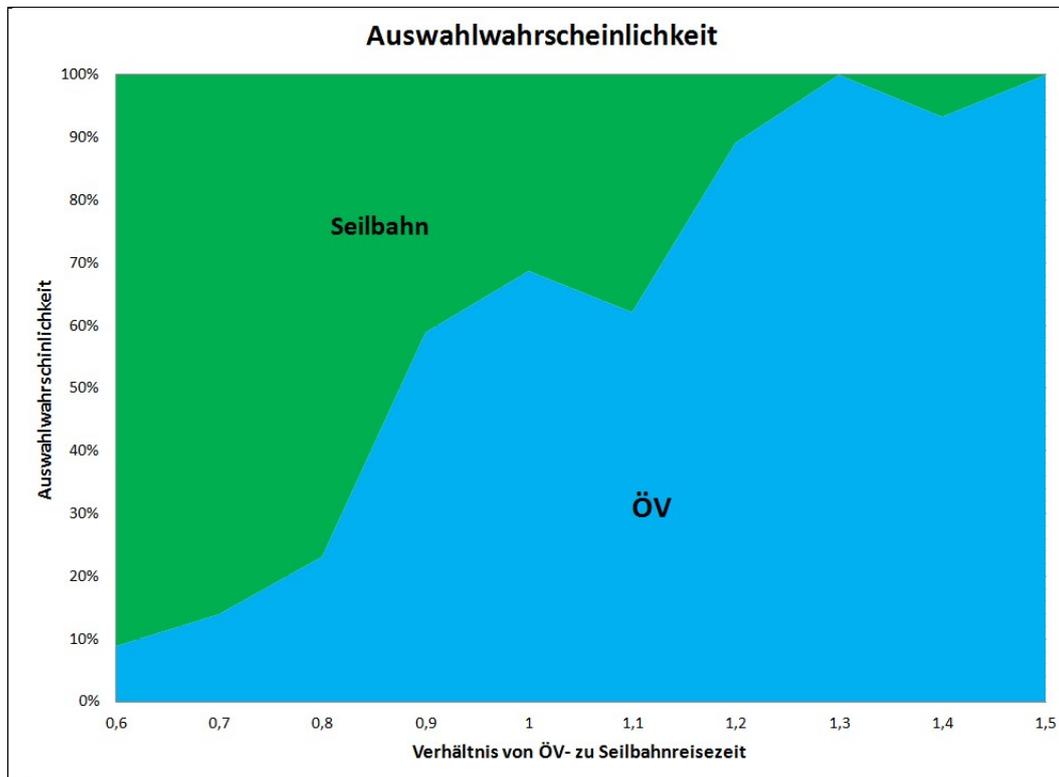
**Abb. 63** Nested-Logit-Modell

### 6.2.1 Berechnung des Nutzenverhältnisses

Als Ausgangspunkt betrachten wir also die kalibrierte Nutzenfunktion des ÖV ( $U_{i,j}^m$ ) im Verkehrsmodell Graz (Formel 6-5). Mit dieser Formel wird für ein fiktives Beispiel ein Nutzen ÖV ( $U_{i,j}^{OE\dot{V}}$ ) und ein Nutzen Seilbahn ( $U_{i,j}^S$ ) berechnet, wobei für den Nutzen Seilbahn die Bedienungshäufigkeit und die Reisezeit angepasst werden. Aus der Division dieser Beiden resultiert das Nutzenverhältnis ( $x_{i,j}$ ) für eine Quell-Ziel Verbindung.



Die Auswahlwahrscheinlichkeit für den herkömmlichen ÖV und die Seilbahn wurde aus der Stated Response Befragung ermittelt und über dem Nutzenverhältnis (hier nur Gesamtreisezeit) aufgetragen (Abb. 64).



**Abb. 64** Auswahlwahrscheinlichkeit

Auf Basis dieser Daten wird in Kapitel 6.2.2 durch eine Regressionsanalyse die Verteilungsfunktion ( $f_{Reg.}$ ) der Auswahlwahrscheinlichkeit abgeschätzt. Mit ihrer Hilfe kann nun die Auswahlwahrscheinlichkeit für den ÖV ( $P_{\text{ÖV}}$ ) und die Seilbahn ( $P_S$ ) rechnerisch ermittelt werden.

$$P_{\text{ÖV}}(x_{i,j}) = f_{Reg.}(x_{i,j}) \quad (6-6)$$

$$P_S(x_{i,j}) = 1 - P_{\text{ÖV}}(x_{i,j}) \quad (6-7)$$

Innerhalb des späteren ÖV-Nestknotens folgt die Auswahlwahrscheinlichkeit den MNL Eigenschaften und ist von den jeweiligen Nutzen ( $U_j$ ) abhängig (Haberl 2016).

$$\frac{P_{\text{ÖV}}}{P_S} = e^{\beta(U_{\text{ÖV}} - U_S)} \quad (6-8)$$

Die Konstante  $\beta$  wird in diesem Fall auf 1 normalisiert, somit ergibt sich der funktionale Zusammenhang des Seilbahnnutzens in Abhängigkeit der kalibrierten Nutzendefinition des traditionellen ÖVs (Haberl 2016).

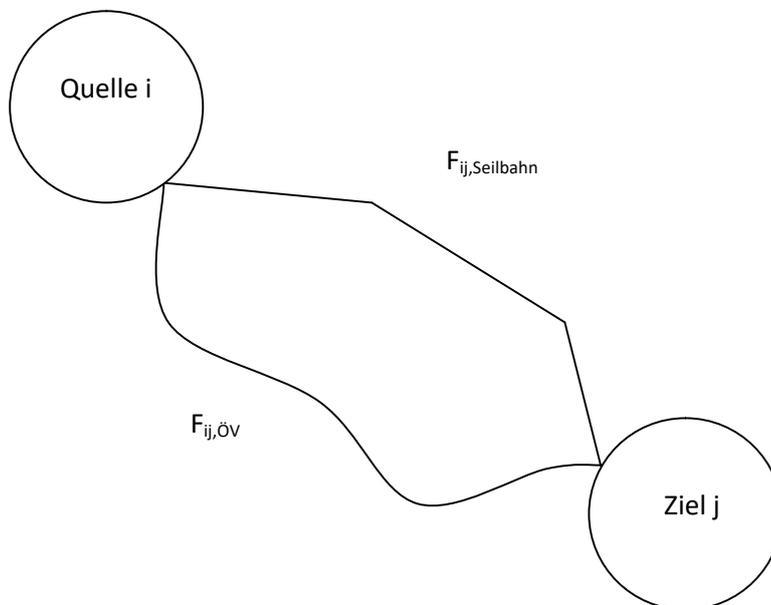
$$U_{Reg.i,j}^S = U_{i,j}^{\ddot{O}V} - \ln \frac{P_{\ddot{O}V}(x_{i,j})}{P_S(x_{i,j})} \quad (6-9)$$

Sowie das Verhältnis zwischen dem bisherigen Nutzen ÖV und dem auf der Regressionsanalyse basierenden Seilbahnnutzen ( $\Delta U_{i,j}^S$ ).

$$\Delta U_{i,j}^S = \frac{U_{i,j}^S}{U_{Reg.i,j}^S} \quad (6-10)$$

### Beispiel Verkehrsmittelwahl

In folgenden zwei Beispielen wird der zuvor erklärte Formelapparat zur Berechnung der Auswahlwahrscheinlichkeit zwischen Seilbahn und herkömmlichen ÖV verwendet. Im ersten Beispiel wird von einem Szenario ausgegangen, in welchem die Seilbahn und der ÖV die gleiche Reisezeit aufweisen. Im zweiten Beispiel besitzt die Seilbahn einen Zeitvorteil von 3 Minuten. Als Funktion für die Auswahlwahrscheinlichkeit wurde die Normalverteilungsfunktion (6-15) aus dem folgenden Kapitel 6.2.2 herangezogen.



Modus	Reisezeit [min]	Auswahlwahrscheinlichkeit
1. Beispiel		
ÖV	20	63 %
Seilbahn	20	37 %
2. Beispiel		
ÖV	20	55 %
Seilbahn	17	45 %

## 6.2.2 Regressionsanalyse

Die Regressionsanalyse dient der Analyse von Beziehungen zwischen einer abhängigen und einer oder mehreren unabhängigen Variablen. Sie wird benutzt um Zusammenhänge quantitativ zu beschreiben und sie zu erklären, sowie Werte der abhängigen Variablen zu schätzen bzw. zu prognostizieren (Backhaus 2015).

In diesem Fall wird der Zusammenhang zwischen der Auswahlwahrscheinlichkeit für ein Verkehrsmittel und der Reisezeit untersucht.

Regressionsanalyse	
abhängige Variable: Auswahlwahrscheinlichkeit ÖV/Seilbahn y	unabhängige Variable: Verhältnis der Reisezeit ÖV/Seilbahn x

Der primäre Anwendungsbereich der Regressionsanalyse ist die Untersuchung von Kausalbeziehungen (Ursache- Wirkungs- Beziehung), die wir auch als *Je- Desto*-Beziehung bezeichnen können. Im einfachsten Fall lässt sich eine solche Beziehung zwischen zwei Variablen wie folgt ausdrücken (Backhaus 2015):

$$y = f(x) \quad (6-11)$$

Wenn kein deterministisches Modell wie in (6-11) zugrunde liegt sondern ein stochastisches, wird die Beziehung

$$y = f(x) + \varepsilon \quad (6-12)$$

verwendet, wobei  $\varepsilon$  eine Zufallsvariable (Störgröße) ist, in der vielfältige und im Einzelnen nicht beobachtbare Einflussgrößen zum Ausdruck kommen. Darüber hinaus liegt bei vielen Problemen keine monokausale Beziehung vor, sondern die zu untersuchende Variable  $y$  wird durch zahlreiche Größen beeinflusst. Dies lässt sich formal wie folgt ausdrücken (Backhaus 2015):

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_J) \quad (6-13)$$

Bei (6-11) handelt es sich um eine sogenannte *einfache Regression* und bei (6-13) um eine *multiple Regression*.

Im gegebenen Fall kann die deterministische Beziehung und einfache Regression verwendet werden da es nur eine unabhängige Variable gibt und die Datenaufbereitung an sich bereits Vermutungen auf einen kausalen Zusammenhang zulassen.

Folgend wird die Vorgehensweise der Regressionsanalyse beschrieben:

### Schritt 1: Formulierung des Modells und Prüfung der Grundvoraussetzungen

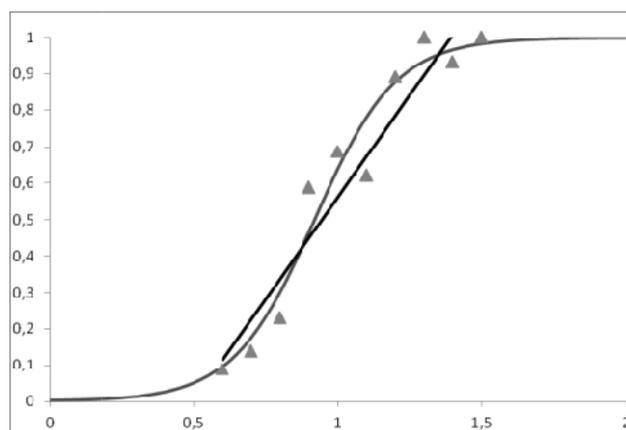
Anfänglich stellt sich die Frage ob ein lineares Modell ausreicht oder ob auf Funktionen höherer Ordnung zurückgegriffen werden muss. Die Standardvariante wäre mit Hilfe der einfachen Formel für eine lineare Regression

$$\hat{y} = b_0 + b_1 * x \quad (6-14)$$

den abhängigen Parameter  $y$  zu schätzen.

- $\hat{y}$  Schätzung der abhängigen Variable  $y$
- $b_0$  konstantes Glied
- $b_1$  Regressionskoeffizient
- $x$  unabhängige Variable

Aus Erfahrungen in der Verkehrsplanung ist jedoch bekannt, dass für Wahlentscheidungen mit völliger Wahlfreiheit und der Reisezeit als einzigem Entscheidungskriterium, die Gruppe Exponentialfunktionen am besten geeignet ist. Es wurden eine Reihe von verschiedenen Funktionen mit Hilfe des Statistikprogramms R-Projekt und Matlab geprüft. Die Funktionen 6-15 bis 6-18 sind diejenigen, welche sich am geeignetsten erwiesen habe.



**Abb. 65** Beispiele für eine lineare und eine exponentielle Regression

Die *Normal-* oder *Gauß-Verteilungsfunktion* (Abb.)

$$\hat{y} = \frac{1}{2} * \left( 1 + \operatorname{erf} \frac{x - c}{\sqrt{2} * k} \right) \quad (6-15)$$

mit der Fehlerfunktion,

$$\operatorname{erf} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-\tau^2} d\tau \quad (6-16)$$

die Weibullfunktion (Abb.),

$$\hat{y} = 1 - e^{-(c*x)^k} \quad (6-17)$$

und die logistische Verteilungsfunktion (Logit-Funktion Abb. 68).

$$\hat{y} = \frac{1}{1 + e^{-(c*x)^k}} \quad (6-18)$$

- $\hat{y}$  Schätzung der abhängigen Variable  $y$
- $c, k$  Formparameter der Verteilungsfunktionen
- $x$  unabhängige Variable

## Schritt 2: Schätzung der Regressionsfunktion

Im zweiten Schritt der Regressionsanalyse werden die Konstanten der Regressionsfunktion berechnet. In diesem Fall geschah dies bereits im Zuge des ersten Schrittes bei der Auswahl der geeigneten Verteilungsfunktionen.

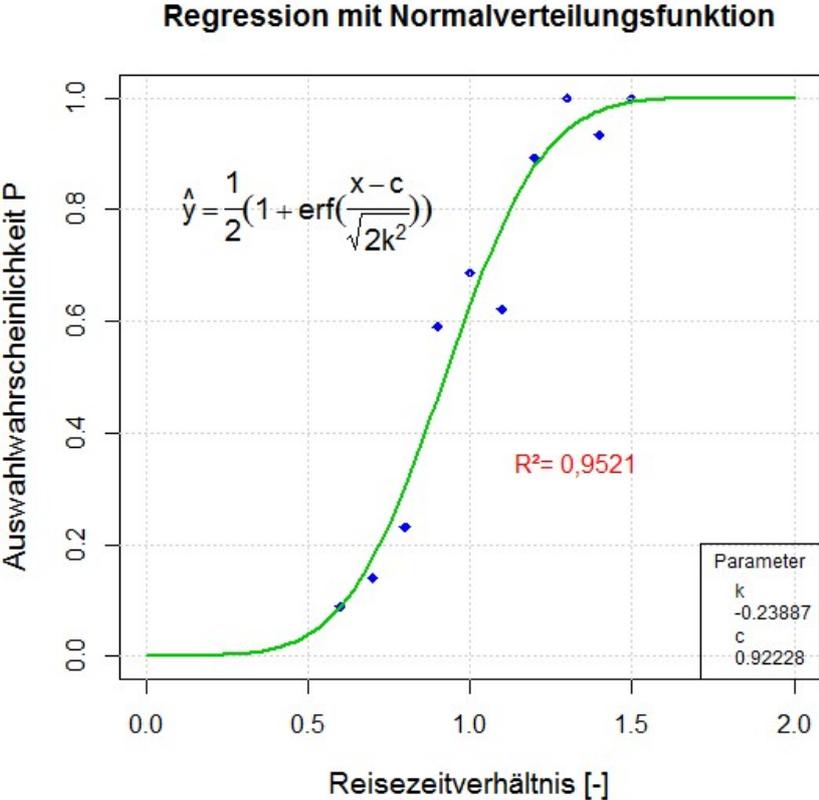
Als Gütemaß für die Abbildung der Verteilung durch die Verteilungsfunktionen wird das *Bestimmtheitsmaß*  $R^2$  herangezogen welche das Verhältnis der erklärten Streuung zur Gesamtstreuung darstellt. Das Bestimmtheitsmaß ist eine normierte Größe, dessen Wert zwischen Null und Eins liegt. Es ist umso größer, je höher der Anteil der erklärten Streuung an der Gesamtstreuung ist. Im Extremfall, wenn die gesamte Streuung erklärt wird, ist  $R^2 = 1$ , im anderen Fall  $R^2 = 0$  (Backhaus 2015).

Bestimmtheitsmaß:

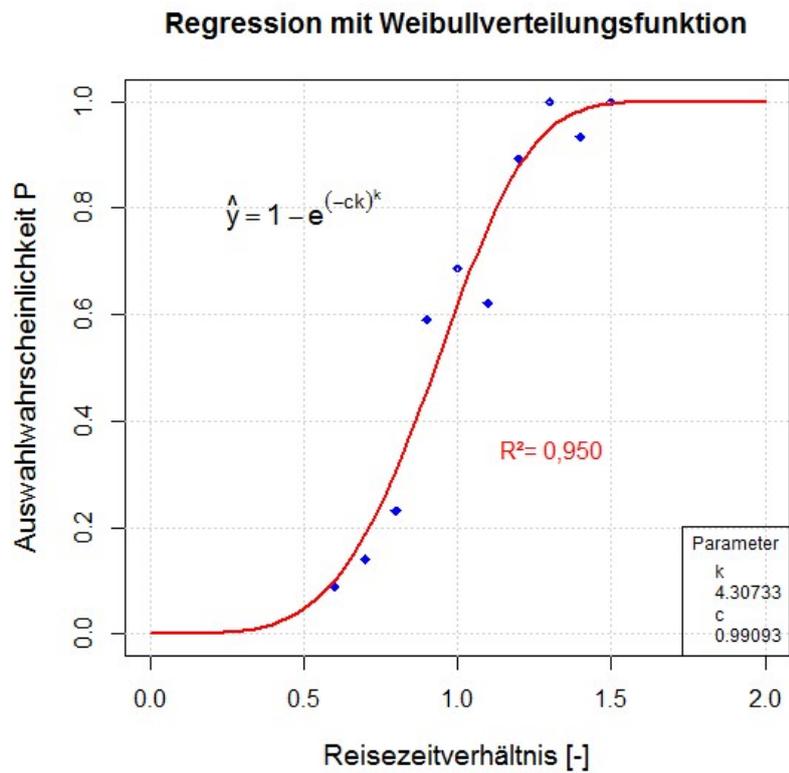
$$R^2 = \frac{\sum_{k=1}^K (\hat{y}_k - \bar{y})^2}{\sum_{k=1}^K (y_k - \bar{y})^2} = \frac{\text{erklärte Streuung}}{\text{Gesamtstreuung}} \quad (6-20)$$

- $K$  Anzahl der Werte der unabhängigen Variable
- $\hat{y}_k$  Schätzungen der abhängigen Variable
- $\bar{y}$  Mittelwert
- $y_k$  tatsächlicher Wert der abhängigen Variable

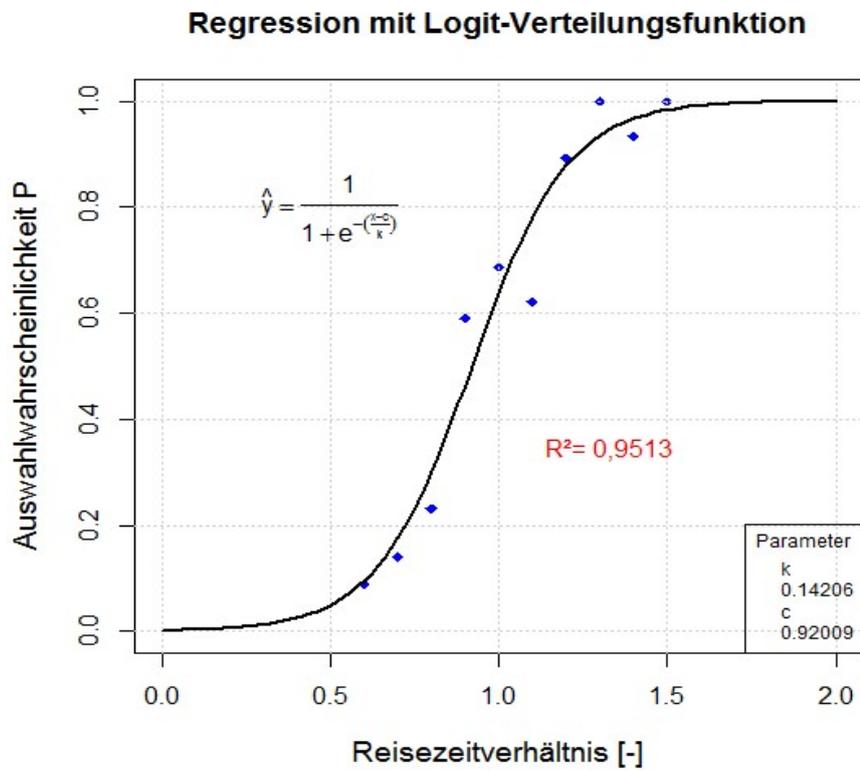
Folgend sind die Regressionskurven mit den errechneten Formparametern graphisch dargestellt.



**Abb. 66** Regression mit der Normalverteilungsfunktion



**Abb. 67** Regression mit der Weibullverteilungsfunktion



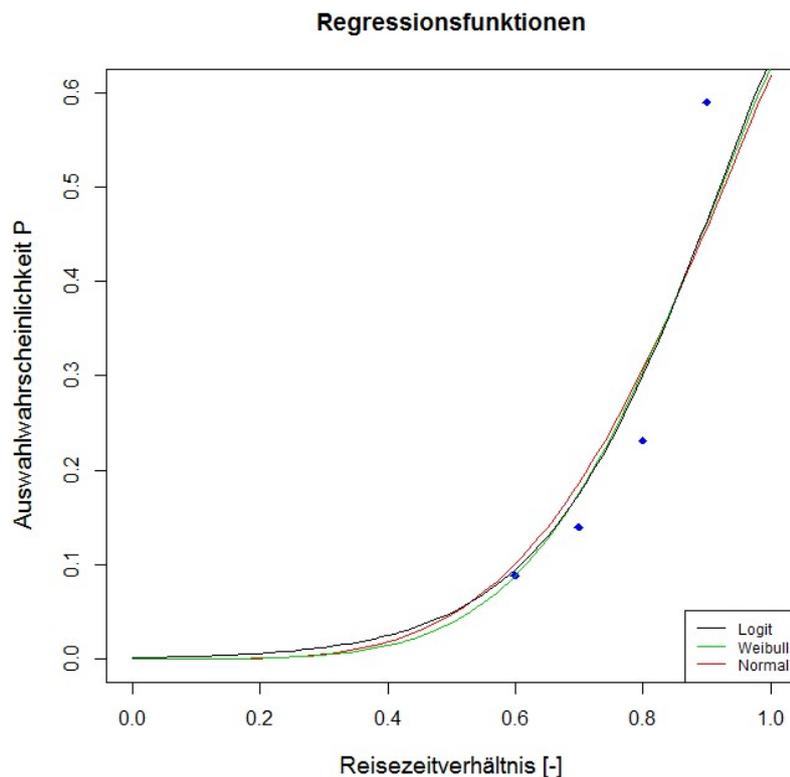
**Abb. 68** Regression mit der Logit-Verteilungsfunktion

#### Bestimmtheitsmaße:

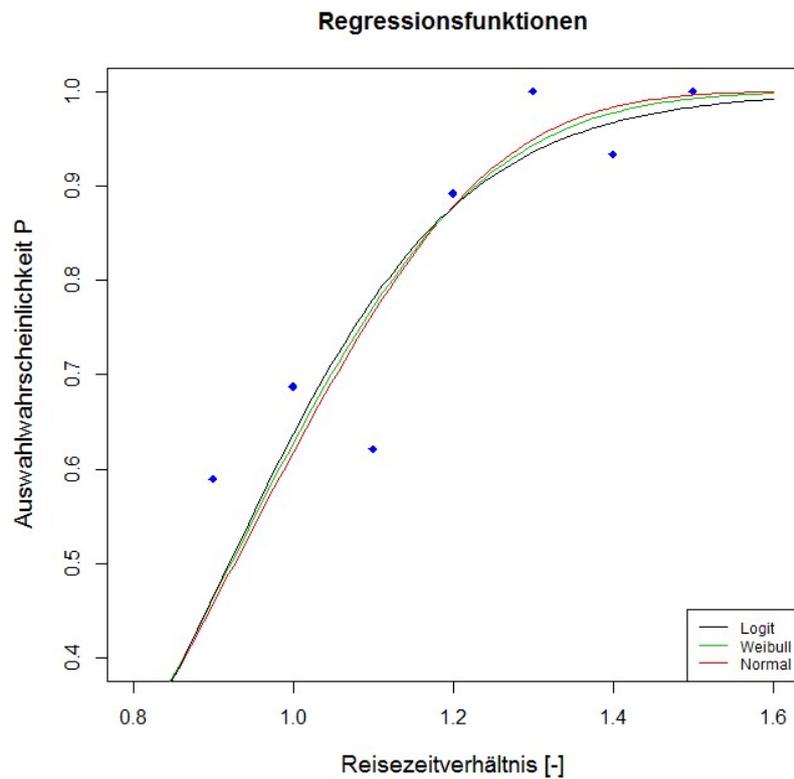
Normalverteilung	0,9521
Weibullverteilung	0,9500
Logit-Verteilung	0,9513

Zur Erinnerung, je weiter sich das Bestimmtheitsmaß dem Wert 1 nähert, desto besser bildet die Funktion den Verlauf der tatsächlichen Werte ab. Der genaue Vergleich zeigt, dass die Normalverteilungsfunktion die beste Abbildung darstellt. Der marginale Unterschied zwischen den Funktionen relativiert sich allerdings wenn man sich vor Augen führt, dass die Werte der unabhängigen Variable aus der Mobilitätsenerhebung bereits eine grobe Unschärfe besitzen. Der zu erwartende Fehler durch die geringe Stichprobenanzahl liegt bei über 10 % wodurch jede der drei Kurven als hinreichend genau betrachtet werden kann. Im weiteren Verlauf der Berechnung wird also die Normalverteilungsfunktion verwendet. Es sei jedoch angemerkt dass es ratsam sein kann, die Logit-, oder Weibull- Funktion zu verwenden da nicht alle Berechnungsprogramme die in der Normalverteilungsfunktion enthaltene *erf-Funktion* implementiert haben.

Die Abb. 69 und Abb. 70 zeigen eine vergrößerte Darstellung der Kurven im unteren und oberen Bereich.



**Abb. 69** Vergleich der Regressionsfunktionen



**Abb. 70** Vergleich der Regressionsfunktionen

Das Bestimmtheitsmaß ist in diesem Fall ausreichend und somit ist die Regressionsanalyse beendet. Für weiterführende Analysemethoden wie den F-Test zur Signifikanzanalyse zweier Variablen, oder den t-Test im Falle mehrerer Variablen, wird auf Werke wie jenes von Backhaus, K. (2015), *Multivariate Analysemethoden* verwiesen.

## 7 Resümee

Die Urbanisierung beschränkte sich in den letzten Jahrzehnten hauptsächlich auf Schwellen- und Entwicklungsländer, hat aber nun auch in vielen Städten Europas wieder Fahrt aufgenommen. Die Stadt Graz konnte alleine in den letzten beiden Jahren einen Bevölkerungszuwachs von beinahe 4 % verzeichnen und wird in den nächsten zwanzig Jahren ein Zuwachs um mehr als 20 % prognostiziert. Dieses Wachstum betrifft nicht nur das Stadtgebiet sondern setzt sich auch in den Randgemeinden fort. Daraus ergeben sich zwar einige Herausforderungen an die Stadtverkehrsplanung, die Verdichtung der Siedlungsstruktur bietet aber auch ideale Voraussetzungen für effizienten öffentlichen Verkehr. In diesem Sinne ist eine der verkehrspolitischen Leitlinien der Stadt Graz auf Ebene der Raumordnung eine „Stadt der kurzen Wege“ zu schaffen. Das Thema dichte Siedlungsstruktur führt uns auch zu einem der wichtigsten Aspekte, warum urbane Seilbahnen in die Diskussion zukünftiger Infrastrukturmaßnahmen einbezogen werden müssen, handelt es sich hierbei doch um eines der flächeneffizientesten Verkehrsmittel das auch bei schwierigen topographischen Verhältnissen mit geringen Investitionskosten zurande kommt. In Extremfällen mit sehr gebirgigem Gelände und extrem dichter unstrukturierter Bebauung (z.B.: La Paz, Caracas) kann eine Seilbahn sogar die einzig vernünftige Lösung darstellen. Ein Punkt in dem sich Schwellenländer und europäische Städte unterscheiden ist die Problematik der Überschwebung von Privatgrundstücken, welche noch rechtlicher Klärung bedarf. Auf jeden Fall sind Seilbahnen sehr gut dazu geeignet Hindernisse zu überwinden, die mit konventionellen Verkehrsträgern nur unter hohem Aufwand und Kosten überwunden werden könnten. Die Kapazität von Seilbahnen liegt unter realen Bedingungen bei 3000 bis 4000 Personen pro Stunde und Richtung, also über der von Bussen und etwas unter jener von Straßenbahnen. Unter anderem durch die vollautomatische Funktionsweise werden nur geringe Betriebskosten verursacht und fällt auch die Energie- und Ökobilanz positiv aus. Im Vergleich mit weiteren Alternativen zu herkömmlichen Bus- und Straßenbahnverkehr wie Hochbahnen, Peoplemover, Schwebbahnen, Bus Rapid Transit Systemen etc., liegen die Stärken der Seilbahn in dem bereits erwähnten niedrigen Flächenverbrauch und den geringen Investitionskosten pro Streckenkilometer. Vor allem verglichen mit Systemen die ebenfalls nicht vom Straßenverkehr beeinflusst werden sind die Kosten für die Errichtung des Fahrweges sehr gering. Defizite der Seilbahn gegenüber diesen Systemen liegen in der Beförderungskapazität und der Geschwindigkeit. Die Durchschnittsgeschwindigkeit der Seilbahn liegt zwar über jener von Bussen die sich im Straßenverkehr bewegen, aber andere unbeeinflusste Verkehrsmitteln weisen deutliche höhere Transportgeschwindigkeiten auf. Die Seilbahntechnologie für urbane Einsatzgebiete hat jedoch noch hohes Innovationspotential, wurden doch gerade in den letzten Jahren große Fortschritte in Sachen Geschwindigkeit und Kapazität gemacht.

Nach Ansicht des Autors eignet sich eine Seilbahn für folgende Einsatzmöglichkeiten:

- Als Zubringer bzw. Verteiler für ein übergeordnetes Transportmittel zur Verkürzung der Reisezeit. Im Kapitel 2.3.1 Haltestellenplanung wurde gezeigt, dass in der Erhöhung der Geschwindigkeit des Zubringer- und Verteilermodus großes Potential zur Verringerung der Gesamtreisezeit liegt.

- Zur Flächenerschließung oder Anbindung peripherer Verkehrserzeuger. Seilbahnen eignen sich als Verlängerung eines höherrangigen Verkehrsmittels oder um Lücken im Verkehrsnetz zu schließen.
- Für Strecken mit sehr vielen Hindernissen die mit herkömmlichen Verkehrsmitteln nur unverhältnismäßig teuer zu realisieren wären, oder zur Entlastung von Verbindungen deren Kapazität nicht mehr gesteigert werden kann.
- Als Hauptverkehrsmittel eines ÖV-Netzes unter besonderen Bedingungen. In Gebirgsmetropolen wie La Paz oder allgemein in Städten deren topographische Gegebenheiten für den Bau von Seilbahnen prädestiniert sind.
- Als "hop on hop of" Transportmittel für touristische- und Freizeitaktivitäten.

Zur aktuellen Verkehrssituation lässt sich sagen, dass bei den Pendlern nach wie vor der Anteil des MIV mit 70% viel zu hoch ist und der Anteil des ÖV, sowohl bei den Pendlern als auch bei den Haushalten, im Grazer Stadtgebiet viel zu gering ist. Letztere haben zumindest einen sehr hohen Fahrrad- und Fußwege-Anteil und nur noch einen MIV-Anteil von 32%. Dies lässt die Hoffnung zu, dass sich Graz zu einer Fahrrad- und Fußgängerstadt entwickeln kann, insofern in diesem Bereich größere Investitionen getätigt werden.

Eine tieferegreifende Befragung mit Hilfe der *state response Methoden* hat ergeben, dass bei gleicher Reisezeit die Seilbahn gegenüber dem Bus bevorzugt wird und die Straßenbahn wiederum der Seilbahn. Jedoch bereits bei einer Reisezeitdifferenz von 3 Minuten zum Vorteil der Seilbahn haben sich 67% der Probanden für die Seilbahn anstatt für die Straßenbahn entschieden. Generell sind die Ressentiments der Befragten eher finanzieller Natur. Es wird befürchtet durch den Bau der Seilbahnen Geld zu verschwenden welches eher zur Optimierung anderer Verkehrsmittel verwendet werden sollte und das die Stadt generell einen Sparkurs einschlagen sollte. Aber immerhin 48% der Befragten sprechen sich vorweg für den Bau einer Seilbahn aus. Zur Teilnahme an dieser vertieften Befragung haben sich leider lediglich 85 Personen bereit erklärt und war die Rücklaufquote dieser Mobilitätserhebung generell relativ gering. An der vorangegangenen Haushalts- und Pendlerbefragung nahmen 680 Personen teil.

## 8 Handlungsempfehlungen

Aufgrund der über die letzten Jahre rasant wachsenden Bevölkerungszahl und einer prognostizierten Fortsetzung dieses Trends, ist ein Verweilen am Status Quo der Verkehrsinfrastruktur wohl nicht ratsam.

Was die Entwicklung der allgemeinen Verkehrsinfrastruktur betrifft, wurden in Mobilitätskonzepten 2020 und 2050 bereits eine Vielzahl von guten Maßnahmen in den Raum gestellt. Es sollte jedoch noch mehr Augenmerk auf den Radverkehr gelegt werden. Da die Seilbahntrasse am Hauptradverkehrsweg von Graz entlangführt und der Erhebungsraum der Haushaltbefragung einen 600 Meter Korridor darstellt, wurde somit auch beiläufig erhoben, wie der Radanteil des Modal Split bei nahezu optimaler Radanbindung ausfallen würde. Und siehe da, die meisten Wege, nämlich 36%, werden mit dem Fahrrad zurückgelegt. Dies lässt vermuten, dass die Stadt Graz durchaus Potential besitzt sich zu einer Fahrradmetropole wie Kopenhagen, Groningen oder Amsterdam zu entwickeln. Dazu müsste aber das Radwegenetz umfassend verbessert werden inklusive der Errichtung sogenannter "Rad-Highways". Diese sollten möglichst behinderungsfrei und größtenteils physikalisch vom restlichen Verkehr getrennt sein.

Ob eine Seilbahn gebaut werden soll oder nicht wird auf politischer Ebene geklärt werden müssen, da auch die Ressentiments der Bevölkerung nicht hauptsächlich auf technischen Gründen basieren. Eine umfassende Informationskampagne, was Investitionskosten und Alternativen betrifft, kann möglicherweise helfen viele der Ressentiments zu beseitigen. Auf lange Sicht wird man wahrscheinlich um eine Bypass-Straßenbahnlinie welche den Bereich Jakominiplatz bis Hauptplatz entlastet und im Störfall zur Umleitung zumindest der Linien 1,3,6,7 verwendet werden kann, nicht umhin kommen. Doch wer weiß wie sich in der Zukunft die Mobilität im Hinblick auf e-Bikesharing und e-Carsharing entwickelt. Es vergehen in der Regel zwanzig Jahre bis solche Projekte umgesetzt werden. Eine Seilbahn könnte schnelle Abhilfe schaffen und wäre gleichzeitig auch für den Tourismus interessant. In der Vision 2050 der Stadt Graz findet sich zum Beispiel Folgendes: *„Ein wesentlicher Teil der derzeit vom MIV besetzten Flächen ist für die Aufenthaltsfunktion der BürgerInnen zurückgewonnen. Das veränderte Angebot ermöglicht eine grundlegende Veränderung der Verkehrsmittelwahl im urbanen und regionalen Bereich.“* Mit ihrem geringen Flächenverbrauch und als Alternative zu anderen Verkehrsmitteln würde eine Seilbahn ausgezeichnet diesen Anforderungen entsprechen.

## Literaturverzeichnis

### Buch:

**Backhaus, K.;** Erichson, B.; Wulff, P.; Weiber, R. (2015): *Multivariate Analysemethoden - Eine anwendungsorientierte Einführung*, 14. Auflage, Springer Verlag

**Bühler, G.** (2006): *Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr - Eine Analyse ordnungs- und preispolitischer Maßnahmen*, Physica-Verlag (Springer)

**CUP** [Creative Urban Projects Inc.] (2013): *Cable Car Confidential*, print license

**Dziekan K.** (2011): *Öffentlicher Verkehr*, in: Schwedes O.: Verkehrspolitik, VS Verlag.

**Eichmann, V.** (2006): *Umweltfreundlicher, attraktiver und leistungsfähiger ÖPNV - ein Handbuch*, Deutsches Institut für Urbanistik

**Fellendorf, M.** (2012): *Vorlesungsunterlagen Verkehrsplanung*, Technische Universität Graz

**Hensher, D.;** Button, K. (2008): *Handbook of Transport Modelling*, second edition, Elsevier Ltd.

**Ortúzar, J. de D.;** Willumsen L. G. (2011): *Modelling Transport*, 4<sup>rd</sup> Edition, Wiley Ltd.

**Kremer, F.** (2015): *Innovation Seilbahn - Potentiale für den urbanen Personennahverkehr und Position der Beteiligten Akteure*, Universitätsverlag der TU Berlin

**Lohse, D.;** Schnabel, W. (2011): *Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung*, Beuth Verlag

**PTV AG** (2013); *PTV VISUM 15 – Handbuch*; PTV AG Karlsruhe

**Sedivy, P.** (2011): *Seilbahnbau*, TU Graz, Vorlesungsunterlagen

**Schieder, L.** (2015): *Betriebsplanung im öffentlichen Personennahverkehr*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg

**Steierwald, G.** (2005): *Stadtverkehrsplanung-Grundlagen, Methoden, Ziele*, 2. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg

**White, P.** (2002): *Public Transport - Its planning, management and operation*, 4th edition, Spon Press London

**Zemlin, B.** (2004): *Die Entscheidung bei der Verkehrsmittelwahl*, Eul-Verlag

#### **Artikel aus einem Tagungsband:**

**Axhausen, K.** (2000); "stated responses": Overview, limits, possibilities,

In: Internationales Verkehrswesen, Swiss National Research Programm 41, 2000, Zürich

**bmvit,** (2011): Handbuch für Mobilitätsenerhebungen-KOMOD Konzeptstudie Mobilitätsdaten Österreichs, bmvit-Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien

#### **Dissertationen, Diplomarbeiten:**

**Hofer, K.** (2014): Generierung von Verhaltensdaten aus Haushaltsbefragungen des Landes Salzburg, TU Graz, Masterprojekt

**Krause, S.** (2012): Analyse und Vergleich von Methoden zur Prädikation der Auswirkungen von Infrastrukturmaßnahmen auf den Modal Split, TU Dresden, Bachelorarbeit

**Pauritsch, V.** (2015): Der Zusammenhang von Städtischem Öffentlichen Verkehr und die Entstehung des Image einer Destination am Beispiel Murseilbahn in Graz, FH Salzburg, Bachelor Projekt

**Winkler, C.** (2012): Ein integriertes Verkehrsnachfrage- und Bewertungsmodell - Ansatz einer Synthese von Mikroökonomie und Verkehrsplanung, Technische Universität Dresden, Dissertation

#### **Forschungsbericht:**

**Haberl, M.** (2016): Potential einer Stadtseilbahn im multimodalen Stadtverkehr, OEVG Wissensaustausch 2016, Graz

**Graz in Zahlen** (2016): Graz in Zahlen 2016, Magistrat Graz-Präsidialabteilung Referat für Statistik, Publikation (Publikationsnummer: 0003\_2016)

**Gwilliam, K.** (2002): Cities on the move: a World Bank urban transport strategy review, Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

**Monheim, H.** (2016); Ergebnisse eines Meinungsaustausches über urbane Seilbahnen und ihre Relevanz für Wuppertal, vom 12.02.2016 in Wuppertal, [http://www.pro-seilbahn-wuppertal.de/fileadmin/Dokumente/160223\\_wuppertal-seilbahn-treffeninitqtiv.pdf](http://www.pro-seilbahn-wuppertal.de/fileadmin/Dokumente/160223_wuppertal-seilbahn-treffeninitqtiv.pdf), [Datum des Zugriffs: 04.07.2016]

## Anhang

### A Fragebögen

#### A1 Haushaltsfragebogen



Graz, Mai 2015

### Mobilitätsbefragung im Großraum Graz

Sehr geehrte Damen und Herren,

durch das anhaltende Bevölkerungswachstum in Graz und Graz-Umgebung gerät die Verkehrsinfrastruktur an ihre Kapazitätsgrenzen. Zur besseren Planung zukunftsweisender Verkehrs- und Mobilitätssysteme wird in den nächsten beiden Monaten eine Mobilitätsbefragung im Rahmen eines Forschungsprojekts durchgeführt. Das Projekt wird vom Verkehrsministerium (bmvt) unter der Nummer FE 849062 gefördert.

Um in Zukunft die Verkehrsorganisation der Stadt besser auf die Bedürfnisse der BewohnerInnen der Stadt Graz sowie deren Ein- und AuspendlerInnen abstimmen zu können, benötigen wir Ihre Mithilfe. Wir möchten wissen, welche Wege Sie an dem im Fragebogen angegebenen Wochentag zurücklegen. Zudem sollen in einer nachfolgenden vertieften Befragung auch Meinungen und Einstellungen zu alternativen Mobilitätsformen abgefragt werden.

Mit der Durchführung der Befragung ist das Grazer Ingenieurbüro für Verkehrswesen IBV-FALLAST beauftragt.

- Anbei erhalten Sie einen Fragebogen zu Ihrem Haushalt und vier weitere Fragebögen für jedes Haushaltsmitglied. Den beiliegenden Umschlag benutzen Sie bitte zur **kostenlosen Rücksendung** des ausgefüllten Fragebogens bis möglichst 5. Juni 2015.
- Alternativ können Sie den Fragebogen auch im Internet unter [www.isv.tugraz.at/verkehr](http://www.isv.tugraz.at/verkehr) mit dem Zugangspasswort `verkehr1` beantworten.

Ihre Angaben werden vertraulich behandelt und unterliegen dem Datenschutz. Die Auswertung der Daten erfolgt ausschließlich in anonymisierter Form. Falls Sie Rückfragen zum Fragebogen haben, rufen Sie bitte unter 0316 393308 oder 0316 873-6221 (09:00 – 16:00) an oder schreiben Sie uns eine E-Mail an [isv@tugraz.at](mailto:isv@tugraz.at).

Sie leisten durch Ihre Mitarbeit einen wichtigen Beitrag, damit im Großraum Graz auch in Zukunft ein effizienter und umweltfreundlicher Individual- und Öffentlicher Verkehr angeboten werden kann.

Danke für die zahlreiche Unterstützung!  
Mit freundlichen Grüßen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf  
Vorstand des Instituts für Straßen- und Verkehrswesen  
Technische Universität Graz  
Rechbauerstraße 12, 8010 Graz

## HINWEISE

⇨ Bitte beteiligen Sie sich auch dann an der Erhebung, wenn Sie glauben, aus bestimmten Gründen (z.B. wegen Ihrer geringen Teilnahme am Verkehrsgeschehen) dafür nicht in Betracht zu kommen. Ihre Angaben sind in jedem Fall wichtig!

⇨ Bitte füllen Sie zunächst die Fragen zu Personen in Ihrem Haushalt aus.

⇨ Bitte füllen Sie anschließend je Person den Personenfragebogen aus. Tragen Sie bitte alle Wege des ganzen Tages ein. Vergessen Sie keinen Weg! Auch Fußwege, kurze Wege oder der Rückweg sind wichtig. Ein Beispiel hilft Ihnen beim Ausfüllen des Fragebogens.

### BITTE BEANTWORTEN SIE JETZT DIE NACHFOLGENDEN FRAGEN ZU IHREM HAUSHALT

1. Wie viele Personen leben ständig in Ihrem Haushalt - Sie selbst eingeschlossen?

Personen gesamt  davon: → unter 6 Jahre:  zwischen 6 und 17 Jahre:  18 Jahre und älter:

2. Wie weit ist die nächste Haltestelle öffentlicher Verkehrsmittel von Ihrer Adresse zu Fuß entfernt?

etwa:  Minuten

3. Welche Verkehrsmittel halten an dieser Haltestelle (Mehrfachnennung möglich)?

Bus  Regionalbus  Straßenbahn  Bahn

4. Geben Sie die Anzahl folgender funktionstüchtiger Fahrzeuge in Ihrem Haushalt an.

Fahräder/Elektrofahräder  Mopeds/Motorräder  Personenkraftwagen (Pkw)

5. Bitte machen Sie nun Angaben für alle Personen, die 6 Jahre oder älter sind.

	Älteste Person		Zweitälteste Person		Dritälteste Person		Viertälteste Person		Fünftälteste Person	
<b>Geburtsjahr</b>	<input type="text"/>									
<b>Geschlecht</b>	männlich <input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/>									
<b>Höchster Schulabschluss</b> (noch) kein Abschluss	<input type="checkbox"/>									
Volks-/ Hauptschule	<input type="checkbox"/>									
Volks-/ Hauptschule mit Lehre/Fachschule	<input type="checkbox"/>									
Matura	<input type="checkbox"/>									
Hochschule/Universität/Fachhochschule	<input type="checkbox"/>									
<b>Beschäftigung</b>	<input type="checkbox"/>									
Schüler/in, Student/in, in Lehre	<input type="checkbox"/>									
unselbständig erwerbstätig	<input type="checkbox"/>									
selbständig erwerbstätig	<input type="checkbox"/>									
in Karenz	<input type="checkbox"/>									
ausschließlich im Haushalt tätig	<input type="checkbox"/>									
Pensionist/in	<input type="checkbox"/>									
zurzeit arbeitssuchend	<input type="checkbox"/>									
anderes	<input type="checkbox"/>									
<b>Führerscheinbesitz</b>	<input type="checkbox"/>									
ja, für Moped/Motorrad	<input type="checkbox"/>									
ja, für Pkw	<input type="checkbox"/>									
nein, gar nicht	<input type="checkbox"/>									
<b>Fahrzeugverfügbarkeit (für private Nutzung)</b>	<input type="checkbox"/>									
Fahrrad/Elektrofahrrad	<input type="checkbox"/>									
Moped/Motorrad	<input type="checkbox"/>									
Pkw	<input type="checkbox"/>									
<b>Parkplatz am Arbeitsplatz (falls zutreffend)</b>	<input type="checkbox"/>									
ja	<input type="checkbox"/>									
nein	<input type="checkbox"/>									
<b>Zeit- oder Ermäßigungskarten für den öffentlichen Verkehr</b>	<input type="checkbox"/>									
Wochen- oder Monatskarte	<input type="checkbox"/>									
Halbjahres- oder Jahreskarte	<input type="checkbox"/>									
Vorteils- oder Ermäßigungskarte	<input type="checkbox"/>									
nichts davon	<input type="checkbox"/>									

Vielen Dank für die Beantwortung. Sie tragen damit zum Gelingen des Forschungsprojektes bei.

## PERSONENFRAGEBOGEN

- ☞ Bitte füllen Sie den Personenfragebogen für **Donnerstag, den 21.05.2015** aus.
- ☞ Tragen Sie bitte alle Wege des ganzen Tages ein. Vergessen Sie keinen Weg! Auch Fußwege, kurze Wege oder der Rückweg sind wichtig.
- ☞ Unter einem "Weg" ist die Ortsveränderung vom Ausgangspunkt bis zur Zieladresse zu verstehen, die Sie zu einem bestimmten Zweck (z.B.: Einkauf oder Schule oder nach Hause) aufgesucht haben.
- ☞ Bitte geben Sie zu einem Weg alle benutzten Verkehrsmittel an!
- ☞ Wenn Sie mehr als 7 Wege unternommen haben, benutzen Sie für die weiteren Wege ein angeheftetes Blatt Papier oder fordern Sie einen zusätzlichen Fragebogen an.
- ☞ Füllen Sie bitte den Fragebogen möglichst am Abend aus, damit der ganze Tagesablauf in guter Erinnerung ist!
- ☞ Alle Angaben werden vertraulich, anonym und ohne Bezug auf Ihre Person behandelt.

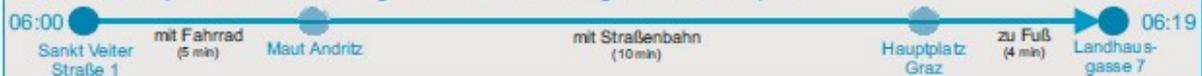
### Musterbeispiel für „Erster Weg“ am Donnerstag, 21.05.2015

Adresse des Ausgangspunktes **8045 Graz, Sankt Veiter Straße 1** wohnen Sie an genannter Adresse? ja  nein

Um wieviel UHR haben Sie diesen Weg begonnen? Um wieviel UHR sind Sie dort angekommen? Schätzen Sie bitte die LÄNGE des ganzen Weges.	Wo lag das ZIEL des Weges?	Zu welchem ZIEL bzw. ZWECK haben Sie diesen Weg unternommen?	Mit welchem VERKEHRSMITTEL sind Sie zu Ihrem Ziel gelangt? Bitte geben Sie alle Verkehrsmittel an. Tragen Sie bitte für jede benützte Bahn-, Bus-, und Straßenbahnlinie die Liniennummer ein.	Nur bei Benützung eines öffentlichen Verkehrsmittels ausfüllen: Schätzen Sie bitte die ENTFERNUNG vom Ausgangspunkt zur Einstiegshaltestelle und von der Ausstiegshaltestelle zum Ziel
---	----------------------------	--	---	---

<b>Erster Weg</b> Von da aus um <input type="text" value="06:00"/> (Uhrzeit) Ankunft <input type="text" value="06:19"/> (Uhrzeit) Länge des Weges ca. <input type="text" value="6,5"/> km	<b>Zieladresse</b> <input type="text" value="Landhausgasse"/> Straße, Platz <input type="text" value="7"/> Nr. <input type="text" value="8010 Graz"/> Postleitzahl, Ort	<b>Ziel/Zweck</b> Arbeitsplatz <input checked="" type="checkbox"/> Private Erledigung <input type="checkbox"/> Einkauf <input type="checkbox"/> Erholung, Sport <input type="checkbox"/> Nach Hause <input type="checkbox"/> Dienstl./geschäftl. Erledigung <input type="checkbox"/> Sonstiger Zweck und zwar <input type="text"/>	<b>Verkehrsmittel</b> Zu Fuß <input checked="" type="checkbox"/> Fahrrad <input checked="" type="checkbox"/> Moped, Motorrad <input type="checkbox"/> PKW als Fahrer <input type="checkbox"/> PKW als Mitfahrer <input type="checkbox"/> Taxi als Fahrgast <input type="checkbox"/> Eisenbahn-, Straßenbahn-, Buslinien <input type="text" value="5"/>	<b>Entfernung der Haltestelle</b> Zur Haltestelle ca. <input type="text" value="1400"/> m Von der Haltestelle ca. <input type="text" value="400"/> m Tragen Sie bitte weitere Wege oder den Rückweg auf ein angeheftetes Blatt Papier ein.
--	---	---	---	---

### Musterbeispiel für „Erster Weg“ von der Wohnung zum Arbeitsplatz



Bitte geben Sie nun folgende personenbezogene Daten bekannt:

Geburtsjahr  Telefonnummer für allfällige Rückfragen   
 männlich  weiblich  Würden Sie für eine weitere vertiefte Befragung zu Verfügung stehen? ja  nein

### 0. Ausgangspunkt Ihres „Ersten Weges“ am Donnerstag, 21.05.2015

Adresse des Ausgangspunktes  wohnen Sie an genannter Adresse? ja  nein

<b>1. Erster Weg</b> Von da aus um <input type="text"/> (Uhrzeit) Ankunft <input type="text"/> (Uhrzeit) Länge des Weges ca. <input type="text"/> km	<b>Zieladresse</b> <input type="text"/> Straße, Platz <input type="text"/> Nr. <input type="text"/> Postleitzahl, Ort	<b>Ziel/Zweck</b> Arbeitsplatz <input type="checkbox"/> Private Erledigung <input type="checkbox"/> Einkauf <input type="checkbox"/> Erholung, Sport <input type="checkbox"/> Nach Hause <input type="checkbox"/> Dienstl./geschäftl. Erledigung <input type="checkbox"/> Sonstiger Zweck und zwar <input type="text"/>	<b>Verkehrsmittel</b> Zu Fuß <input type="checkbox"/> Fahrrad <input type="checkbox"/> Moped, Motorrad <input type="checkbox"/> PKW als Fahrer <input type="checkbox"/> PKW als Mitfahrer <input type="checkbox"/> Taxi als Fahrgast <input type="checkbox"/> Eisenbahn-, Straßenbahn-, Buslinien <input type="text"/>	<b>Entfernung der Haltestelle</b> Zur Haltestelle ca. <input type="text"/> m Von der Haltestelle ca. <input type="text"/> m Tragen Sie bitte weitere Wege oder den Rückweg in die nächste Zeile auf der Rückseite ein.
---	---	--	---	---

<p><b>2. Zweiter Weg</b></p> <p>Von da aus um <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Ankunft <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Länge des Weges ca. <input type="text"/> km</p>	<p><b>Zieladresse</b></p> <p><input type="text"/></p> <p>Straße, Platz <input type="text"/></p> <p>Nr. <input type="text"/></p> <p>Postleitzahl, Ort <input type="text"/></p>	<p><b>Ziel/Zweck</b></p> <p>Arbeitsplatz <input type="checkbox"/></p> <p>Private Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Einkauf <input type="checkbox"/></p> <p>Erholung, Sport <input type="checkbox"/></p> <p>Nach Hause <input type="checkbox"/></p> <p>Dienstl./geschäftl. Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Sonstiger Zweck und zwar <input type="text"/></p>	<p><b>Verkehrsmittel</b></p> <p>Zu Fuß <input type="checkbox"/></p> <p>Fahrrad <input type="checkbox"/></p> <p>Moped, Motorrad <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Fahrer <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Mitfahrer <input type="checkbox"/></p> <p>Taxi als Fahrgast <input type="checkbox"/></p> <p>Eisenbahn-, Straßenbahn-, Buslinien <input type="checkbox"/></p>	<p><b>Entfernung der Haltestelle</b></p> <p>Zur Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Von der Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Tragen Sie bitte weitere Wege oder den Rückweg in die nächste Zeile ein.</p>
<p><b>3. Dritter Weg</b></p> <p>Von da aus um <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Ankunft <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Länge des Weges ca. <input type="text"/> km</p>	<p><b>Zieladresse</b></p> <p><input type="text"/></p> <p>Straße, Platz <input type="text"/></p> <p>Nr. <input type="text"/></p> <p>Postleitzahl, Ort <input type="text"/></p>	<p><b>Ziel/Zweck</b></p> <p>Arbeitsplatz <input type="checkbox"/></p> <p>Private Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Einkauf <input type="checkbox"/></p> <p>Erholung, Sport <input type="checkbox"/></p> <p>Nach Hause <input type="checkbox"/></p> <p>Dienstl./geschäftl. Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Sonstiger Zweck und zwar <input type="text"/></p>	<p><b>Verkehrsmittel</b></p> <p>Zu Fuß <input type="checkbox"/></p> <p>Fahrrad <input type="checkbox"/></p> <p>Moped, Motorrad <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Fahrer <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Mitfahrer <input type="checkbox"/></p> <p>Taxi als Fahrgast <input type="checkbox"/></p> <p>Eisenbahn-, Straßenbahn-, Buslinien <input type="checkbox"/></p>	<p><b>Entfernung der Haltestelle</b></p> <p>Zur Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Von der Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Tragen Sie bitte weitere Wege oder den Rückweg in die nächste Zeile ein.</p>
<p><b>4. Vierter Weg</b></p> <p>Von da aus um <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Ankunft <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Länge des Weges ca. <input type="text"/> km</p>	<p><b>Zieladresse</b></p> <p><input type="text"/></p> <p>Straße, Platz <input type="text"/></p> <p>Nr. <input type="text"/></p> <p>Postleitzahl, Ort <input type="text"/></p>	<p><b>Ziel/Zweck</b></p> <p>Arbeitsplatz <input type="checkbox"/></p> <p>Private Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Einkauf <input type="checkbox"/></p> <p>Erholung, Sport <input type="checkbox"/></p> <p>Nach Hause <input type="checkbox"/></p> <p>Dienstl./geschäftl. Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Sonstiger Zweck und zwar <input type="text"/></p>	<p><b>Verkehrsmittel</b></p> <p>Zu Fuß <input type="checkbox"/></p> <p>Fahrrad <input type="checkbox"/></p> <p>Moped, Motorrad <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Fahrer <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Mitfahrer <input type="checkbox"/></p> <p>Taxi als Fahrgast <input type="checkbox"/></p> <p>Eisenbahn-, Straßenbahn-, Buslinien <input type="checkbox"/></p>	<p><b>Entfernung der Haltestelle</b></p> <p>Zur Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Von der Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Tragen Sie bitte weitere Wege oder den Rückweg in die nächste Zeile ein.</p>
<p><b>5. Fünfter Weg</b></p> <p>Von da aus um <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Ankunft <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Länge des Weges ca. <input type="text"/> km</p>	<p><b>Zieladresse</b></p> <p><input type="text"/></p> <p>Straße, Platz <input type="text"/></p> <p>Nr. <input type="text"/></p> <p>Postleitzahl, Ort <input type="text"/></p>	<p><b>Ziel/Zweck</b></p> <p>Arbeitsplatz <input type="checkbox"/></p> <p>Private Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Einkauf <input type="checkbox"/></p> <p>Erholung, Sport <input type="checkbox"/></p> <p>Nach Hause <input type="checkbox"/></p> <p>Dienstl./geschäftl. Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Sonstiger Zweck und zwar <input type="text"/></p>	<p><b>Verkehrsmittel</b></p> <p>Zu Fuß <input type="checkbox"/></p> <p>Fahrrad <input type="checkbox"/></p> <p>Moped, Motorrad <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Fahrer <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Mitfahrer <input type="checkbox"/></p> <p>Taxi als Fahrgast <input type="checkbox"/></p> <p>Eisenbahn-, Straßenbahn-, Buslinien <input type="checkbox"/></p>	<p><b>Entfernung der Haltestelle</b></p> <p>Zur Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Von der Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Tragen Sie bitte weitere Wege oder den Rückweg in die nächste Zeile ein.</p>
<p><b>6. Sechster Weg</b></p> <p>Von da aus um <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Ankunft <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Länge des Weges ca. <input type="text"/> km</p>	<p><b>Zieladresse</b></p> <p><input type="text"/></p> <p>Straße, Platz <input type="text"/></p> <p>Nr. <input type="text"/></p> <p>Postleitzahl, Ort <input type="text"/></p>	<p><b>Ziel/Zweck</b></p> <p>Arbeitsplatz <input type="checkbox"/></p> <p>Private Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Einkauf <input type="checkbox"/></p> <p>Erholung, Sport <input type="checkbox"/></p> <p>Nach Hause <input type="checkbox"/></p> <p>Dienstl./geschäftl. Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Sonstiger Zweck und zwar <input type="text"/></p>	<p><b>Verkehrsmittel</b></p> <p>Zu Fuß <input type="checkbox"/></p> <p>Fahrrad <input type="checkbox"/></p> <p>Moped, Motorrad <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Fahrer <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Mitfahrer <input type="checkbox"/></p> <p>Taxi als Fahrgast <input type="checkbox"/></p> <p>Eisenbahn-, Straßenbahn-, Buslinien <input type="checkbox"/></p>	<p><b>Entfernung der Haltestelle</b></p> <p>Zur Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Von der Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Tragen Sie bitte weitere Wege oder den Rückweg in die nächste Zeile ein.</p>
<p><b>7. Siebenter Weg</b></p> <p>Von da aus um <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Ankunft <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Länge des Weges ca. <input type="text"/> km</p>	<p><b>Zieladresse</b></p> <p><input type="text"/></p> <p>Straße, Platz <input type="text"/></p> <p>Nr. <input type="text"/></p> <p>Postleitzahl, Ort <input type="text"/></p>	<p><b>Ziel/Zweck</b></p> <p>Arbeitsplatz <input type="checkbox"/></p> <p>Private Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Einkauf <input type="checkbox"/></p> <p>Erholung, Sport <input type="checkbox"/></p> <p>Nach Hause <input type="checkbox"/></p> <p>Dienstl./geschäftl. Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Sonstiger Zweck und zwar <input type="text"/></p>	<p><b>Verkehrsmittel</b></p> <p>Zu Fuß <input type="checkbox"/></p> <p>Fahrrad <input type="checkbox"/></p> <p>Moped, Motorrad <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Fahrer <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Mitfahrer <input type="checkbox"/></p> <p>Taxi als Fahrgast <input type="checkbox"/></p> <p>Eisenbahn-, Straßenbahn-, Buslinien <input type="checkbox"/></p>	<p><b>Entfernung der Haltestelle</b></p> <p>Zur Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Von der Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Tragen Sie bitte weitere Wege oder den Rückweg auf ein angeheftetes Blatt Papier ein.</p>

## A2 Pendlerfragebogen

**HINWEISE** ⇨ Bitte beteiligen Sie sich auch dann an der Erhebung, wenn Sie glauben, aus bestimmten Gründen (z.B. wegen Ihrer geringen Teilnahme am Verkehrsgeschehen) dafür nicht in Betracht zu kommen. Ihre Angaben sind in jedem Fall wichtig!

⇨ Bitte füllen Sie zunächst die Fragen zu Personen in Ihrem Haushalt aus.

⇨ Bitte füllen Sie anschließend je Person den Personenfragebogen aus. Tragen Sie bitte alle Wege des ganzen Tages ein. Vergessen Sie keinen Weg! Auch Fußwege, kurze Wege oder der Rückweg sind wichtig. Ein Beispiel hilft Ihnen beim Ausfüllen des Fragebogens.

BITTE BEANTWORTEN SIE JETZT DIE NACHFOLGENDEN FRAGEN ZU IHREM HAUSHALT

1. Wie viele Personen leben ständig in Ihrem Haushalt - Sie selbst eingeschlossen?

Personen gesamt:  davon: → unter 6 Jahre:  zwischen 6 und 17 Jahre:  18 Jahre und älter:

2. Wie weit ist die nächste Haltestelle öffentlicher Verkehrsmittel von Ihrer Adresse zu Fuß entfernt?

etwa:  Minuten

3. Welche Verkehrsmittel halten an dieser Haltestelle (Mehrfachnennung möglich)?

Bus  Regionalbus  Straßenbahn  Bahn

4. Geben Sie die Anzahl folgender funktionstüchtiger Fahrzeuge in Ihrem Haushalt an.

Fahrräder/Elektrofahrräder  Mopeds/Motorräder  Personenkraftwagen (Pkw)

5. Bitte machen Sie nun Angaben zu Ihrer Person (Mehrfachnennung möglich).

Geburtsjahr  männlich   
weiblich

Höchster Schulabschluss

(noch) kein Abschluss.....  Matura.....   
Hauptschule.....  Hochschule/Universität/Fachhochschule   
Hauptschule mit Lehre/Fachschule

Beschäftigung

Schüler/in, Student/in, in Lehre  in Karenz.....  zurzeit arbeitssuchend   
unselbständig erwerbstätig.....  ausschließlich im Haushalt tätig  anderes.....   
selbständig erwerbstätig.....  Pensionist/in.....

Führerscheinbesitz

ja, für Moped/Motorrad  ja, für Pkw  nein, gar nicht

Fahrzeugverfügbarkeit (für private Nutzung)

Fahrrad/Elektrofahrrad  Moped/Motorrad  Pkw

Parkplatz am Arbeitsplatz (für persönliche Nutzung)

ja  nein

Zeit- oder Ermäßigungskarten für den öffentlichen Verkehr

Wochen- oder Monatskarte.....  Halbjahres- oder Jahreskarte   
Vorteils- oder Ermäßigungskarte  nichts davon.....

6. Sie nutzen öffentliche Verkehrsmittel außerhalb von Graz:

nie  selten  häufig (>3 Fahrten pro Woche)  sehr oft (täglich)

Gründe, warum Sie öffentliche Verkehrsmittel außerhalb von Graz nie oder selten nutzen:

Gründe, warum Sie öffentliche Verkehrsmittel außerhalb von Graz häufig oder sehr oft nutzen:

7. Sie nutzen öffentliche Verkehrsmittel innerhalb von Graz:

nie  selten  häufig (>3 Fahrten pro Woche)  sehr oft (täglich)

Gründe, warum Sie öffentliche Verkehrsmittel innerhalb von Graz nie oder selten nutzen:

Gründe, warum Sie öffentliche Verkehrsmittel innerhalb von Graz häufig oder sehr oft nutzen:

8. Welche alternative Mobilitätsformen sind Ihnen bekannt (Mehrfachnennung möglich)?

Car-Sharing  E-Bike Sharing...  Schwebelbahn  Seilbahn.....   
Mikro-ÖV....  Fahrgemeinschaft  Monorail.....  Automatische People Mover

Vielen Dank für die Beantwortung. Sie tragen damit zum Gelingen des Forschungsprojektes bei.

- ⇨ Bitte füllen Sie den Fragebogen für **Donnerstag, den 21.05.2015** aus.
- ⇨ Tragen Sie bitte alle Wege des ganzen Tages ein. Vergessen Sie keinen Weg! Auch Fußwege, kurze Wege oder der Rückweg sind wichtig.
- ⇨ Unter einem "Weg" ist die Ortsveränderung vom Ausgangspunkt bis zur Zieladresse zu verstehen, die Sie zu einem bestimmten Zweck (z.B.: Einkauf oder Schule oder nach Hause) aufgesucht haben.
- ⇨ Bitte geben Sie zu einem Weg alle benutzten Verkehrsmittel an!
- ⇨ Wenn Sie mehr als 7 Wege unternommen haben, benutzen Sie für die weiteren Wege ein angeheftetes Blatt Papier oder fordern Sie einen zusätzlichen Fragebogen an.
- ⇨ Füllen Sie bitte den Fragebogen möglichst am Abend aus, damit der ganze Tagesablauf in guter Erinnerung ist!
- ⇨ Alle Angaben werden vertraulich, anonym und ohne Bezug auf Ihre Person behandelt.

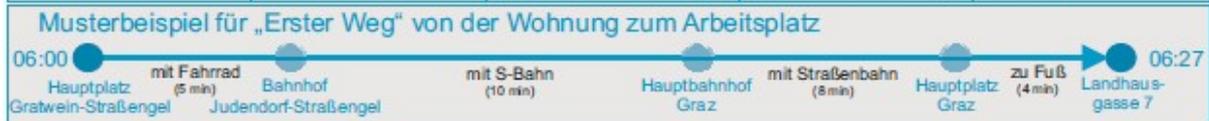
Musterbeispiel für „Erster Weg“ am Donnerstag, 21.05.2015

Adresse des Ausgangspunktes  wohnen Sie an genannter Adresse? ja  nein

Postleitzahl Ort Straße, Platz, Hausnummer

Um wieviel UHR haben Sie diesen Weg begonnen? Um wieviel UHR sind Sie dort angekommen? Schätzen Sie bitte die LÄNGE des ganzen Weges.	Wo lag das ZIEL des Weges?	Zu welchem ZIEL bzw. ZWECK haben Sie diesen Weg unternommen?	Mit welchem VERKEHRSMITTEL sind Sie zu Ihrem Ziel gelangt? Bitte geben Sie alle Verkehrsmittel an. Tragen Sie bitte für jede benützte Bahn-, Bus-, und Straßenbahnlinie die Liniennummer ein.	Nur bei Benützung eines öffentlichen Verkehrsmittels ausfüllen: Schätzen Sie bitte die ENTFERNUNG vom Ausgangspunkt zur Einstiegshaltestelle und von der Ausstiegshaltestelle zum Ziel
---	----------------------------	--	---	---

<b>Erster Weg</b> Von da aus um <input type="text" value="06:00"/> (Uhrzeit) Ankunft <input type="text" value="06:27"/> (Uhrzeit) Länge des Weges ca. <input type="text" value="12,1"/> km	<b>Zieladresse</b> <input type="text" value="Landhausgasse"/> Straße, Platz <input type="text" value="7"/> Nr. <input type="text" value="8010 Graz"/> Postleitzahl, Ort	<b>Ziel/Zweck</b> Arbeitsplatz <input checked="" type="checkbox"/> Private Erledigung <input type="checkbox"/> Einkauf <input type="checkbox"/> Erholung, Sport <input type="checkbox"/> Nach Hause <input type="checkbox"/> Dienstl./geschäftl. Erledigung <input type="checkbox"/> Sonstiger Zweck und zwar <input type="text"/>	<b>Verkehrsmittel</b> Zu Fuß <input checked="" type="checkbox"/> Fahrrad <input checked="" type="checkbox"/> Moped, Motorrad <input type="checkbox"/> PKW als Fahrer <input type="checkbox"/> PKW als Mitfahrer <input type="checkbox"/> Taxi als Fahrgast <input type="checkbox"/> Eisenbahn-, Straßenbahn-, Buslinien <input type="text" value="S1, 3"/>	<b>Entfernung der Haltestelle</b> Zur Haltestelle ca. <input type="text" value="1400"/> m Von der Haltestelle ca. <input type="text" value="400"/> m Tragen Sie bitte weitere Wege oder den Rückweg auf ein angeheftetes Blatt Papier ein.
---	---	---	---	---



Bitte geben Sie Ihre Telefonnummer für allfällige Rückfragen bekannt:  
(Ihre Angaben werden vertraulich behandelt)

Würden Sie für eine weitere vertiefte Befragung zu Verfügung stehen? ja  nein

0. Ausgangspunkt Ihres „Ersten Weges“ am Donnerstag, 21.05.2015

Adresse des Ausgangspunktes  wohnen Sie an genannter Adresse? ja  nein

Postleitzahl Ort Straße, Platz, Hausnummer

<b>1. Erster Weg</b> Von da aus um <input type="text"/> (Uhrzeit) Ankunft <input type="text"/> (Uhrzeit) Länge des Weges ca. <input type="text"/> km	<b>Zieladresse</b> <input type="text"/> Straße, Platz <input type="text"/> Nr. <input type="text"/> Postleitzahl, Ort	<b>Ziel/Zweck</b> Arbeitsplatz <input type="checkbox"/> Private Erledigung <input type="checkbox"/> Einkauf <input type="checkbox"/> Erholung, Sport <input type="checkbox"/> Nach Hause <input type="checkbox"/> Dienstl./geschäftl. Erledigung <input type="checkbox"/> Sonstiger Zweck und zwar <input type="text"/>	<b>Verkehrsmittel</b> Zu Fuß <input type="checkbox"/> Fahrrad <input type="checkbox"/> Moped, Motorrad <input type="checkbox"/> PKW als Fahrer <input type="checkbox"/> PKW als Mitfahrer <input type="checkbox"/> Taxi als Fahrgast <input type="checkbox"/> Eisenbahn-, Straßenbahn-, Buslinien <input type="text"/>	<b>Entfernung der Haltestelle</b> Zur Haltestelle ca. <input type="text"/> m Von der Haltestelle ca. <input type="text"/> m Tragen Sie bitte weitere Wege oder den Rückweg in die nächste Zeile auf der Rückseite ein.
---	---	--	---	---

<p><b>2. Zweiter Weg</b></p> <p>Von da aus um <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Ankunft <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Länge des Weges ca. <input type="text"/> km</p>	<p><b>Zieladresse</b></p> <p><input type="text"/></p> <p>Straße, Platz <input type="text"/></p> <p>Nr. <input type="text"/></p> <p>Postleitzahl, Ort <input type="text"/></p>	<p><b>Ziel/Zweck</b></p> <p>Arbeitsplatz <input type="checkbox"/></p> <p>Private Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Einkauf <input type="checkbox"/></p> <p>Erholung, Sport <input type="checkbox"/></p> <p>Nach Hause <input type="checkbox"/></p> <p>Dienstl./geschäftl. Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Sonstiger Zweck und zwar <input type="text"/></p>	<p><b>Verkehrsmittel</b></p> <p>Zu Fuß <input type="checkbox"/></p> <p>Fahrrad <input type="checkbox"/></p> <p>Moped, Motorrad <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Fahrer <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Mitfahrer <input type="checkbox"/></p> <p>Taxi als Fahrgast <input type="checkbox"/></p> <p>Eisenbahn-, Straßenbahn-, Buslinien <input type="text"/></p>	<p><b>Entfernung der Haltestelle</b></p> <p>Zur Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Von der Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Tragen Sie bitte weitere Wege oder den Rückweg in die nächste Zeile ein.</p>
<p><b>3. Dritter Weg</b></p> <p>Von da aus um <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Ankunft <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Länge des Weges ca. <input type="text"/> km</p>	<p><b>Zieladresse</b></p> <p><input type="text"/></p> <p>Straße, Platz <input type="text"/></p> <p>Nr. <input type="text"/></p> <p>Postleitzahl, Ort <input type="text"/></p>	<p><b>Ziel/Zweck</b></p> <p>Arbeitsplatz <input type="checkbox"/></p> <p>Private Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Einkauf <input type="checkbox"/></p> <p>Erholung, Sport <input type="checkbox"/></p> <p>Nach Hause <input type="checkbox"/></p> <p>Dienstl./geschäftl. Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Sonstiger Zweck und zwar <input type="text"/></p>	<p><b>Verkehrsmittel</b></p> <p>Zu Fuß <input type="checkbox"/></p> <p>Fahrrad <input type="checkbox"/></p> <p>Moped, Motorrad <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Fahrer <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Mitfahrer <input type="checkbox"/></p> <p>Taxi als Fahrgast <input type="checkbox"/></p> <p>Eisenbahn-, Straßenbahn-, Buslinien <input type="text"/></p>	<p><b>Entfernung der Haltestelle</b></p> <p>Zur Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Von der Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Tragen Sie bitte weitere Wege oder den Rückweg in die nächste Zeile ein.</p>
<p><b>4. Vierter Weg</b></p> <p>Von da aus um <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Ankunft <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Länge des Weges ca. <input type="text"/> km</p>	<p><b>Zieladresse</b></p> <p><input type="text"/></p> <p>Straße, Platz <input type="text"/></p> <p>Nr. <input type="text"/></p> <p>Postleitzahl, Ort <input type="text"/></p>	<p><b>Ziel/Zweck</b></p> <p>Arbeitsplatz <input type="checkbox"/></p> <p>Private Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Einkauf <input type="checkbox"/></p> <p>Erholung, Sport <input type="checkbox"/></p> <p>Nach Hause <input type="checkbox"/></p> <p>Dienstl./geschäftl. Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Sonstiger Zweck und zwar <input type="text"/></p>	<p><b>Verkehrsmittel</b></p> <p>Zu Fuß <input type="checkbox"/></p> <p>Fahrrad <input type="checkbox"/></p> <p>Moped, Motorrad <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Fahrer <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Mitfahrer <input type="checkbox"/></p> <p>Taxi als Fahrgast <input type="checkbox"/></p> <p>Eisenbahn-, Straßenbahn-, Buslinien <input type="text"/></p>	<p><b>Entfernung der Haltestelle</b></p> <p>Zur Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Von der Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Tragen Sie bitte weitere Wege oder den Rückweg in die nächste Zeile ein.</p>
<p><b>5. Fünfter Weg</b></p> <p>Von da aus um <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Ankunft <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Länge des Weges ca. <input type="text"/> km</p>	<p><b>Zieladresse</b></p> <p><input type="text"/></p> <p>Straße, Platz <input type="text"/></p> <p>Nr. <input type="text"/></p> <p>Postleitzahl, Ort <input type="text"/></p>	<p><b>Ziel/Zweck</b></p> <p>Arbeitsplatz <input type="checkbox"/></p> <p>Private Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Einkauf <input type="checkbox"/></p> <p>Erholung, Sport <input type="checkbox"/></p> <p>Nach Hause <input type="checkbox"/></p> <p>Dienstl./geschäftl. Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Sonstiger Zweck und zwar <input type="text"/></p>	<p><b>Verkehrsmittel</b></p> <p>Zu Fuß <input type="checkbox"/></p> <p>Fahrrad <input type="checkbox"/></p> <p>Moped, Motorrad <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Fahrer <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Mitfahrer <input type="checkbox"/></p> <p>Taxi als Fahrgast <input type="checkbox"/></p> <p>Eisenbahn-, Straßenbahn-, Buslinien <input type="text"/></p>	<p><b>Entfernung der Haltestelle</b></p> <p>Zur Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Von der Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Tragen Sie bitte weitere Wege oder den Rückweg in die nächste Zeile ein.</p>
<p><b>6. Sechster Weg</b></p> <p>Von da aus um <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Ankunft <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Länge des Weges ca. <input type="text"/> km</p>	<p><b>Zieladresse</b></p> <p><input type="text"/></p> <p>Straße, Platz <input type="text"/></p> <p>Nr. <input type="text"/></p> <p>Postleitzahl, Ort <input type="text"/></p>	<p><b>Ziel/Zweck</b></p> <p>Arbeitsplatz <input type="checkbox"/></p> <p>Private Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Einkauf <input type="checkbox"/></p> <p>Erholung, Sport <input type="checkbox"/></p> <p>Nach Hause <input type="checkbox"/></p> <p>Dienstl./geschäftl. Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Sonstiger Zweck und zwar <input type="text"/></p>	<p><b>Verkehrsmittel</b></p> <p>Zu Fuß <input type="checkbox"/></p> <p>Fahrrad <input type="checkbox"/></p> <p>Moped, Motorrad <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Fahrer <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Mitfahrer <input type="checkbox"/></p> <p>Taxi als Fahrgast <input type="checkbox"/></p> <p>Eisenbahn-, Straßenbahn-, Buslinien <input type="text"/></p>	<p><b>Entfernung der Haltestelle</b></p> <p>Zur Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Von der Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Tragen Sie bitte weitere Wege oder den Rückweg in die nächste Zeile ein.</p>
<p><b>7. Siebenter Weg</b></p> <p>Von da aus um <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Ankunft <input type="text"/> (Uhrzeit)</p> <p>Länge des Weges ca. <input type="text"/> km</p>	<p><b>Zieladresse</b></p> <p><input type="text"/></p> <p>Straße, Platz <input type="text"/></p> <p>Nr. <input type="text"/></p> <p>Postleitzahl, Ort <input type="text"/></p>	<p><b>Ziel/Zweck</b></p> <p>Arbeitsplatz <input type="checkbox"/></p> <p>Private Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Einkauf <input type="checkbox"/></p> <p>Erholung, Sport <input type="checkbox"/></p> <p>Nach Hause <input type="checkbox"/></p> <p>Dienstl./geschäftl. Erledigung <input type="checkbox"/></p> <p>Sonstiger Zweck und zwar <input type="text"/></p>	<p><b>Verkehrsmittel</b></p> <p>Zu Fuß <input type="checkbox"/></p> <p>Fahrrad <input type="checkbox"/></p> <p>Moped, Motorrad <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Fahrer <input type="checkbox"/></p> <p>PKW als Mitfahrer <input type="checkbox"/></p> <p>Taxi als Fahrgast <input type="checkbox"/></p> <p>Eisenbahn-, Straßenbahn-, Buslinien <input type="text"/></p>	<p><b>Entfernung der Haltestelle</b></p> <p>Zur Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Von der Haltestelle ca. <input type="text"/> m</p> <p>Tragen Sie bitte weitere Wege oder den Rückweg auf ein angeheftetes Blatt Papier ein.</p>

## A3 Fragebogen der Vertieften Befragung



### Mobilitätsbefragung Alternative Mobilitätsformen

Sehr geehrte Damen und Herren,

vielen Dank, dass Sie an der Mobilitätsbefragung im Großraum Graz im Frühjahr/Frühsummer 2015 teilgenommen haben. In der genannten Befragung haben Sie sich bereit erklärt, an einer vertieften Befragung zu alternativen Mobilitätsformen teilzunehmen. Wir danken Ihnen für diese Bereitschaft.

Im Forschungsprojekt, (gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie) wird im Speziellen das Potential einer Seilbahn im urbanen Raum - als alternative Mobilitätsform - untersucht.

Bitte beachten Sie, dass diese Studie als Zweck die Evaluierung des Potentials einer Stadtseilbahn darstellt und es sich nicht um eine Machbarkeitsstudie handelt. Bitte nehmen Sie sich kurz Zeit und beantworten Sie die gestellten Fragen.

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

### Einleitung und Befragungsgrundlage:

Um das Potential einer Stadtseilbahn in Graz abschätzen zu können, wird eine mögliche Streckenführung (wie in der Abbildung dargestellt) für die Studie berücksichtigt. In der gegenständlichen vertieften Befragung kommt die **Stated-Preference-Methode** zum Einsatz.

Mit dieser Befragungstechnik werden Verhaltensreaktionen der Befragten bei vorgegebenen Entscheidungssituationen ermittelt. Im vorliegenden Fall konfrontieren wir Sie mit realitätsnahen Annahmen zu Reisezeiten zur Realisierung von Ortsveränderungen.

Ein Beispiel finden Sie auf der nächsten Seite.



Bevor Sie mit der Beantwortung der Stated-Preference-Befragung beginnen, beantworten Sie bitte folgende allgemeine Fragen:

Sind Sie mit der <b>Verkehrssituation</b> in Graz <b>zufrieden</b> ?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> eher ja
	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> eher nein
Sind Sie mit dem <b>öffentlichen Verkehr</b> in Graz <b>zufrieden</b> ?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> eher ja
	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> eher nein

Der für Sie erstellte Fragebogen enthält folgend zwei ähnlich aufgebaute Fragetypen.

**Musterbeispiel Fragetyp 1:**

Zur Erreichung eines Ziels stehen Ihnen **2 Verkehrsmittel** zu Verfügung. Für welches würden Sie sich entscheiden?

IHRE WAHLENTSCHEIDUNG	<b>BUS</b>	<b>SEILBAHN</b>
Fahrzeit (reine Fahrzeit im Verkehrsmittel)	10	5
Gehzeit (Zu-, Abgangs-, Gehzeit)	2	5
Wartezeit (reine Wartezeit)	3	0
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>15 Minuten</b>	<b>10 Minuten</b>
<b>Ihre Wahl</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bitte treffen Sie nun für die nachfolgenden Beispiele Ihre Entscheidung der Verkehrsmittelwahl.

Dabei wird immer dieselbe Frage gestellt, für welches Verkehrsmittel Sie sich entscheiden würden.

**FRAGE 1**

IHRE WAHLENTSCHEIDUNG	<b>BUS</b>	<b>SEILBAHN</b>
Fahrzeit	15	15
Gehzeit	10	10
Wartezeit	5	5
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>30 Minuten</b>	<b>30 Minuten</b>
<b>Ihre Wahl</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**FRAGE 2**

IHRE WAHLENTSCHEIDUNG	<b>STRAßENBAHN</b>	<b>SEILBAHN</b>
Fahrzeit	15	15
Gehzeit	10	10
Wartezeit	5	5
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>30 Minuten</b>	<b>30 Minuten</b>
<b>Ihre Wahl</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**FRAGE 3**

IHRE WAHLENTSCHEIDUNG	<b>BUS</b>	<b>SEILBAHN</b>
Fahrzeit	15	15
Gehzeit	10	10
Wartezeit	5	2
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>30 Minuten</b>	<b>27 Minuten</b>
<b>Ihre Wahl</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**FRAGE 4**

IHRE WAHLENTSCHEIDUNG	STRAßENBAHN	SEILBAHN
Fahrzeit	15	15
Gehzeit	10	10
Wartezeit	5	2
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>30 Minuten</b>	<b>27 Minuten</b>
<b>Ihre Wahl</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**FRAGE 5**

IHRE WAHLENTSCHEIDUNG	BUS	SEILBAHN
Fahrzeit	15	12
Gehzeit	10	10
Wartezeit	5	2
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>30 Minuten</b>	<b>24 Minuten</b>
<b>Ihre Wahl</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**FRAGE 6**

IHRE WAHLENTSCHEIDUNG	STRAßENBAHN	SEILBAHN
Fahrzeit	15	12
Gehzeit	10	10
Wartezeit	5	2
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>30 Minuten</b>	<b>24 Minuten</b>
<b>Ihre Wahl</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Zur Erreichung eines Ziels, stehen Ihnen bei den folgenden Wahlentscheidungen  
3 Verkehrsmittel zu Verfügung. Wie würden Sie sich entscheiden?

### Musterbeispiel Fragetyp 2:

Zielzweck: **ARBEITEN**

Ihr Ausgangspunkt ist Ihre Wohnung, Ihr Ziel ist Ihr Arbeitsplatz.

IHRE WAHLENTSCHEIDUNG	AUTO	ÖV	SEILBAHN
Abbildung des vorgegebenen Weges			
Fahrzeit (Fahrzeit im Verkehrsmittel)	10	11	6
Gehzeit (Zu-, Abgangs-, Gehzeit)	2	3	5
Wartezeit (reine Wartezeit)	3	2	0
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>15 Minuten</b>	<b>16 Minuten</b>	<b>11 Minuten</b>
Ihre Wahl	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ihre Wahl (ohne Autoverfügbarkeit)		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Bitte treffen Sie nun für die nachfolgenden Beispiele Ihre Entscheidung der Verkehrsmittelwahl.

Dabei wird immer dieselbe Frage gestellt, für welches Verkehrsmittel Sie sich entscheiden würden.

Zielzweck: **ARBEITEN**

Ihr Ausgangspunkt ist Ihre **Wohnung**, Ihr Ziel ist Ihr **Arbeitsplatz**.

	<b>AUTO</b>	<b>ÖV</b>	<b>SEILBAHN</b>
Abbildung des vorgegebenen Weges			

**Wahlentscheidung 1**

Fahrzeit	5	11	6,5
Gehzeit	8	10	7
Wartezeit	0	5	2
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>13 min</b>	<b>26 min</b>	<b>15,5 min</b>
Ihre Wahl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ihre Wahl (ohne Autoverfügbarkeit)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Wahlentscheidung 2**

Fahrzeit	5	13	8
Gehzeit	8	12	8,5
Wartezeit	0	9	4
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>13 min</b>	<b>34 min</b>	<b>20,5 min</b>
Ihre Wahl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ihre Wahl (ohne Autoverfügbarkeit)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Wahlentscheidung 3**

Fahrzeit	6	9	6,5
Gehzeit	9,5	8	7
Wartezeit	0	1	2
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>15,5 min</b>	<b>18 min</b>	<b>15,5 min</b>
Ihre Wahl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ihre Wahl (ohne Autoverfügbarkeit)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Zielzweck: **FREIZEIT**

Ihr Ausgangspunkt ist Ihre **Wohnung**, als Ziel haben Sie eine **Freizeitaktivität**.

	<b>AUTO</b>	<b>ÖV</b>	<b>SEILBAHN</b>
Abbildung des vorgegebenen Weges			

### Wahlentscheidung 1

Fahrzeit	5	9	6,5
Gehzeit	8	6	7
Wartezeit	0	8	2
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>13 min</b>	<b>23 min</b>	<b>15,5 min</b>
Ihre Wahl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ihre Wahl (ohne Autoverfügbarkeit)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Wahlentscheidung 2

Fahrzeit	5	7	5
Gehzeit	8	5	5,5
Wartezeit	0	4	0
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>13 min</b>	<b>16 min</b>	<b>10,5 min</b>
Ihre Wahl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ihre Wahl (ohne Autoverfügbarkeit)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Wahlentscheidung 3

Fahrzeit	6	11	8
Gehzeit	9,5	7	8,5
Wartezeit	0	12	4
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>15,5 min</b>	<b>30 min</b>	<b>20,5 min</b>
Ihre Wahl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ihre Wahl (ohne Autoverfügbarkeit)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Zielzweck: EINKAUFEN**

Ihr Ausgangspunkt ist Ihre Wohnung, am Ziel führen Sie einen Einkauf durch.

	<b>AUTO</b>	<b>ÖV</b>	<b>SEILBAHN</b>
Abbildung des vorgegebenen Weges			

**Wahlentscheidung 1**

Fahrzeit	8	13	11,5
Gehzeit	8	12	4
Wartezeit	0	5	2
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>16 min</b>	<b>30 min</b>	<b>17,5 min</b>
Ihre Wahl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ihre Wahl (ohne Autoverfügbarkeit)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Wahlentscheidung 2**

Fahrzeit	9,5	13	11,5
Gehzeit	9,5	12	4
Wartezeit	0	5	2
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>19 min</b>	<b>30 min</b>	<b>17,5 min</b>
Ihre Wahl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ihre Wahl (ohne Autoverfügbarkeit)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Wahlentscheidung 3**

Fahrzeit	9,5	10,5	9
Gehzeit	9,5	9,5	3
Wartezeit	0	1	0
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>19 min</b>	<b>21 min</b>	<b>12 min</b>
Ihre Wahl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ihre Wahl (ohne Autoverfügbarkeit)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Zielzweck: **SONSTIGES**

Ihr Ausgangspunkt ist **Ihre Wohnung**, am Ziel führen Sie eine **Sonstige Aktivität** durch.

	<b>AUTO</b>	<b>ÖV</b>	<b>SEILBAHN</b>
Abbildung des vorgegebenen Weges			

**Wahlentscheidung 1**

Fahrzeit	4	13	6,5
Gehzeit	8	7	7
Wartezeit	0	6	2
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>12 min</b>	<b>26 min</b>	<b>15,5 min</b>
Ihre Wahl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ihre Wahl (ohne Autoverfügbarkeit)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Wahlentscheidung 2**

Fahrzeit	5	13	8
Gehzeit	9,5	7	8,5
Wartezeit	0	6	4
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>14,5 min</b>	<b>26 min</b>	<b>20,5 min</b>
Ihre Wahl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ihre Wahl (ohne Autoverfügbarkeit)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Wahlentscheidung 3**

Fahrzeit	4	13	8
Gehzeit	8	7	8,5
Wartezeit	0	6	4
<b>GESAMTREISEZEIT</b>	<b>12 min</b>	<b>26 min</b>	<b>20,5 min</b>
Ihre Wahl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ihre Wahl (ohne Autoverfügbarkeit)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bitte beantworten Sie nun noch folgende Abschlussfragen:

Sind Sie bereits mit einer  
**Seilbahn gefahren?**

ja

nein

Wie oft würden Sie eine  
städtische  
**Seilbahn benützen?**

täglich

mehrmals pro Woche

mehrmals pro Monat

seltener

nie

weil:

Sollte eine Seilbahn in das  
**Tarifsystem des  
Öffentlichen Verkehrs  
eingebunden** sein?

nein

ja

Wenn nein, wie viel würden  
Sie für eine **Einzelfahrt**  
bezahlen?

# , ## €

Wenn nein, wie viel würden  
Sie für eine **Tagesticket**  
bezahlen?

# , ## €

Soll die Stadt Graz eine  
**Seilbahn bauen?**

ja

nein

weil:

Weitere Anmerkungen, Anregungen und Wünsche:

**Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!**

A4 Touristenfragebogen

		
<b>Fragebogen auf DEUTSCH</b>	<b>Questionnaire in ENGLISH</b>	
<p><b>1. Angaben zu Ihrer Person:</b></p> <p>Geschlecht: <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> W      Geburtsjahr: <input type="text" value="J J J J J J"/></p> <p>Wohnort: <input type="text"/>      Land: <input type="text"/></p>	<p><b>1. Personal Information</b></p> <p>Gender: <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F      Date of birth: <input type="text" value="Y Y Y Y Y Y"/></p> <p>City of Residence: <input type="text"/>      Country: <input type="text"/></p>	
<p><b>2. Angaben zu Ihrem Aufenthalt:</b></p> <p><input type="checkbox"/> „TagestouristIn“    <input type="checkbox"/> TouristIn mit Übernachtung</p> <p style="margin-left: 100px;">↳ Anreisetag: <input type="text" value="/ /"/>    Abreisetag: <input type="text" value="/ /"/></p> <p>Hauptnutzen des Aufenthalts:</p> <p><input type="checkbox"/> Freizeit/Sport                      <input type="checkbox"/> Wellness/Erholung  <input type="checkbox"/> Geschäftlich/Kongress           <input type="checkbox"/> Sonstiges und zwar: <input type="text"/>  <input type="checkbox"/> Sightseeing/Kultur/Besichtigungen</p> <p>Verkehrsmittel der Anreise (Mehrfachnennung möglich):</p> <p><input type="checkbox"/> Flugzeug    <input type="checkbox"/> Privat-Auto  <input type="checkbox"/> Bahn           <input type="checkbox"/> Miet-Auto  <input type="checkbox"/> Reisebus    <input type="checkbox"/> Sonstiges und zwar: <input type="text"/></p> <p>Bevorzugte(s) Verkehrsmittel für Fahrten innerhalb von Graz:</p> <p><input type="checkbox"/> Bus, Straßenbahn, Bahn    <input type="checkbox"/> Privat-Auto  <input type="checkbox"/> Rad (Miet-Rad, E-Bike,...)   <input type="checkbox"/> Miet-Auto  <input type="checkbox"/> zu Fuß                           <input type="checkbox"/> Taxi</p>	<p><b>2. Information about your stay:</b></p> <p><input type="checkbox"/> „Day tripper“    <input type="checkbox"/> Tourist with overnight stay</p> <p style="margin-left: 100px;">↳ Arrival day: <input type="text" value="/ /"/>    departure day: <input type="text" value="/ /"/></p> <p>Type of stay:</p> <p><input type="checkbox"/> Leisure/Sport                      <input type="checkbox"/> Wellness/Recreation  <input type="checkbox"/> Business/Congress              <input type="checkbox"/> other, please specify: <input type="text"/>  <input type="checkbox"/> Sightseeing/Culture</p> <p>Types of transport used for the journey to destination: (multiple choice):</p> <p><input type="checkbox"/> Air                      <input type="checkbox"/> Private car  <input type="checkbox"/> Rail                    <input type="checkbox"/> Rental car  <input type="checkbox"/> Bus                    <input type="checkbox"/> other, please specify: <input type="text"/></p> <p>Preferred mode of transport for journeys within Graz:</p> <p><input type="checkbox"/> Public transport                  <input type="checkbox"/> Private car  <input type="checkbox"/> Bicycle (rental bike, e-bike,...) <input type="checkbox"/> Rental Car  <input type="checkbox"/> By foot                              <input type="checkbox"/> Taxi</p>	
<p><b>3. Fragen zu einer städtischen Seilbahn:</b></p> <p>Sind Sie bereits mit einer Seilbahn gefahren? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p> <p>Würden Sie eine städtische Seilbahn als TouristIn benutzen?  <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> eher ja <input type="checkbox"/> eher nein <input type="checkbox"/> nein</p> <p>weil: <input type="text"/></p> <p>Zu welchen Zwecken würden Sie eine Seilbahn am Zielort benutzen? (Mehrfachnennung möglich)</p> <p><input type="checkbox"/> als öffentliches Verkehrsmittel  <input type="checkbox"/> Nutzung im Sinne von hop-on-hop-off Sightseeing  <input type="checkbox"/> Stadtrundfahrt  <input type="checkbox"/> zu keinem Zweck</p> <p>Würden Sie folgende Ticketarten benutzen?  Wenn ja, wie viel wären Sie bereit, zu bezahlen?</p> <p>Einzelfahrt (Gültigkeit max. 1 h)  <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, zu einem Ticketpreis von: <input type="text" value="# , ## €"/></p> <p>Tagesticket (Gültigkeit 24 h)  <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, zu einem Ticketpreis von: <input type="text" value="# , ## €"/></p> <p>Mehrtagesticket (Gültigkeit 3 Tage)  <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, zu einem Ticketpreis von: <input type="text" value="# , ## €"/></p> <p>Wochenticket (Gültigkeit 7 Tage)  <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, zu einem Ticketpreis von: <input type="text" value="# , ## €"/></p> <p>Soll mit den genannten Tickets die Benützung des gesamten Öffentlichen Verkehrs in Graz erlaubt sein? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	<p><b>3. Questions about a City Cable Car:</b></p> <p>Have you already used a cable car? <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no</p> <p>Would you use a cable car as a tourist?  <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> probably yes <input type="checkbox"/> probably no <input type="checkbox"/> no</p> <p>reason: <input type="text"/></p> <p>For what purpose would you use a cable car at the destination? (multiple choice)</p> <p><input type="checkbox"/> As a part of public transport  <input type="checkbox"/> As hop-on hop-off sightseeing  <input type="checkbox"/> City tour  <input type="checkbox"/> For no purpose</p> <p>Would you use the following types of tickets?  If so, how much would you be willing to pay?</p> <p>Single ticket (validity max. 1 h)  <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, at a ticket price of: <input type="text" value="# , ## €"/></p> <p>24-hour pass  <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, at a ticket price of: <input type="text" value="# , ## €"/></p> <p>3-day Ticket  <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, at a ticket price of: <input type="text" value="# , ## €"/></p> <p>7-day Ticket  <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, at a ticket price of: <input type="text" value="# , ## €"/></p> <p>Should it be possible to use all means of public transport in Graz with these tickets? <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no</p>	
<p><b>Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!</b></p> <p>Standort: <input type="text"/></p>	<p><b>Thank you for your cooperation!</b></p> <p>Zähler: <input type="text"/>      Datum: <input type="text"/>      Uhrzeit: <input type="text"/></p>	

## B Weitere Erhebungsergebnisse

### B1 Allgemeine Mobilitätshebung

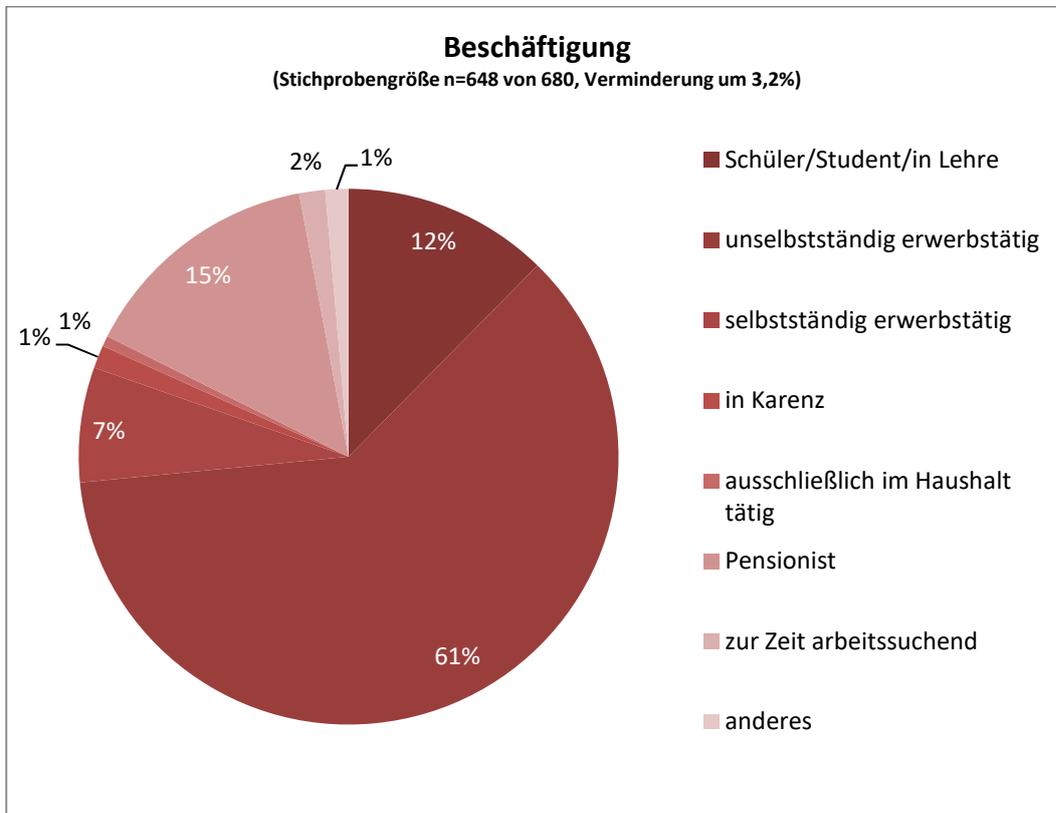


Abb. 71 Beschäftigungsverhältnis der Befragten

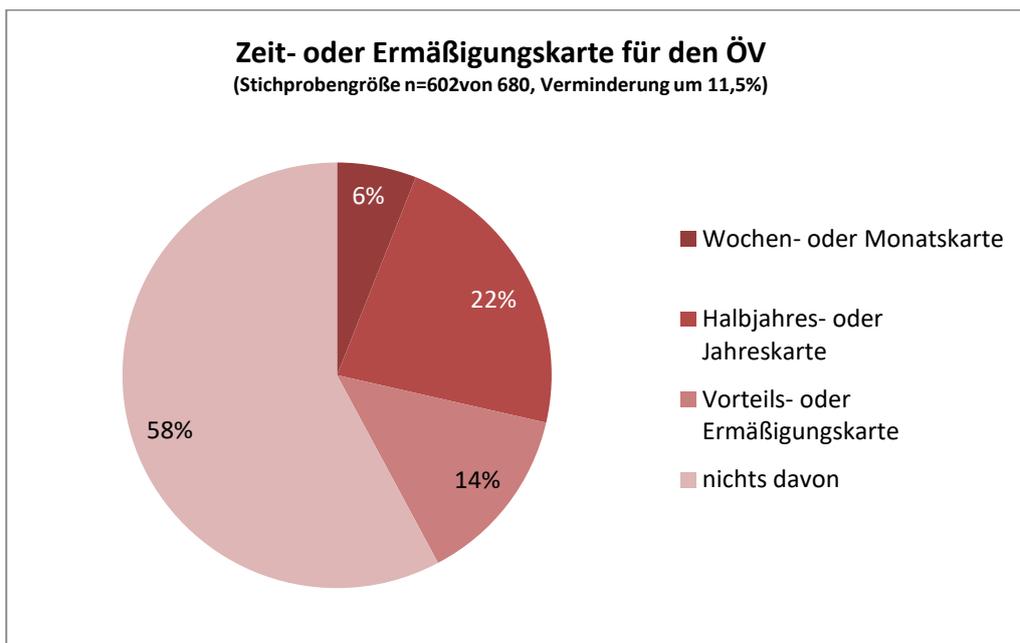
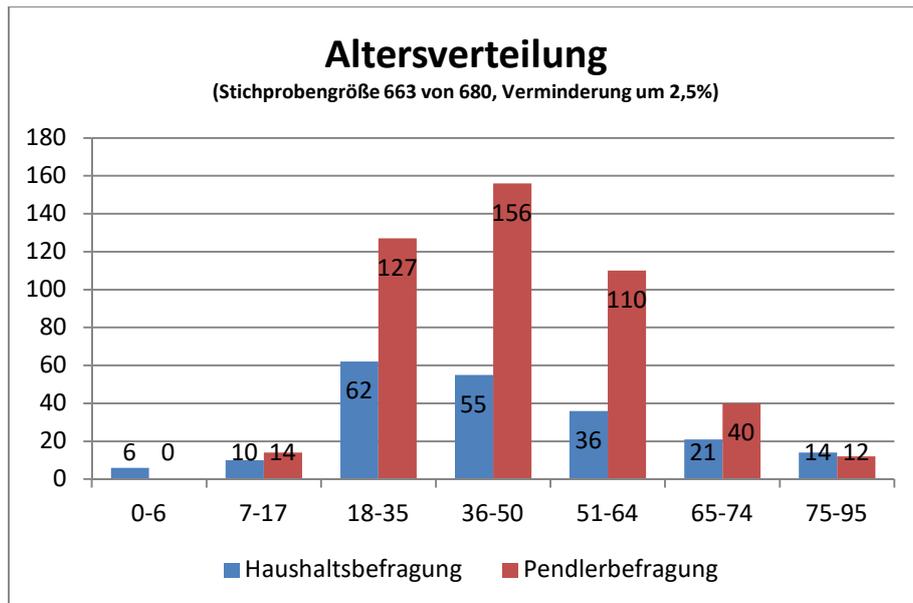
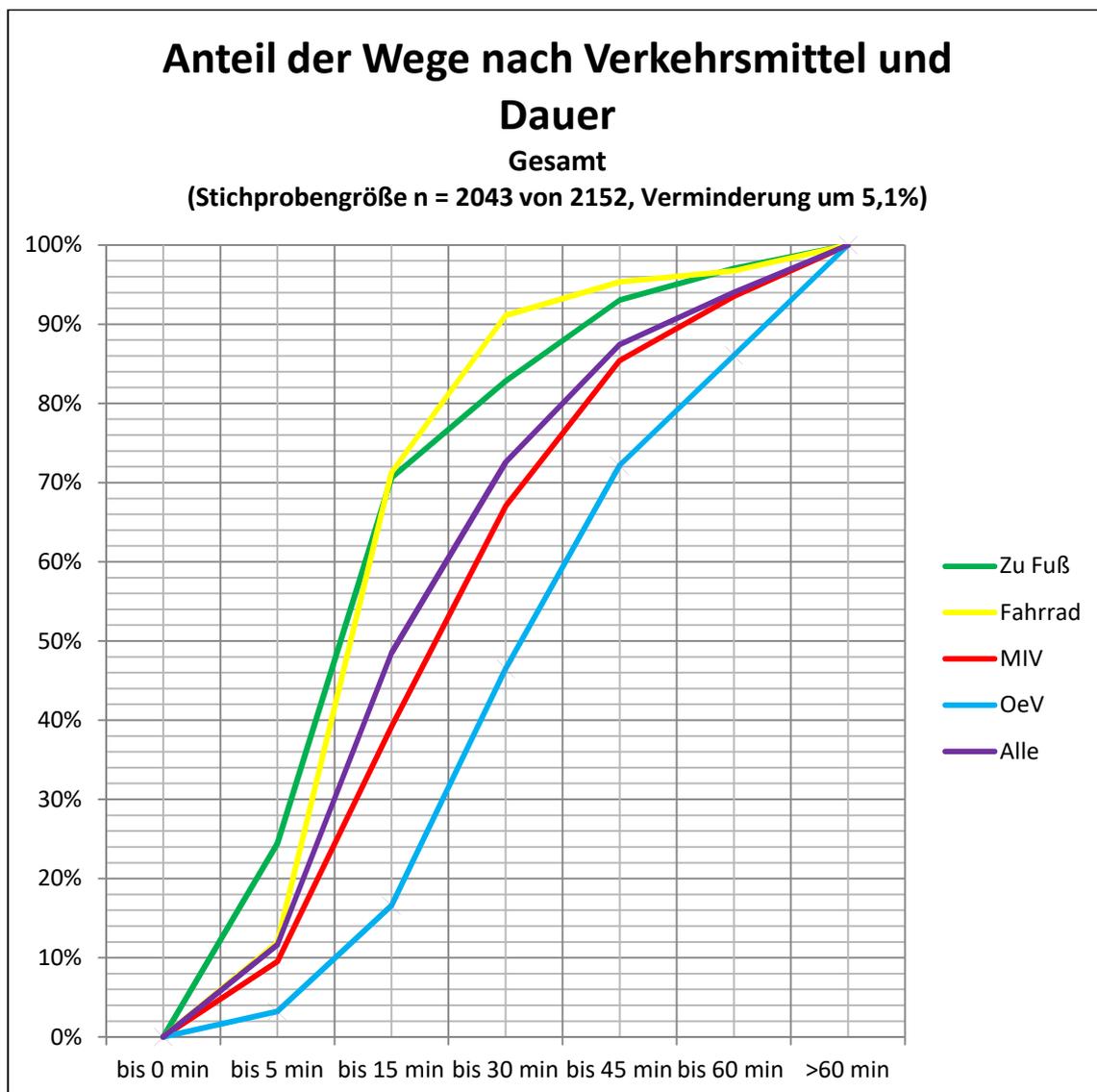


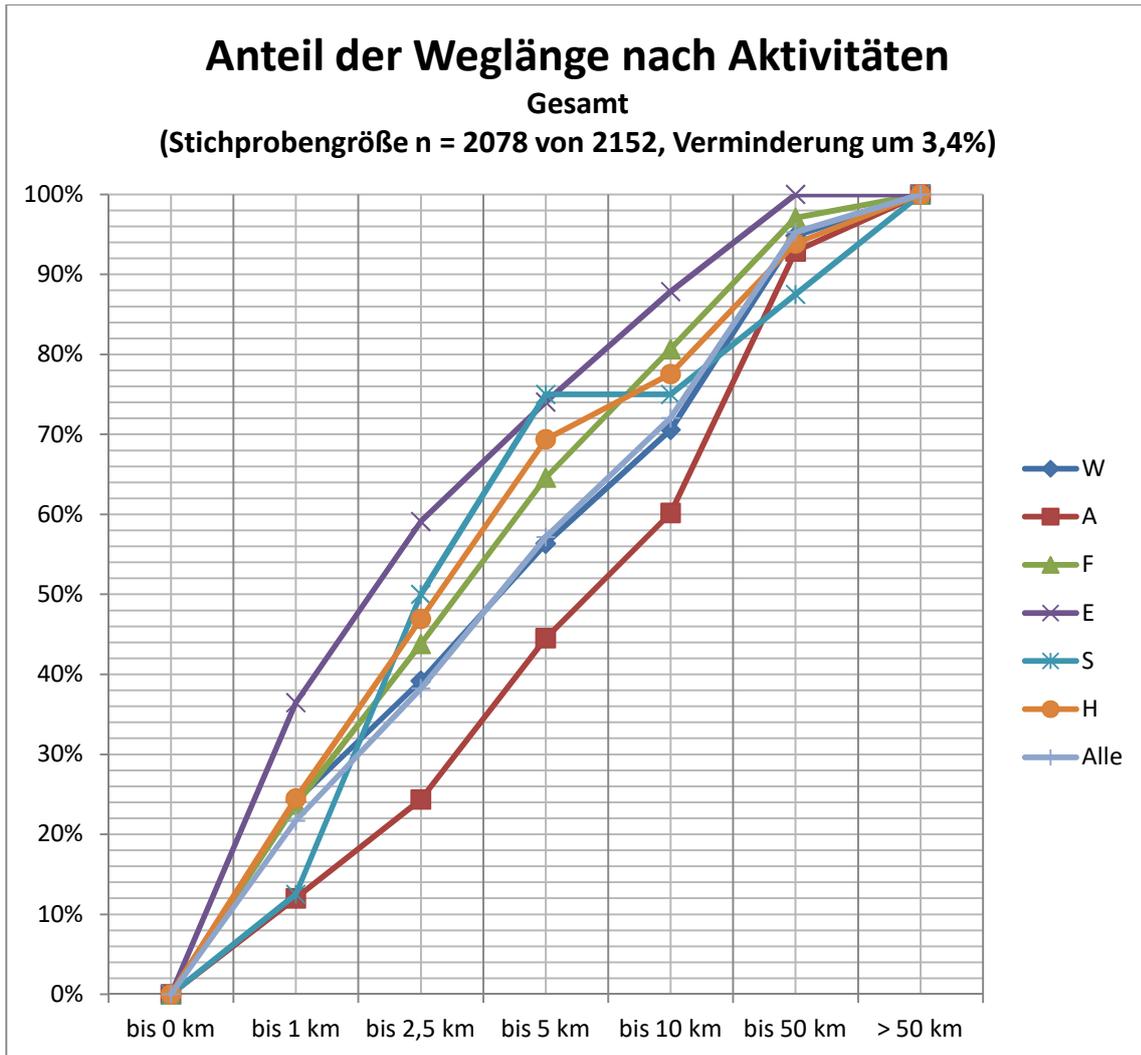
Abb. 72 Anzahl der Zeit- oder Ermäßigungskarten für den ÖV



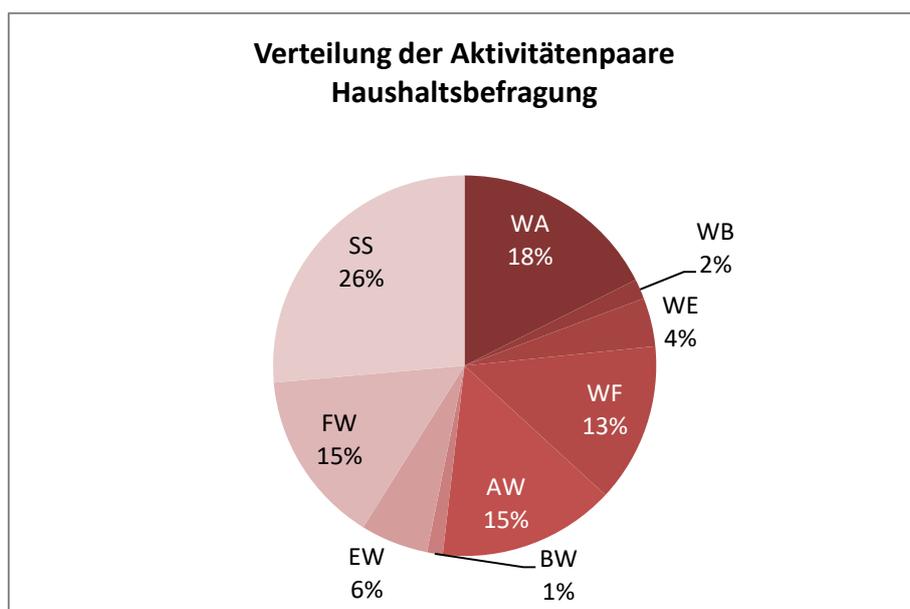
**Abb. 73** Altersverteilung



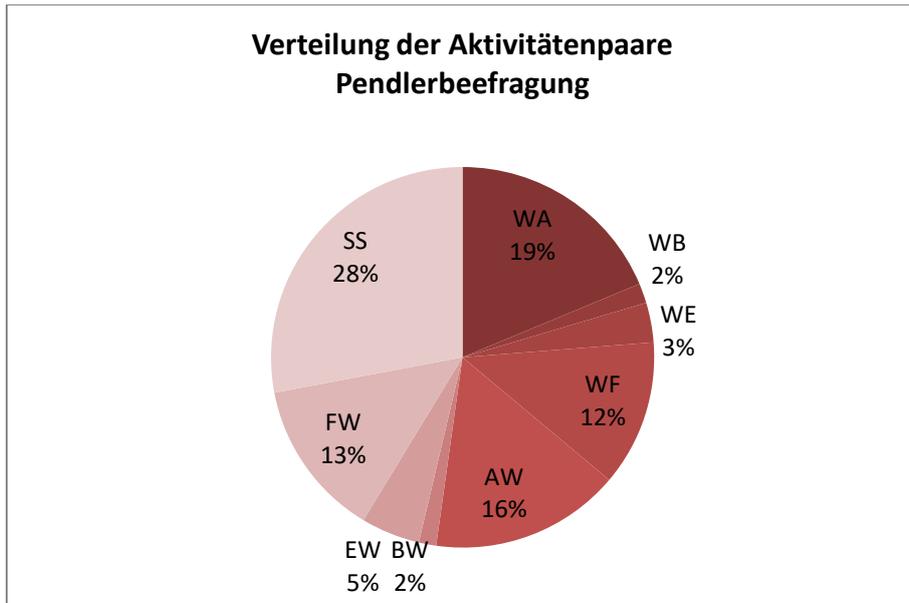
**Abb. 74** Anteil der Wege nach Verkehrsmittel und Dauer



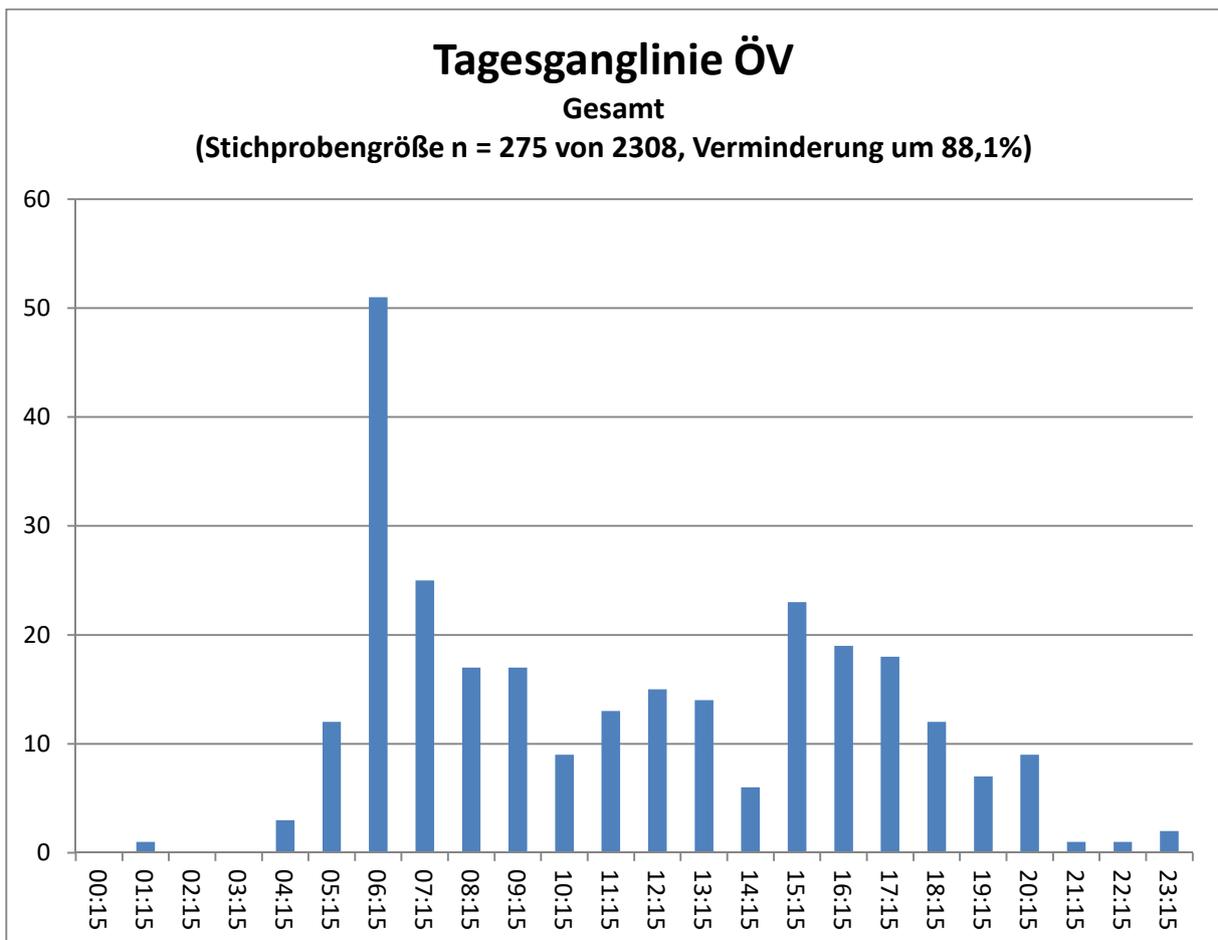
**Abb. 75** Anteil der Wege nach Aktivitäten



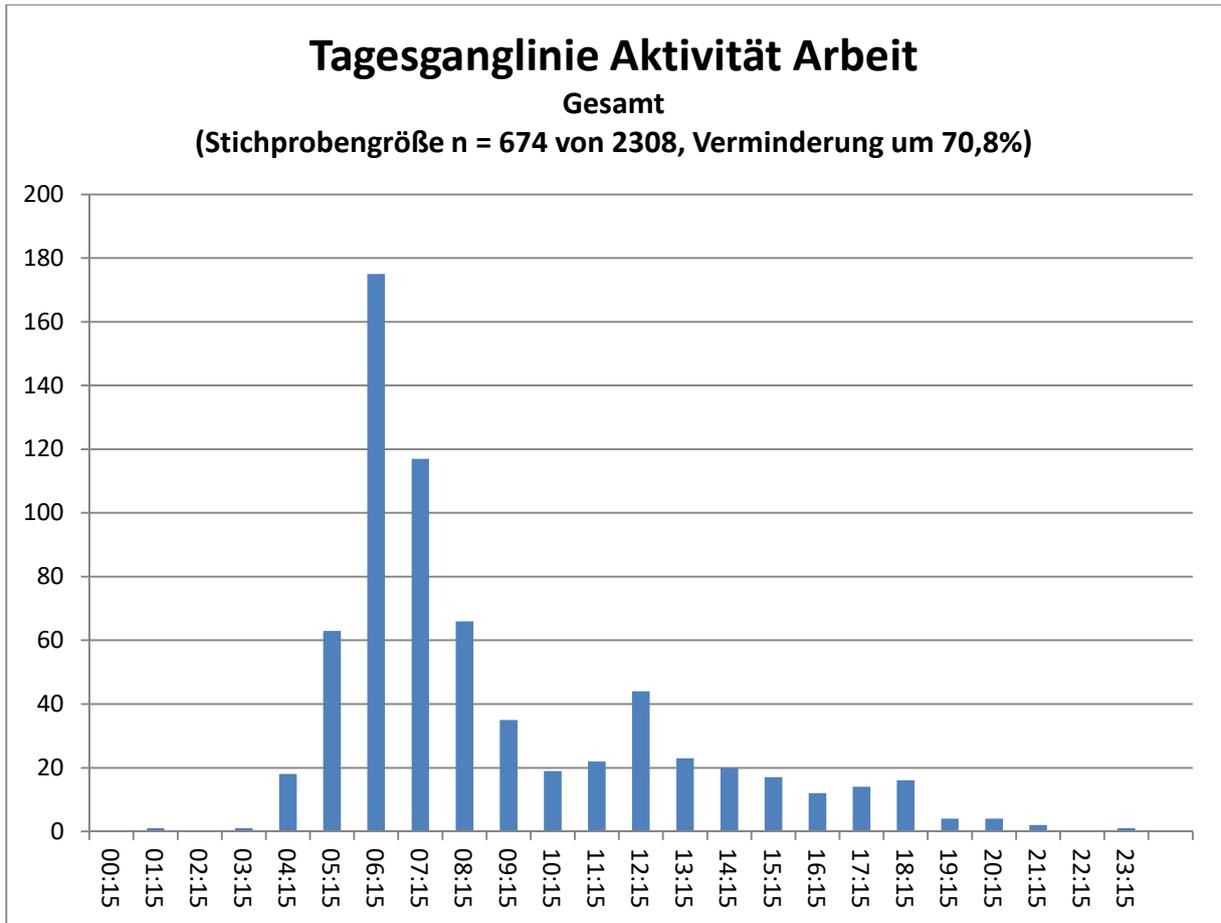
**Abb. 76** Aktivitätenpaare der Haushaltsbefragung



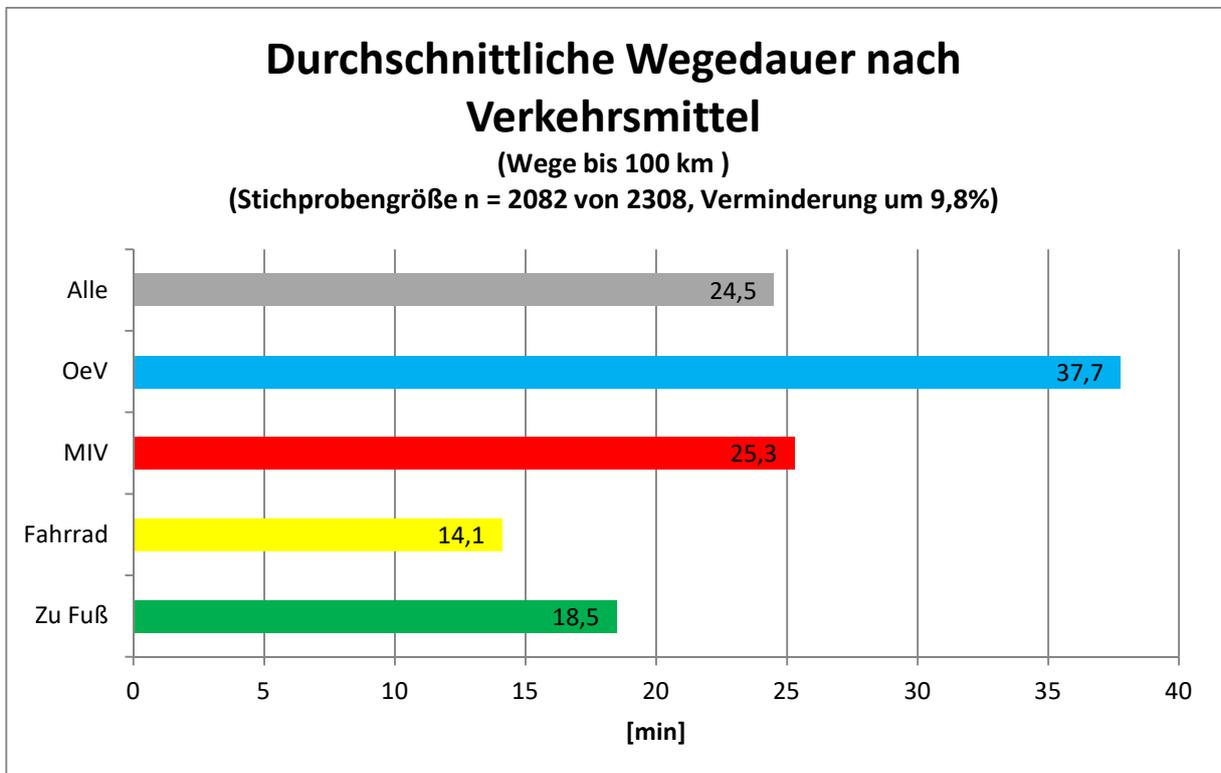
**Abb. 77** Aktivitätenpaare der Pendlerbefragung



**Abb. 78** Tagesganglinie ÖV



**Abb. 79** Tagesganglinie Zielzweck Arbeit



**Abb. 80** Durchschnittliche Wegedauer nach Verkehrsmittel

Nr.:	Wegekette	Gesamt	Azubi	EmP	EoP	GSch	K	NEmP	NEoP	RAmP	RAoP	RjMP	RJoP	Sch	Stud	zu VHgzugeordnet	
																absolut	relativ
7	WAW	252	2	180	19	0	0	2	0	0	0	3	0	4	24	234	34,3%
2	WFW	181	0	80	12	0	3	6	1	10	2	24	4	2	17	161	23,6%
1	WEW	72	0	26	5	0	0	2	2	3	1	14	0	0	11	64	9,4%
9	WFFW	43	0	18	1	0	1	0	0	0	1	15	0	1	4	41	6,0%
29	WAAW	25	0	13	4	0	0	0	0	2	0	2	0	0	4	25	3,7%
30	WAFW	25	0	14	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	22	3,2%
13	WAEW	20	0	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	19	2,8%
36	WFAW	17	0	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	2,5%
14	WFFFW	16	0	6	0	0	0	1	0	0	0	6	2	0	1	16	2,3%
10	WFEW	16	0	9	0	0	0	0	0	1	0	3	1	0	1	15	2,2%
5	WHW	17	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	9	14	2,1%
43	WAAAW	13	1	10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12	1,8%
11	WEFW	10	0	3	0	0	0	0	0	2	0	2	0	1	2	10	1,5%
8	WEEW	6	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	6	0,9%
34	WFEFW	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	6	0,9%
3	WSW	4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0,6%
15	WSFW	4	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,6%
21	WHEW	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0,3%
31	WEEFW	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0,3%
32	WFFFFW	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,3%
24	WSSW	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,1%
26	WHHW	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1%
35	WEAW	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1%
37	WEFFW	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1%
42	WEEFFW	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1%
46	WFHW	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,1%
4	WGW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
6	WBW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
12	WEEEW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
16	WGFW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
17	WHFW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
18	WBFW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
19	WSEW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
20	WGEW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
22	WBEW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
23	WEEEEW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
25	WGGW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
27	WBBW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
28	WFEEW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
33	WAEFW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
38	WSFFW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
39	WGFFW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
40	WHFFW	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
41	WBFFW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
44	WFSW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
45	WFGW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
47	WFBW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%

Abb. 81 Wegekette

## B2 Vertiefte Befragung

Design column	Fahrzeit Auto	Zu-, Abgangzeit etc. Auto	Wartezeit Auto	Fahrzeit ÖV	Zu-, Abgangzeit etc. ÖV	Wartezeit ÖV	Fahrzeit Seilbahn	Zu-, Abgangzeit etc. Seilbahn	Wartezeit Seilbahn	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	1		1	1	1	1	0	1	1	0
2	1		1	1	1	1	0	1,2	1,2	2
3	1		1	1	1,2	1,2	2	1	1	0
4	1		1	1	1	1	0	0,8	0,8	-2
5	1		1	1	0,8	0,8	-2	1	1	0
6	1		1	1	1,2	1,2	2	1,2	1,2	2
7	1		1	1	0,8	0,8	-2	0,8	0,8	-2
8	1,2		1,2	1	1	1	0	1	1	0
9	1,2		1,2	1	1	1	0	1,2	1,2	2
10	1,2		1,2	1	1,2	1,2	2	1	1	0
11	1,2		1,2	1	1	1	0	0,8	0,8	-2
12	1,2		1,2	1	0,8	0,8	-2	1	1	0
13	1,2		1,2	1	1,2	1,2	2	1,2	1,2	2
14	1,2		1,2	1	0,8	0,8	-2	0,8	0,8	-2

Abb. 82 choice sets