



Institut für Straßen- und Verkehrswesen

Technische Universität Graz

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

8010 Graz, Rechbauerstraße 12/II

Tel.: +43 316 873-6220

www.isv.tugraz.at

MASTERARBEIT

Modellierung der Nachfrage des Freizeitverkehrs im Land Salzburg

Graz, 08. November 2011

Betreuer: Fellendorf Martin, Univ.-Prof. Dr.-Ing.

Mitbetreuer: Neuhold Robert, Dipl.-Ing.

Cik Michael, Dipl.-Ing.

Bearbeiter: Haberl Michael, BSc.

Per aspera ad astra.

(Seneca; lat.)

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, am 08. November 2011

Michael Haberl, 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, November 08, 2011

Michael Haberl, BSc.

Danksagung

Für die Betreuung von universitärer Seite bedanke ich mich herzlich bei Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf, Herrn Dipl.-Ing. Robert Neuhold und Herrn Dipl.-Ing. Michael Cik vom Institut für Straßen- und Verkehrswesen der technischen Universität Graz für die ausgezeichnete Betreuung während der Verfassung dieser Arbeit. Eine Betreuung die weit über das Maß der Notwendigkeit hinausging und großen Einfluss auf die Entstehung dieser Arbeit hatte.

Weiters möchte ich mich auch bei den übrigen Kollegen des Instituts für Straßen- und Verkehrswesen der technischen Universität Graz bedanken, welche stets offen für Diskussionen den Themenbereich betreffend waren und wichtige fachliche Impulse zur Erstellung dieser Arbeit beitrugen.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei meinen Eltern, Brigitte und Thomas Haberl, für die finanzielle und mentale Unterstützung während der gesamten Ausbildungszeit bedanken, da dadurch erst der Abschluss dieses Studiums realisierbar geworden ist. Des Weiteren gebührt auch den Eltern meiner Freundin vielen Dank für deren Verständnis und Unterstützung. Auch meinem Bruder und meinen Freunden, die sowohl für körperlichen als auch seelischen Ausgleich gesorgt haben, sei hiermit gedankt.

Der größte Dank gebührt jedoch meiner Freundin Lydia, welcher es mit unglaublicher Geduld nie Leid wurde mich zu motivieren, zu ermuntern und in kritischen Phasen wieder aufzubauen. Ohne ihre unablässigen Ermutigungen wäre diese Arbeit nie in dieser Form zu Stande gekommen. Zu guter Letzt ist es mir wichtig meiner Tochter Elena für die enorme Lebensfreude zu danken, die sie bei mir lediglich mit einem einfachen Lächeln hervorrufen kann.

Aufgabenstellung für die Masterarbeit

von Michael Haberl

Graz, am 01.12.2010

Modellierung der Nachfrage des Freizeitverkehrs im Land Salzburg

Problemstellung

Der Freizeitverkehr ist mit durchschnittlich über 40% aller Wege der dominierende Anteil bei den Fahrtzwecken, Tendenz steigend. An Wochenenden und speziell an Sonn- und Feiertagen ist der Anteil noch deutlich höher. Der Freizeitverkehr ist vom Abfahrtszeitpunkt meist spontan und hängt von vielen regionalen Faktoren ab (Freizeitangebot, Übernachtungsmöglichkeiten, Wetter, Ferienzeiten) und ist daher schwieriger zu beschreiben und zu prognostizieren als andere Fahrtzwecke. Aus diesen Gründen verzerrt sich der Modal Split im Freizeitverkehr sehr stark zu Gunsten des motorisierten Individualverkehrs. Aufgrund der Vielseitigkeit findet der Freizeitverkehr bis dato nur wenig Berücksichtigung in wissenschaftlichen Arbeiten und Mobilitätsanalysen in Österreich.

Das Angebot im Freizeitverkehr kann mittels Strukturgrößen (Anzahl Betten, Parkplätze, Kapazitäten der Verkehrserzeuger im Freizeitverkehr) regional bei Verfügbarkeit der Daten qualitativ und quantitativ beschrieben werden. Dabei können verschiedene Verhaltensweisen im Freizeitverkehr festgestellt werden. Wählt man die Zeit als Bezugsgröße kann zwischen Stundengästen (z.B. Fitnessstudio nach der Arbeit), Tagesgästen (Tagesausflug) und Mehrtages- bzw. Wochengästen (Urlauber) unterschieden werden. Dabei kann die Fahrleistung von Tagesgästen gleich der von Wochengästen sein bei Annahme keines lokalen Tourismusverkehrs der Wochengäste im Freizeitort.

Die Nachfrage im Freizeitverkehr hängt neben dem Angebot noch maßgeblich von Verhaltensgrößen (Aktivitätenketten im Freizeitverkehr) und zeitlichen Faktoren ab (Wetter, Ferien). Der großräumigen Modellierung der Verkehrsnachfrage im Freizeitverkehr wird in der Verkehrsplanung aufgrund der Vielseitigkeit nur wenig Augenmerk geschenkt und kann nur bei Verfügbarkeit einer geeigneten Datenbasis funktionieren. Existiert ein Verkehrsmodell für den Freizeitverkehr können die verkehrlichen Auswirkungen von Freizeitaktivitäten auf die umliegenden Regionen auch quantitativ abgeschätzt werden.

Aufgabenstellung

Die Arbeit soll unterschiedliche Möglichkeiten zur Modellierung und Beschreibung von Freizeitverkehr auf Basis einer Literaturrecherche aufzeigen. Zudem sollen Einflussgrößen auf den Freizeitverkehr (regionale Struktur- und Verhaltensdaten, Wetter, Ferienzeiten) charakterisiert und deren Eignung zur Modellierung der Verkehrsnachfrage für verschiedene Verkehrsmodellarten beurteilt werden. Ziel ist es eine Methodik auf Basis einer Datengrundlage zur großräumigen Modellierung von Freizeitverkehr in softwarebasierten

Verkehrsmodellen für Österreich zu entwickeln und diese beispielhaft an einem Verkehrsmodell anzuwenden. Die Datengrundlage umfasst Struktur- und Verhaltensdaten auf Gemeindeebene der Bundeslandes Salzburg.

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

- Literaturrecherche zum Thema Freizeitverkehr, Verkehrsmodelle und Verkehrsnachfragemodellierung (Kennwerte des Freizeitverkehrs; aggregierte und disaggregierte Verkehrsnachfragemodelle; Möglichkeiten der Modellierung von Freizeitverkehr).
- Modelle für den Freizeitverkehr (Strukturdaten für die Modellierung von Freizeitverkehr und ihre Eignung für verschiedene Nachfragemodelle).
- Datenaufbereitung und Datenanalyse der zur Verfügung gestellten Struktur- und Verhaltensdaten (Analyse und Bewertung des Freizeitverkehrs in den betrachteten Regionen).
- Entwicklung einer Methodik zur Modellierung des Freizeitverkehrs in makroskopischen Verkehrsmodellen auf Basis der Literatur- und Datenanalyse.
- Modellhafte Anwendung der Methodik in einem Verkehrsmodell (Einarbeitung der aufbereiteten Daten in das Verkehrsmodell, Kalibrierung des Verkehrsmodells für den Freizeitverkehr, Umlegung von Freizeitverkehr im Verkehrsmodell und Interpretation der Ergebnisse).

Für die Anfertigung der Masterarbeit stehen das Anwendungsprogramm VISUM, Statistiksoftware sowie Struktur- und Verhaltensdaten und Verkehrsmodelle zur Verfügung. Bei der Datenaufbereitung und Datenanalyse der zur Verwendung gestellten Verkehrszählungen sind Datenschutzrichtlinien einzuhalten. Bereitgestellte Modelldaten dürfen ausschließlich zur Anfertigung der Masterarbeit genutzt werden.

Die Arbeit ist zweifach mit allen Anlagen in DIN A4 gebunden einzureichen. Ein Datenträger mit dem Text, Präsentationen sowie allen Analysedaten ist beizulegen.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf
Tel. 0316 873 6220
martin.fellendorf@tugraz.at
Betreuer

Dipl.-Ing. Robert Neuhold
Tel. 0316 873 6725
robert.neuhold@tugraz.at
Mitbetreuender Assistent

Kurzfassung

Diese Arbeit setzt sich zum Ziel eine geeignete Basis für eine Nachfragemodellierung des Freizeitverkehrs zu schaffen. Zunächst ist hierfür eine intensive Literaturstudie notwendig, um den Freizeitverkehr in jeglichen Facetten analysieren zu können. Zudem werden methodische Grundlagen von Verkehrsplanungsmodellen ausgearbeitet und auf ihre Anwendbarkeit für den durch Freizeitaktivitäten induzierten Verkehr geprüft. Dabei stellt sich das Verkehrsnachfragemodell VISEVA, welches auf Aktivitätenpaare basiert, als vorteilhaft heraus und wird für den Aufbau eines Verkehrsmodells herangezogen. Nach einer eingehenden Beschreibung dieser Art der Nachfragemodellierung, soll diese Methodik schließlich in einer modellhaften Anwendung für das Bundesland Salzburg verwendet werden. Ein weiterer elementarer Bestandteil dieser Arbeit bildet die Aufbereitung und Analyse von Strukturdaten, welche für die modellhafte Anwendung notwendig sind. Die modellhafte Anwendung der Nachfragemodellierung im Freizeitverkehr an sich und deren erzielte Ergebnisse bilden schließlich den Abschluss dieser Arbeit.

Abstract

This work has as its goal to build up a basis for modeling the demand for leisure traffic. First, an intensive literature study is necessary in order to analyze the leisure traffic in all its facets. In addition, methodological principles of transportation planning models are discussed and tested for their ability to model the demand for leisure traffic. The VISEVA model, which is based on pairs of activities, seems to be advantageous and is used for the construction of a traffic model later on. After a detailed description of this type of demand modeling, this methodology will be used in an exemplary application in the province Salzburg. Another element of this work is the preparation and analysis of structural data, which are necessary for building up the modeling application. The exemplary application of modeling the demand in leisure traffic and the achieved results represent the culmination of this work.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	1
2	Methodische Grundlagen des Freizeitverkehrs	3
2.1	Abgrenzung des Freizeitverkehrs.....	4
2.2	Eigenschaften von Freizeitverkehr	7
2.3	Einflussgrößen auf den Freizeitverkehr.....	9
2.3.1	Identifikation spezifischer Ziele und Einflussfaktoren der Freizeitkategorien.....	11
3	Methodische Grundlagen der Verkehrsplanungsmodelle	14
3.1	Einteilung von Verkehrsplanungsmodellen	14
3.1.1	Aufgabe von Verkehrsplanungsmodellen.....	14
3.1.2	Grad der Disaggregation	16
3.1.3	Simulationsgegenstand	16
3.1.4	Simultan- und Sequenzmodelle.....	17
3.1.5	Zeitliche Betrachtungsebene	17
3.2	Grundlagen der Verkehrsangebotsmodelle.....	18
3.3	Grundlagen der Verkehrsnachfragemodelle	20
3.3.1	Entwicklung der Verkehrsnachfragemodelle	21
3.3.2	Anforderungen an Verkehrsnachfragemodelle.....	22
3.3.3	Qualität von Verkehrsnachfragemodellen	23
3.3.4	Vier Stufen der Verkehrsnachfragemodelle	26
3.3.5	Aktivitätenketten-basiertes Verkehrsnachfragemodell (VISEM)	29
3.3.6	Aktivitätenpaar-basiertes Verkehrsnachfragemodell (VISEVA)	30
3.4	Auswahl eines Nachfragealgorithmus	31
4	Aufbau eines Samstagsverkehrsmodells mit VISEVA.....	32
4.1	Betrachtungsgebiet der modellhaften Anwendung	33
4.1.1	Beschreibung des Betrachtungsgebietes.....	33
4.1.2	Analyse und Bewertung des Freizeitverkehrs in den betrachteten Regionen	34
4.2	Modellgrundsätze von VISEVA	35
4.3	Überblick zur Verkehrsmodellierung	35
4.4	Modellierung des Verkehrsangebots.....	37
4.4.1	Aufbau der Verkehrsangebotsmodellierung	37
4.4.2	Beschreibung der Kennwerte des Verkehrsmodelles	37
4.5	Nachfrageobjekte in VISEVA.....	38
4.6	Modellierung der Verkehrsnachfrage mittels VISEVA.....	43
4.6.1	Verkehrserzeugung	43
4.6.2	Verkehrsverteilung und -aufteilung.....	51
4.6.3	Umlegung beziehungsweise Modellierung der Verkehrswegewahl	54
4.6.4	Gleichgewicht mittels Rückkopplungsprozess	55
5	Datengrundlage, -aufbereitung und -analyse	58
5.1	Strukturdaten zur Abbildung des Freizeitverkehrs	58
5.1.1	Einkaufsverkehr	58
5.1.2	Winter-Freizeitverkehr	62
5.1.3	Sommer-Freizeitverkehr	63
5.1.4	Urlauberverkehr	63
5.2	Überblick verfügbarer Strukturdaten	64
5.3	Erforderliche Datengrundlage für eine modellhafte Anwendung.....	65
5.3.1	Raumstrukturdaten	69
5.3.2	Verkehrsverhaltensdaten.....	74

5.3.3	Angebotsdaten.....	78
5.3.4	Zielgrößen der Kalibrierung.....	78
5.4	Datenaufbereitung und -analyse der Struktur- und Verhaltensdaten.....	79
5.4.1	Berechnung des Freizeitpotentials	79
5.4.2	Berechnung freizeitspezifischer Strukturgrößen	84
5.4.3	Berechnung des spezifischen Verkehrsaufkommens	86
5.4.4	Berechnung der Erzeugungsraten.....	89
6	Anwendung der Methodik des Samstagsverkehrsmodelles.....	95
6.1	Vorgehensweise der Verkehrsmodellierung.....	95
6.2	Berechnung der Fahrtenmatrizen mit VISEVA.....	97
6.3	Ermittlung des Durchgangverkehrs	100
6.4	Kalibrierung.....	102
7	Auswertungen der erzielten Ergebnisse	103
7.1	Kennwerte der Nachfrageberechnung	103
7.1.1	Ortsveränderungen.....	103
7.1.2	Reiseweite und Reisezeit	106
7.2	Umlegungsergebnisse.....	109
7.2.1	Sommersamstag.....	109
7.2.2	Wintersamstag.....	114
7.2.3	Differenz bei Variation des Skipotentials	118
8	Schlussfolgerungen	120
8.1	Zusammenfassung	120
8.2	Ausblick	123
	Glossar - Begriffsbestimmung	126
	Literaturverzeichnis	131
	Anlagen.....	134
	Anlage 1 – Besucheranzahl von Sehenswürdigkeiten.....	134
	Anlage 2 – Spezifisches Verkehrsaufkommen – Salzburg Stadt.....	135
	Anlage 3 – Spezifisches Verkehrsaufkommen – Salzburg Land	136
	Anlage 4 – Ungewichtete Erzeugungsraten – Salzburg Stadt.....	137
	Anlage 5 – Ungewichtete Erzeugungsraten – Salzburg Land	139
	Anlage 6 – Aufteilungsfaktoren –Salzburg Stadt	141
	Anlage 7 – Aufteilungsfaktoren – Salzburg Land.....	142
	Anlage 8 – Gewichtete Erzeugungsraten – Salzburg Stadt.....	143
	Anlage 9 – Gewichtete Erzeugungsraten – Salzburg Land	145
	Anlage 10 – Streckentypen des Straßennetzmodells	147

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufteilung der Wegeanteile auf diverse Aktivitäten (in Prozent)	1
Abbildung 2: Systematisierung von Freizeitverkehr nach zeitlich-räumlichen Dimensionen	6
Abbildung 3: Systematisierung von nicht alltäglichen Freizeitverkehr nach zeitlich-räumlichen Dimensionen	6
Abbildung 4: Durchschnittliche Wegelänge [km] nach Ort und Wochentag.....	10
Abbildung 5: Durchschnittliche Aktivitätendauer [min] nach Ort und Wochentag.....	10
Abbildung 6: Elastizitäten verschiedener Charakteristika von Freizeitaktivitätskategorien	13
Abbildung 7: Gliederung von Verkehrsnachfragemodellen in Teilmodelle.....	15
Abbildung 8: Mobilitätsrelevante Entscheidungen und deren zugehörige Einflussfaktoren	21
Abbildung 9: Räumliche Gliederung der Verkehrsfahrten	25
Abbildung 10: Rückkoppelungen zwischen Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage	25
Abbildung 11: Schematische Modellidee der Verwendung von VISEVA.....	32
Abbildung 12: Bezirke im Land Salzburg	33
Abbildung 13: Standardisierter Ablauf der Verkehrsmodellierung	36
Abbildung 14: Komponenten von Nachfragemodellen des VISEVA-Modules	39
Abbildung 15: Zusammenhänge zwischen den Nachfrageobjekten	42
Abbildung 16: Berechnungsansätze der QZG-Typen des Kennwertmodells in VISEVA.....	49
Abbildung 17: Symbolerläuterung zum Kennwertmodell in VISEVA	50
Abbildung 18: Unterschiedliche Bewertungsfunktionstypen für die EVA-Bewertung	52
Abbildung 19: Typische EVA-Bewertungsfunktion	52
Abbildung 20: Rückkopplungen innerhalb der VISEVA-Modellstruktur.....	56
Abbildung 21: Nutzenfunktionen für das Gravitationsmodell der Verkehrsverteilung in VISUM.....	57
Abbildung 22: Dateneinfluss in der Verkehrsmodellierung mittels VISEVA	66
Abbildung 23: Einwohnerdichte des Betrachtungsgebietes [in EW/km ²]	69
Abbildung 24: Freizeitpotential der einzelnen Verkehrsbezirke für den Sommer (in Prozent).....	82
Abbildung 25: Freizeitpotential der einzelnen Verkehrsbezirke für den Winter (in Prozent).....	84
Abbildung 26: Strukturgrößengewichtungsfaktoren der QZG des Samstagmodells	91
Abbildung 27: Strukturgrößengewichtungsfaktoren der QZG des Werktagsmodells (Vermosa 1).....	91
Abbildung 28: Verfahrensablauf der Nachfrageberechnung mittels VISEVA-Modul.....	98
Abbildung 29: Exemplarische Darstellung der Belastung und Auslastungen der Streckenzüge am Sommer- und Wintersamstag	100
Abbildung 30: Verteilung der betrachteten Zählstellenstandorte im Betrachtungsgebiet	101
Abbildung 31: Ortsveränderungen je Aktivitätspaar für den Sommersamstag	104
Abbildung 32: Ortsveränderungen je Aktivitätspaar für den Wintersamstag.....	106
Abbildung 33: Belastungen und Auslastungen der Streckenzüge am Sommersamstag für das Betrachtungsgebiet.....	110
Abbildung 34: Quellverkehr des Binnenverkehrs im Betrachtungsgebiet am Sommersamstag.....	111
Abbildung 35: Zielverkehr des Binnenverkehrs im Betrachtungsgebiet am Sommersamstag	112
Abbildung 36: Matrixspinne des Binnenverkehrs im Betrachtungsgebiet am Sommersamstag.....	113
Abbildung 37: Belastungen und Auslastungen der Streckenzüge am Wintersamstag im Betrachtungsgebiet.....	114
Abbildung 38: Quellverkehr des Binnenverkehrs im Betrachtungsgebiet am Wintersamstag	115
Abbildung 39: Zielverkehr des Binnenverkehrs im Betrachtungsgebiet am Wintersamstag.....	116
Abbildung 40: Matrixspinne des Binnenverkehrs im Betrachtungsgebiet am Wintersamstag	117
Abbildung 41: Absolute Differenz zwischen dem Verkehrsaufkommen bei 10% und bei 5% Skipotential	119
Abbildung 42: Flussdiagramm der Verkehrsmodellierung des Samstagverkehrs mittels VISEVA	121

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Parameter der CR-Funktion nach Streckentypen klassifiziert.....	19
Tabelle 2: Überblick über Variablen zur Beschreibung von Gemeinden.....	20
Tabelle 3: Klassifizierung der Verhaltenshomogenen Gruppen für den Binnenverkehr des Samstagsmodells.....	40
Tabelle 4: Datenanforderung zur Abbildung des Samstagverkehrs	41
Tabelle 5: Randsummenbedingungen der QZG des Binnenverkehrs	47
Tabelle 6: Datenanforderung zur Abbildung des Einkaufsverkehrs.....	59
Tabelle 7: Teilverkehrserzeugungsraten nach Branchen für den Samstag lt. RVS 02.01.13.....	60
Tabelle 8: Teilverkehrserzeugungsraten für weitere Branchen lt. RVS 02.01.13.....	60
Tabelle 9: Besetzungsgrad der KFZ für den Einkaufsverkehr lt. RVS 02.01.13	61
Tabelle 10: Für das Samstagsmodell verwendete Erzeugungsraten der Branchenkategorien	61
Tabelle 11: Datenanforderung zur Abbildung des Freizeitverkehrs im Winter	62
Tabelle 12: Datenanforderung zur Abbildung des Sommer-Freizeitverkehrs	63
Tabelle 13: Datenanforderung zur Abbildung des Urlauberverkehrs.....	63
Tabelle 14: Quellen der Strukturdaten je Verkehrsbezirk des Betrachtungsgebietes	65
Tabelle 15: Zuordnung von Produktion und Attraktion zu den Verkehrsaufkommen, differenziert nach QZG-Typen	67
Tabelle 16: Klassifizierung der Quelle-Ziel-Gruppen für den Binnenverkehr des Samstagsmodells.....	67
Tabelle 17: Klassifizierung der Verhaltenshomogenen Gruppen für den Binnenverkehr des Samstagsmodells.....	68
Tabelle 18: Verwendete Strukturdaten des Betrachtungsgebietes zur Samstagsmodellierung	71
Tabelle 19: Besetzungsgrad der KFZ für den Samstag	77
Tabelle 20: Gewichtung der Freizeitpotentiale im Sommer.....	79
Tabelle 21: Aktivitäten pro Tag und Person je Wochentagestyp	80
Tabelle 22: Gewichtung der Freizeitpotentiale je Strukturgröße im Sommer.....	81
Tabelle 23: Gewichtung der Freizeitpotentiale im Winter.....	83
Tabelle 24: Gewichtung der Freizeitpotentiale je Strukturgröße im Winter.....	83
Tabelle 25: Samstagsfaktoren der Quellezielgruppen zur Gewichtung der Verhaltensparameter	87
Tabelle 26: Verhaltenshomogenen Obergruppen und Faktoren zur Gewichtung der Verhaltensparameter	88
Tabelle 27: Modalsplit-Anteil der QZG für betrachtete Regionen	89
Tabelle 28: Ergebnisse des Verkehrsaufkommens des Binnenverkehrs in OV und KFZ-Belastungen.....	103
Tabelle 29: Ergebnisse des Verkehrsaufkommens des Quell-Zielverkehrs in OV und KFZ-Belastungen.....	104
Tabelle 30: Ergebnisse des Verkehrsaufkommens des Binnenverkehrs in Ortsveränderungen und KFZ-Belastung.....	105
Tabelle 31: Ergebnisse des Verkehrsaufkommens des Quell-Zielverkehrs in Ortsveränderungen und KFZ-Belastung.....	106
Tabelle 32: Kfz-Fahrten der einzelnen QZG und Summe des Zellbinnenverkehrs für den Sommersamstag.....	107
Tabelle 33: Kfz-Fahrten der einzelnen QZG und Summe des Zellbinnenverkehrs für den Wintersamstag.....	108
Tabelle 34: Änderung der Gewichtung der Freizeitpotentiale je Strukturgröße im Winter.....	118
Tabelle 35: Dateinamen der Berechnungstabellen des digitalen Anhangs.....	123
Tabelle 36: Empfohlene Datengrundlage bei intensivierter Freizeitverkehrsmodellierung an Samstagen mittels VISEVA	125

Liste der Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
APL	Arbeitsplätze Gesamt
APL_TERT	Arbeitsplätze im tertiären Sektor
AV	Außenverkehr
BP	Maßgebende Personengruppe
BV	Binnenverkehr
BW_{ijk}	Bewertungswahrscheinlichkeit der Beziehung ijk bezüglich des Aufwandes aus der Sicht der Verkehrsteilnehmer
DV	Durchgangsverkehr
EK	Einkaufskategorie
ER	Erzeugungsrate
EW	Summe der Einwohner
F_{ijk}	Quelle-Ziel-Ströme von einem Bezirk i nach einem Bezirk j mit dem Verkehrsmittel k
GUARD	Forschungsprojekt - Guaranteed Ride Home
Handel_FL	Verkaufsraumfläche
IV-Anteil	Anteil MIV am Gesamtverkehr
MR	Mobilitätsrate (= spezifisches Verkehrsaufkommen)
Navteq	Kartenanbieter von Straßennetzen
NF	Verkehrsnachfrage
OV	Ortsveränderung
PG	Planungsgebiet
QV	Quellverkehr
QZ	Quell-/Zielverkehr
QZG	Quelle-Ziel-Gruppe
QZGT	Quelle-Ziel-Gruppen-Typ
SCH_PL	Schulplätze
SG	Strukturgröße
SV	Spezifisches Verkehrsaufkommen (= Mobilitätsrate)
VERMOSA 1	EU Projekt – EuRISS Verkehrsmodell Salzburg
VFL	Verkaufsraumfläche
VHG	Verhaltenshomogene Gruppe
VHOG	Verhaltenshomogene Obergruppe
VISEM	V erkehr I nformation S ystem – E rzeugung M odell - Programmsystem der PTV AG Karlsruhe zur Ermittlung der Verkehrsnachfrage
WISEVA	V erkehr in S tädten und Regionen E rzeugung V erteilung A ufteilung - Programmsystem der PTV AG Karlsruhe in Zusammenarbeit mit der TU Dresden zur Ermittlung der Verkehrsnachfrage

VISUM	Programmsystem der PTV AG Karlsruhe zur Routensuche und Umlegung
VM	Verkehrsmodell
ZE	Zeiteinheit
ZS	Zählstelle
ZV	Zielverkehr

Liste der Variablen

Abkürzung	Bedeutung
A_{IV}	MIV-Anteil am Gesamtverkehr, in Abhängigkeit der Betrachtungsregion
APL_i	Arbeitsplätze pro Bezirk i
V_APL_i	Verhältnis der gesamten Arbeitsplätze pro Bezirk i zur Summe aller Arbeitsplätze
APL_Tert_i	Arbeitsplätze im tertiären Sektor pro Bezirk i
$V_APL_Tert_i$	Verhältnis der Arbeitsplätze im tertiären Sektor pro Bezirk i zur Summe aller Arbeitsplätze im tertiären Sektor
b_{BV}	Streckenbelastung, welche durch den Binnenverkehr erzeugt wird
b_{DV}	Streckenbelastung, welche durch den Durchgangsverkehr erzeugt wird
b_{QZ}	Streckenbelastung, welche durch den Quell-/Zielverkehr erzeugt wird
b_{ZS}	Streckenbelastungen, die aus realen Detektorzählungen stammen
BP	Anzahl der Personen in der maßgebenden Bezugspersonengruppe
e	Index für Verkehrsbezirke
f_A	Aufteilungsfaktor des spezifischen Verkehrsaufkommens
f_{ErEK_n}	Erzeugungsratenfaktoren der einzelnen Einkaufskategorien
f_N	Normierungsfaktor der Wahrscheinlichkeit des Skibesuches
Freizeitpotential $_i$	Freizeitpotential pro Bezirk i
$V_Freizeitpotential_i$	Verhältnis des Freizeitpotentials pro Bezirk i zur Summe aller Freizeitpotentiale
$f_{SG,i}$	Strukturgrößenfaktor pro Verkehrsbezirk und QZG pro Bezirk i
f_{we}	Wochenendfaktor, um die Übernachtungen an Wochenende höher zu gewichten als die Übernachtungen an Werktagen
EK	Unterscheidung in sieben Einkaufskategorien, für die sieben unterschiedlichen Branchen
ER	Die Erzeugungsraten geben die Ortsveränderungen an, die je nach Strukturgröße pro Tag angezogen werden
EW_i	Einwohner pro Bezirk i
V_EW_i	Verhältnis der Einwohner pro Bezirk i zur Summe aller Einwohner
Handel_Fl $_i$	Verkaufsraumfläche pro Bezirk i
$V_Handel_Fl_i$	Verhältnis der Verkaufsraumfläche pro Bezirk i zur Summe aller VFL
i, j	Indices für Verkehrsbezirke
n	Index der sieben Einkaufsbranchen
OV	Ortsveränderung
p	Index für die 13 Bezugspersonengruppe
P_s	Wahrscheinlichkeit des Aufsuchens eines Skigebietes s
s	Index für verschiedene Skigebiete
SCH_PI $_i$	Schulplätze pro Bezirk i

V_{SCH_PI}	Verhältnis der Schulplätze pro Bezirk i zur Summe aller Schulplätze
SG	Einheiten der maßgebenden Strukturgrößen
SG_APL	Strukturgrößengewichtungsfaktor der gesamten Arbeitsplätze je QZG
SG_APL_T	Strukturgrößengewichtungsfaktor der Arbeitsplätze im tertiären Sektor je QZG
SG_EW	Strukturgrößengewichtungsfaktor der Einwohner je QZG
SG_Freizeit	Strukturgrößengewichtungsfaktor des Freizeitpotentials je QZG
SG_SP	Strukturgrößengewichtungsfaktor der Schulplätze je QZG
SG_VFL	Strukturgrößengewichtungsfaktor der Verkaufsraumfläche je QZG
ΣSG	Gesamtes beeinflussendes Strukturpotential
SV	Spezifisches Verkehrsaufkommen einer QZG und einer VHG
ΣSV	Summe der spezifischen Verkehrsaufkommen einer QZG über alle VHG
SV_p	Spezifisches Verkehrsaufkommen der 13 VHG
Q	tatsächliches Quellverkehrsaufkommen
QP	Anziehungspotential des Quellverkehrs
QV_i	Quellverkehr der einzelnen Verkehrsbezirke
t_{we}	Wochenendtage im November 2006
t_{wo}	Wochentage im November 2006
u, v	Binnenverkehrsanteile
\ddot{u}	Anzahl der Übernachtungen pro Wochenendtag im November 2006 lt. Statistik
$\ddot{u}_{Vermosa}$	Übernachtungen an dem Betrachtungstag von Vermosa 1 (November 2006)
\ddot{u}_{we}	Übernachtungen an Wochenendtagen im November 2006
\ddot{u}_{wo}	Übernachtungen an Wochentagen im November 2006
$\Sigma \ddot{u}$	Gesamte Anzahl der Übernachtungen im November 2006
$\Delta \ddot{u}$	durchschnittliche Übernachtung pro Wochenendtag im November 2006
V	Gesamtverkehrsaufkommen
ΣVFL	Summe der Verkaufsfläche
ΣVFL_{EK}	Summe der Verkaufsfläche der einzelnen Einkaufskategorien pro Verkehrsbezirk
VHG_p	Personenanzahl innerhalb der 13 Verhaltenshomogenen Gruppen
$V_{K,s}$	Verhältnis der Kosten (in Prozent) des Skigebietes s
$V_{L,s}$	Liftverhältnis (in Prozent) des Skigebietes s
$V_{P,s}$	Verhältnis der Pistenkilometer (in Prozent) des Skigebietes s
Z	tatsächliches Zielverkehrsaufkommen
ZE	Zeiteinheit
ZP	Anziehungspotential des Zielverkehrs

1 Einführung

Freizeit dient dazu individuell bevorzugte Aktivitäten in der „freien Zeit“ nachzugehen. Dies erfordert in vielen Fällen eine Ortsveränderung und produziert damit Verkehr. Somit ist Freizeitverkehr jener Verkehr der entsteht um eine Freizeitaktivität an einem anderen Ort durchführen zu können. Bis dato wurde der Freizeitverkehr jedoch bei der Verkehrsmodellierung vernachlässigt, Gründe hierfür gibt es einige, die nachstehend angeführt werden sollen. Obwohl der Freizeitverkehr an sich das gewichtigste Verkehrssegment bildet, mit einem sehr hohen Anteil an motorisiertem Individualverkehr, spielt die modellmäßige Abbildung eine geringe Rolle. Grund hierfür kann sein, dass die Tagesspitzen hauptsächlich vom Berufsverkehr hervorgerufen werden, der Freizeitverkehr sich jedoch über den ganzen Tag verteilt, weshalb die Konzentration bei der Modellierung auf den Berufsverkehr gelegt wird um die Problematik in den Spitzenstunden des Tages beheben zu können. Zudem lässt sich der Berufsverkehr durch all seine routinierten Abläufe leichter beschreiben, als vergleichsweise der inhomogene Freizeitverkehr.

Wie Abbildung 1 belegt, ist der Wegeanteil in Bezug auf den Freizeitverkehr mit über 40 Prozent der mit Abstand gewichtigste, dieser Wert bezieht sich zudem lediglich auf die Wege des Werktages. Während der Anteil sich an Samstagen bereits auf etwa 70 Prozent erhöht, erreicht dieser an Sonntagen mit mehr als 90 Prozent die größte Ausdehnung, wie Meier in seiner Studie *Nachhaltiger Freizeitverkehr*¹ belegt. Nicht nur der Wegeanteil erhöht sich dabei, sondern auch die korrelierende Dauer der Freizeitfahrten. Während die Dauer der Freizeitfahrten an Werktagen etwa 30 Minuten beträgt, so dauern Fahrten an Samstagen (etwa 55 Minuten) beziehungsweise an Sonntagen (etwa 80 Minuten) um einiges länger.

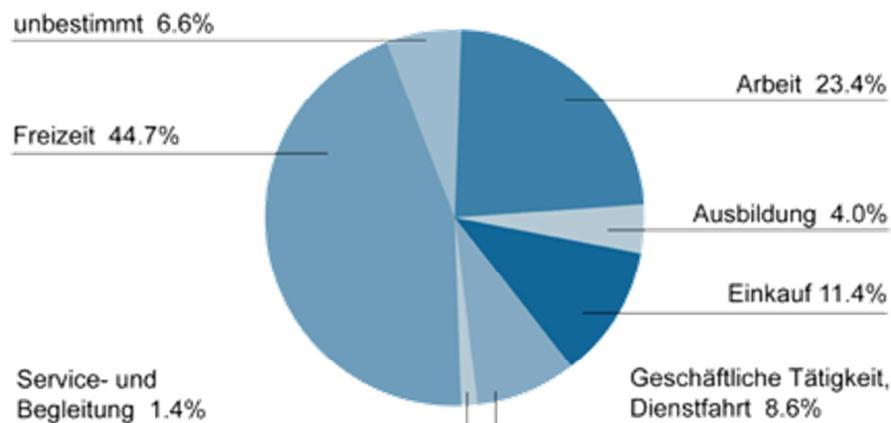


Abbildung 1: Aufteilung der Wegeanteile auf diverse Aktivitäten (in Prozent)²

Diverse Studien (Axhausen et al 2003) zeigen, dass künftig der Anteil des Freizeitverkehrs weiter im Begriff ist zu steigen, sei es durch die Veränderungen der Altersstruktur der Bevölkerung, durch das weiter voranschreitende Bedürfnis der Selbstverwirklichung oder, wie Axhausen³ prognostiziert, durch die mittelfristig vermutlich weiter sinkenden Lebensarbeitszeiten sowie wachsende mittlere Realeinkommen. Welche Erklärung gibt es

¹ Vgl. (Meier, 2000)

² <http://www.are.admin.ch/themen/verkehr/00256/00499/index.html?lang=de> (12.07.2011 – 12:20)

³ Vgl. (Schlich, Simma, Axhausen, 2003) Seite 5

nun, dass der Freizeitverkehr modellierungsmäßig derart vernachlässigt wird? Liegt es an Wissensdefiziten und der noch immer uneinheitlichen Begrifflichkeiten der Freizeit beziehungsweise des Freizeitverkehrs an sich? Scheitern die herkömmlichen Ansätze bei der Beeinflussung und Lenkung des Verkehrs daran, dass soziale Motive eine größere Rolle bei der Zielwahl besitzen als die eigentliche Infrastruktur oder die zur Auswahl stehenden Angebote? Fakt ist, dass die Freizeit von einer besonders umfangreichen, komplexen Individualität der Mobilitätskonzepte geprägt ist, dadurch gestaltet sich die Erklärung von Motiven und Determinanten des Freizeitverkehrs als schwierig.⁴

Ziel dieser Arbeit ist es nun, diese schwierig zu beschreibenden Determinanten und Faktoren, welche Einfluss auf die Freizeitmobilität jedes Einzelnen nehmen, zu eruieren, zu erfassen und zu analysieren. Repräsentative Struktur- und Verhaltensdaten müssen einer Datenaufbereitung und -analyse unterzogen werden, um daraufhin eine geeignete Methodik zu entwickeln, mit Hilfe derer der Freizeitverkehr großräumig modelliert und analysiert werden kann. Diese modellhafte Anwendung der Methodik wird anhand des Bundeslandes Salzburg erstellt, wobei anschließende Auswertungen und Interpretationen der Ergebnisse des Modells geführt werden sollen. Diese Arbeit sollte vielmehr als Wissensbasis dienen, wie der Freizeitverkehr in günstiger Art und Weise modellierbar ist.

⁴ Vgl. (Ohnmacht, 2008) Seite 9

2 Methodische Grundlagen des Freizeitverkehrs

Bei genauer Betrachtung des Begriffes der Freizeit wird man mit zahlreichen Fragestellungen konfrontiert: Was ist Freizeit eigentlich? Welche Mobilitätsereignisse stehen in einem engen Zusammenhang mit der Freizeit? Kann man Freizeit systematisieren um eine zielgerichtete Betrachtung zu ermöglichen? Bis dato existieren weder eindeutige und anerkannte Definitionen für den Begriff „Freizeit“ im Allgemeinen, noch für die Begriffe des „Freizeitverkehrs“ oder der „Freizeitmobilität“ im Speziellen. Diese „Beliebigkeit des Freizeitphänomens“ wird durch die große Anzahl an Freizeitdefinitionen Zusehens unterstrichen.⁵

Freizeit bezeichnet im Allgemeinen jenen arbeitsfreien Zeitraum, über den jede einzelne Person frei verfügen kann, freie Wahlmöglichkeiten hat und frei von jeglichen Verpflichtungen ist. Zentraler Punkt der Freizeit betrifft die Möglichkeit der Selbstverwirklichung, in der autonomes Tun restlos ermöglicht wird. Der heutzutage oft verwendete Begriff des Freizeitstresses zerstört jedoch zusehends das idyllische Bilde der Freizeit, da der Druck durch die Gesellschaft steigt, etwas tun zu müssen (Opaschowski, 1994).⁶

Häufiger Fehler der Betrachtung der Freizeit liegt insbesondere darin, dass die Freizeit lediglich als Restgruppe gesehen wird. Wenn demnach nicht gearbeitet oder geschlafen wird, dann befindet man sich automatisch im Bereich der Freizeit. Dass diese Abgrenzung nicht zulässig ist, erkennt man am Beispiel der Hausarbeit, der Sorgearbeit für Kinder oder der nichtentlohnten Betreuung von alten Menschen, wie auch der ehrenamtlichen Mitarbeit in diversen gemeinnützigen Organisationen. Dieser nicht unwesentliche Anteil, der häufig der Freizeit zugeordnet wird, kann man unter dem Begriff der „Halbfreizeit“ oder auch „Obligationszeit“ zusammenfassen. Viel eher treffen da die Beschreibungen von Freizeit zu, welche von Lamprecht und Stamm geprägt wurden.⁷ Dabei wird die Freizeit in zwei Unterbegriffe unterschieden. Zum einen die „Freizeit als freie Zeit“, welche die Freizeit als diejenige Zeit, die nach Abzug der vom Individuum subjektiv als Pflicht erlebten Zeit bleibt. Zum anderen die „Freizeit als Summe von Aktivitäten“: Freizeit als Handlungen, deren Ausübungen vom Individuum subjektiv als freiwillig gewählt eingeschätzt wird.

*„Wenn im Folgenden daher von Freizeit die Rede ist, beziehen wir uns auf die Möglichkeit der individuell disponiblen Ausgestaltung der Zeit. Es ist die freie Zeit gemeint, die nicht durch Arbeit, Berufsnebenzeiten, körperliche Regeneration, Fahrten von und zur Arbeit und durch soziale Verpflichtungen okkupiert wird, die aber dennoch komplett autonom und ohne jeglicher Zwänge freiwillig durchgeführt werden“.*⁸

⁵ Vgl. (Ohnmacht, 2008) Seite 11

⁶ Vgl. (Opaschowski, 2008) Seite 254

⁷ Vgl. (Lamprecht und Stamm, 1994) Seite 39

⁸ Vgl. (Ohnmacht, 2008) Seite 12

2.1 Abgrenzung des Freizeitverkehrs

Für die Begriffe „Freizeitverkehr“ bzw. „Freizeitmobilität“ existiert ebenfalls keine eindeutige und allgemein anerkannte Definition.⁹ Die damit verbundene „Beliebigkeit des Freizeitphänomens“ spiegelt sich in einer großen Anzahl von Freizeitdefinitionen wider. Oft wird der Freizeitverkehr in der Verkehrsplanung sehr oberflächlich behandelt und bildet lediglich eine Residuenkategorie, für alle Fahrten welche noch nicht einer der anderen Fahrzwecke zugeordnet wurden. Demnach folgt auch der Freizeitverkehr per se dem Problem eine Restgröße zu sein, was jedoch, wie schon im Abschnitt davor behandelt, nicht als günstig anzusehen ist.¹⁰

Lüking¹¹ stellt indes fest, „dass die Anzahl PKW auf schweizerischen Straßen in vielen Fällen an Wochenenden und Feiertagen größer ist als werktags“. Demnach „Wird Freizeitverkehr mehr und mehr zu einem Dimensionierungsfaktor der Infrastruktur.“ Dies zeigt eindeutig, die Wichtigkeit der Schaffung von Verkehrsmodellen, welche den Freizeitverkehr, als sein Kerngebiet betrachtet und nicht lediglich als Residuum abtut. Lüking beschreibt bereits die Wochenendtage und Feiertage als Dimensionierungsfaktoren, weswegen es als günstig zu erachten scheint, auch für diese Arbeit in weiterer Folge die Konzentration auf jene Tage zu lenken.

Analog zur Freizeitdefinition versteht sich Freizeitverkehr als Verkehrszweck, der im Rahmen von außerhäuslichen Aktivitäten unter dem Vorzeichen des relativen Freiseins von Verpflichtungen durchgeführt wird. Demnach müssten hierbei alle Wege, welche nach eigenem Ermessen gestaltet werden und keine verpflichtende Tätigkeiten betreffen, aufsummiert werden. Häufig wird bei Untersuchungen den Freizeitverkehr betreffend, der Aktivitäten-basierte Ansatz gewählt, dabei sind die einzelnen Aktivitäten klar dem Freizeitverkehr zuzuordnen beziehungsweise anderen Verkehrszwecken. Diese klare Zuordnung stößt jedoch ebenfalls an gewisse Grenzen, weswegen auch Untersuchungen zur individuellen Entscheidungsfindung und damit zur Erweiterung des Verständnisses der Akteure zwingend notwendig sind. Welche Aktivitäten für Akteure nun als Freizeit gelten, kann nicht immer eindeutig bestimmt werden, weswegen es näherer Untersuchungen bedarf, welche die individuelle Entscheidungsfindung in den Blickpunkt stellen. Dies sei anhand dreier Beispiele illustriert:¹²

Begleitung

Die Kinder beim Sportkurs abzusetzen oder die Großeltern zur Arztpraxis zu bringen, kann für den einen als Inanspruchnahme seiner Person gewertet werden und nicht mit seiner Vorstellung von Freizeit in Zusammenhang stehen. Für den zweiten hingegen besteht darin eine Möglichkeit, sozialen Beziehungen in seiner Freizeit nachzugehen.

⁹ Vgl. (Fastenmeier, Gstalter, Lehnig, 2003) Seite 12

¹⁰ Vgl. (Ohnmacht, 2008) Seite 13

¹¹ Vgl. (Lüking, 1997) Seite 13

¹² Vgl. (Ohnmacht, 2008) Seite 14

Betreuung

Werden Ausflüge mit Kindern unternommen, so fallen diese Aktivitäten klar in den Bereich der Freizeit, während jedoch das kurzzeitige Beaufsichtigen von Kindern eher als Okkupationszeit gesehen wird.

Einkauf

Unterliegt der Einkauf dem Zwang Lebensmittel zu kaufen, oder steht hierbei die Bedeutung des Erlebnisses im Vordergrund? Einkaufszentren bieten vermehrt Erlebniseffekte an, welche die Kundschaft anziehen und die Verweildauer in den Geschäften erhöhen sollen. Freizeitanlagen werden wiederum durch Einkaufszentren ergänzt, um von der höheren Kundenfrequenz profitieren zu können. Gerade an Samstagen kommt dem Erlebnisfreizeiteinkauf ein beträchtlicher Anteil der Verkehrswege zu.

Die Heterogenität im Freizeitverkehr und die Einwirkung von individuellen, sozialen Empfindungen kommen hier nur allzu deutlich hervor und unterstreichen die Schwierigkeiten bei der Beschreibung von Freizeitverkehr. Häufig werden zwei unterschiedliche Perspektiven bei der Betrachtung von Freizeitverkehr herangezogen und angewandt, wie auch bei Lüking¹³ beschrieben. Bei Perspektive 1 ist es notwendig, eine übergeordnete zweckdienliche Definition von Freizeitverkehr zu formulieren. So wird es bei statistischen Erhebungen gehandhabt, um ein möglichst breites Spektrum von Aktivitäten zu erfassen. Hierfür wird Freizeit sehr pragmatisch gehandhabt und durch Aktivitäten definiert. Perspektive 2 geht davon aus, dass die soziale Variabilität und Kontextabhängigkeit der Akteure miteinbezogen wird.¹⁴ Die soziale Variabilität zu erfassen, bedürfe einer enorm umfangreichen Befragung, welche in dieser Arbeit nicht realisiert werden kann, weshalb die erste Perspektive für weitere Ausführungen herangezogen wird.

In der Literatur existieren einige unterschiedliche Ansätze, den Freizeitverkehr zu systematisieren.¹⁵ Eine verbreitete Systematik, vorgestellt von Lanzendorf, gliedert den Freizeitverkehr nach zeitlichen und räumlichen Dimensionen (Abbildung 2). Die erste Unterteilung betrifft die Wohnumfeldnähe bzw. die Regelmäßigkeit. Von alltäglichem Freizeitverkehr wird gesprochen, wenn dieser im üblichen und unmittelbaren alltäglichen Wohn- und Arbeitsumfeld stattfindet, sprich routinierte und regelmäßige Wege mit einschließt. Die Kategorie des nicht-alltäglichen Freizeitverkehrs geht über dieses Umfeld hinaus und lässt sich bezüglich zeitlicher Dauer weiter splitten. Tagesausflüge enden beispielsweise noch am selben Tag, Kurzreisen betreffen einen zeitlichen Horizont von zwei bis einschließlich vier Tage, danach bilden Urlaubsreisen die Ausflüge mit fünf oder mehr Tagen. Auch Verkehr am Urlaubsort selbst entspricht einer eigenen Kategorie. Und darf zahlenmäßig, gerade in Tourismus starken Regionen, nicht unterschätzt werden.

¹³ Vgl. (Lüking, 1997) Seite 13

¹⁴ Vgl. (Lanzendorf, 1997) Seite 21

¹⁵ Vgl. (Freyer, Groß, 2003) Seite 10



Abbildung 2: Systematisierung von Freizeitverkehr nach zeitlich-räumlichen Dimensionen¹⁶

Alltagsfreizeit umfasst nun mobilitätsauslösende Aktivitäten, welche an jedem beliebigen Tag ausgeübt werden können und zudem eine gewisse Regelmäßigkeit erkennen lassen. Auch Fastenmeier (2001) beschreibt die Alltagsfreizeit als Tätigkeit, bei welcher es sich „ganz offensichtlich um Routinetätigkeiten handelt, die in einem weitgehend festen zeitlichen Rhythmus durchgeführt werden“.¹⁷ Gerade das Vorhandensein von einem zeitlichen Rhythmus vereinfacht die Modellierungsarbeit in punkto der Alltagsfreizeit. Nicht-alltäglicher Freizeitverkehr, oder Erlebnisfreizeitverkehr bezeichnet Ausflüge, welche zumindest einen halben Tag andauern, deshalb präferiert an Samstagen, Sonn- oder Feiertagen durchgeführt werden. Da das Verkehrsaufkommen an Samstagen des Öfteren als dimensionierender Faktor auftritt, wie bereits beschrieben, soll sich die Betrachtung des Freizeitverkehrs in dieser Arbeit auf den Samstag konzentrieren. Gerade der Samstag wird in tourismusreichen Regionen als An- beziehungsweise Abreisetag genutzt, woraus eine erhöhte Verkehrsbelastung resultiert. Aus den zwei unterschiedlichen Verkehrsarten des Urlaubsverkehrs und des Tagesfreizeitverkehrs entstehen neben dem An- und Abreiseverkehr, auch der Verkehr am Urlaubsort und der Verkehr als Freizeitverkehr selbst. Es ist durchaus denkbar, dass Freizeitverkehr eine Freizeitaktivität per se (z.B. spazieren fahren mit dem Auto) darstellt, welcher im Allgemeinen jedoch schwer zu erfassen ist. Man spricht hierbei auch von „intrinsisch motiviertem Verkehr“. Dieser Verkehrszweck umfasst jedoch lediglich einen kleinen, untergeordneten Anteil, weswegen keine zwingende Notwendigkeit entsteht, diesen modellmäßig zu betrachten und abzubilden.

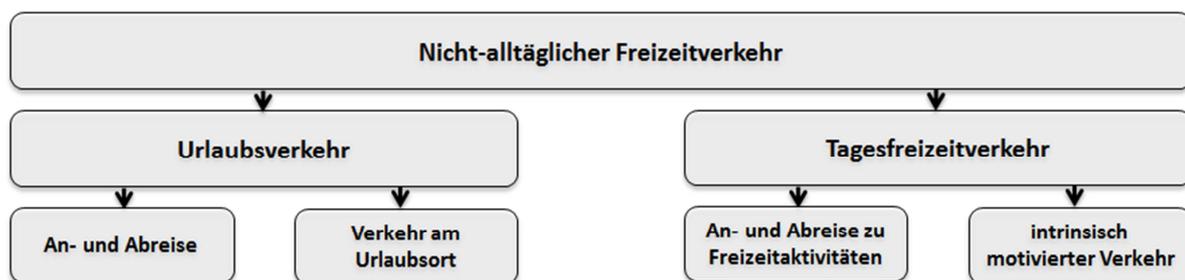


Abbildung 3: Systematisierung von nicht alltäglichen Freizeitverkehr nach zeitlich-räumlichen Dimensionen

¹⁶ Vgl. (Lanzendorf, 2001) Seite 37

¹⁷ Vgl. (Fastenmeier, Gstalter, Lehning, 2001) Seite 67

2.2 Eigenschaften von Freizeitverkehr

Um den Freizeitverkehr mit all seinen Facetten verstehen zu können, sollen an dieser Stelle weitere Ausführungen zur Charakterisierung dieses Verkehrszweckes folgen. Anschließende Ausführungen stützen sich auf Erkenntnisse, welche in Forschungsberichten der ETH Zürich behandelt und analysiert wurden. Die gewonnenen Erkenntnisse können jedoch gerade in makroskopischen Verkehrsmodellen oft nicht angewandt werden, da die Informationen die erforderliche Genauigkeit bei weitem überschreitet. Plant man jedoch eine großräumige Verkehrsmodellierung durchzuführen und anhand von Befragungen aufzubauen, dann können die vorliegenden Erkenntnisse getrost verwendet werden.

Heterogenität von Freizeit¹⁸

Um die im Freizeitverkehr vorherrschende Heterogenität abbilden zu können, empfiehlt es sich, den Freizeitverkehr an sich möglichst differenziert zu erfassen und Freizeit nicht lediglich als eine Aktivität oder einen Wegezweck zu verstehen. Häufig findet man die Unterscheidung zwischen Wochen- und Wochenendfreizeitverkehr, in Anbetracht dessen, dass jedoch ähnliche Bedürfnisse sowohl am Wochenende als auch unter der Woche befriedigt werden, erscheint diese Segmentierung nicht günstig zu sein. Unterteilungen zwischen Alltagsfreizeit und Erlebnisfreizeit sind ebenfalls Gang und Gebe, jedoch auch hierbei stößt man an die Grenzen der Deklaration, was nun Erlebnis- und was Alltagsfreizeit ist. Daher wird eine Unterteilung in unterschiedliche zweckmäßige Aktivitätengruppen angeregt, wobei auf eine notwendige Kategorisierung und auf unterschiedliche Durchführungsrhythmen Bedacht zu nehmen ist.

Räumliche Einflussfaktoren und Wohnkontext¹⁹

Es konnte bestätigt werden, dass zwischen der Wohnqualität und dem Verhalten im Umgang mit Freizeit ein Zusammenhang besteht. Bereits 1994 stellten Fuhrer und Kaiser eine These der Fluchtmobilität²⁰ auf, diese besagt, dass Leute, welche in schlechteren Wohnverhältnissen leben, einen erhöhten Drang nach Freizeit außer Haus verspüren. Die Tatsache, dass Personen, die über Außenräume oder Zweitwohnungen verfügen, seltener ihre Freizeit außer Haus verbringen, untermauert diese These. Die räumlichen Komponenten treten jedoch im Vergleich zu den soziodemographischen Einflüssen in den Hintergrund. Offenkundig wird dies, da einer der größten Anteile am Freizeitverkehr der Besuch von Freunden ist; die hierbei zurückzulegenden langen Wege spielen lediglich eine marginale Rolle. Eine positive Gestaltung des Nahraumes kann jedoch durchaus dazu führen, die Weglänge zu reduzieren, da die Freizeit im unmittelbaren Nahraum verbracht werden kann.

Rhythmik und Variabilität von Freizeitverhalten²¹

Der zeitliche Rhythmus mit dem Freizeitaktivitäten durchgeführt werden, hängt stark von der Art der Aktivität per se ab. Dies soll bedeuten, dass während einige Aktivitäten in einem sehr regelmäßigen Rhythmus durchgeführt werden, der Großteil aber keinem Wochenrhythmus unterliegt. Alltägliche Freizeit wird an ein und demselben Ort in vertrauter Umgebung

¹⁸ Vgl. (Schlich, Simma, Axhausen, 2003) Seite 118

¹⁹ Vgl. (Schlich, Axhausen, 2002) Seiten 22, 58 - 73

²⁰ Vgl. (Fuhrer, Kaiser, 1994)

²¹ Vgl. (Schlich, Simma, Axhausen, 2003) Seite 119

durchgeführt, dies lässt eine gewisse Routine bei der Durchführung erkennen; beispielhaft sei hier ein wöchentliches Sport-Abonnement erwähnt. Andere Freizeitaktivitäten, beispielsweise Wanderausflüge, werden sehr variabel durchgeführt, ein Strickmuster ist nicht zu erkennen und eine Prognose der Zielwahl wird nur schwer fassbar. Resultierend kann man nun einen beträchtlichen Anteil an Verhaltensvariabilität in der Freizeit erkennen, jene unterstreicht die Komplexität, welche bei einer Modellierung der Freizeitaktivität vorherrscht und zur Berücksichtigung kommen muss.

Soziale Netze²²

Man konnte herausfinden, dass persönliche Kontakte zu den wichtigsten Motiven des Freizeitverkehrs gehören, wenn diese nicht sogar das wichtigste Motiv des Freizeitverkehrs darstellen, weswegen ein besseres Verständnis von Freizeitverkehr anhand genauerer Untersuchungen der sozialen Netze von Personen erzielt werden kann. Durch die großen räumlichen Distanzen innerhalb sozialer Netze und der Tatsache des hohen MIV Anteils bei der Durchführung dieser Freizeitaktivität, nämlich dem Besuch von Freunden oder Bekannten, wird der Stellenwert von sozialen Kontakten offensichtlich. Genauere Betrachtungen in diese Richtung sind deshalb unabdingbar. Studien aus der Schweiz²³ belegen die Wichtigkeit der sozialen Kontakte in der Freizeit damit, dass etwa 60 bis 80 Prozent aller Wege zu Freizeitaktivitäten in Begleitung zurückgelegt und diese Aktivitäten folglich in den meisten Fällen ebenfalls gemeinsam durchgeführt werden. Soziale Kontakte prägen also nicht lediglich die eindeutigen Freizeitaktivitäten, welche stets eng im Zusammenhang mit sozialen Kontakten stehen, wie Besuche von Freunden oder Verwandten, vielmehr haben diese sozialen Kontakte einen Einfluss auf einen großen Anteil der außerhäuslichen Aktivitäten in der Freizeit. Etwa 40 Prozent aller Aktivitäten werden mit Personen durchgeführt, welche nicht im selbigen Haushalt wohnen. Aus Sicht der Verkehrsplanung sind diese Aktivitäten besonders interessant, da die zurückgelegten Wege von unterschiedlichen Individuen mitbeeinflusst werden.

Zielwahl²⁴

Zu beachten ist, dass Modelle nicht alle relevanten Einflussgrößen einer Entscheidungssituation erfassen können und die Qualität in Korrelation mit der Qualität der Datengrundlage steht. Vorab wurde die These aufgestellt, dass die Zielwahl stark von der Distanz beziehungsweise der Reisedauer vom Wohnort einer Person zu den möglichen Alternativen abhängt und zudem auch die Infrastruktur zur Ausübung der Freizeitaktivität einen erhöhten Einfluss auf die Zielwahl besitzt. Während nun die erste These verifiziert werden konnte, konnte die zweite These nicht mit voller Wirkung bestätigt werden. Es überrascht, dass die Qualität der infrastrukturellen Einrichtungen eine nicht so gewichtige Rolle spielt, wie zu vermuten war.

Motive²⁵

Motive im Freizeitverkehr verhalten sich sehr unterschiedlich, nach der Art des Freizeitverkehrs an sich (Abbildung 2). So gilt die Prämisse des Alltagsfreizeitverkehrs der

²² Vgl. (Schlich, Simma, Axhausen, 2003) Seite 120

²³ Vgl. (Schlich, Simma, Axhausen, 2003) Seite 45

²⁴ Vgl. (Schlich, Simma, Axhausen, 2003) Seite 89 – 115, 121

²⁵ Vgl. (Schlich, Simma, Axhausen, 2003) Seiten 2, 74 - 88

Erholung, wohingegen die Prämisse des Urlaubverkehrs in die Richtung von Abwechslung und neuen Erlebnissen tendiert. Zudem wird Alltagsfreizeitverkehr präferiert im unmittelbaren Nahraum durchgeführt, in Kontrast dazu werden des Wochenendes oder im Urlauberverkehr auch weiter entfernte Gebiete für die Durchführung der Freizeit aufgesucht. Als generell wichtigstes Motiv konnten soziale Kontakte eruiert werden.²⁶ Dies zeigt, dass der Entwicklung von sozialen Netzen eine erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte, um zukünftig die Variabilität des Freizeitverkehrs, welche auf sozialen Faktoren basiert, besser abbildbar zu machen.

Inwiefern diese einzelnen Punkte der Eigenschaften von Freizeitverkehr jedoch auch bei der Modellbildung der Verkehrsnachfrage Berücksichtigung finden kann, bleibt an dieser Stelle noch offen.

2.3 Einflussgrößen auf den Freizeitverkehr

Dieser Abschnitt soll dazu dienen, einen Überblick zu schaffen, welche Einflüsse bei der Quantität des Freizeitverkehrs steuernd eingreifen. Diese Einflüsse müssen jedoch sowohl für den Winter- als auch für den Sommerfreizeitverkehr getrennt voneinander betrachtet werden, da zu erwarten ist, dass unterschiedliche Parameter je nach der Jahreszeit auch unterschiedliche Einflüsse auf die Anzahl von Freizeitfahrten haben. Wie schon beschrieben verhält sich das Freizeitverhalten sehr heterogen und beinhaltet viele verschiedene Aktivitäten. Darum scheint es unwahrscheinlich zu sein, dass die Durchführung dieser und die Motivationsfaktoren, ein bestimmtes Ziel aufzusuchen, für jegliche Freizeitaktivitäten die gleichen sind. Die Zielwahlmodellierung muss somit für verschiedene Aktivitäten in unterschiedlicher Art und Weise durchgeführt werden.²⁷

Da eine umfassende Befragung als Datengrundlage vorliegen müsste, um die Einflussgrößen genau analysieren zu können, diese Befragung jedoch nicht in dieser Arbeit inkludiert werden konnte, werden an diesem Punkt Erfahrungswerte von anderen Studien übernommen, Studien die speziell auf der ETH Zürich bezüglich Freizeitverkehrsmobilität vollzogen wurden. Im Projektzusammenhang *Determinanten des Freizeitverkehrs*²⁸ ist die Frage der Zielwahl das bestimmende Thema. Es wird der Frage nachgegangen, welche Faktoren eine Rolle spielen, dass ein bestimmter Ort für die Durchführung einer Freizeitaktivität ausgewählt wird. Weitere Fragestellungen ergeben sich wie folgt. Welchen Einfluss nimmt die Ausstattung mit Freizeitinfrastruktur eines Ziels oder die Eigenschaften der Reise und können die Einflüsse für verschiedene Personengruppen unterschieden und klassifiziert werden? Zudem macht sich besagte Studie zur Aufgabe, die Variabilität des Freizeitverhaltens genauer zu analysieren. Besondere Beachtung erhielt die Frage nach dem Einfluss des Wohnkontexts auf die Durchführung von Freizeitaktivitäten. Ein weiteres Ziel ist die Identifizierung von Motiven des Freizeitverhaltens.

Unter Verwendung von Gruppendiskussionen²⁹ (Fokusgruppen von zehn bis fünfzehn Personen) wurde eine Untersuchung von Einflussfaktoren des Freizeitverkehrs im Zuge dieser Arbeit der ETH Zürich durchgeführt. Die Überprüfung wesentlicher Determinanten der

²⁶ Vgl. (Fastenmeier, Gstalter, Lehnig, 2003)

²⁷ Vgl. (Schlich, Simma, Axhausen, 2003) Seite 98

²⁸ Vgl. (Schlich, Simma, Axhausen, 2003)

²⁹ Vgl. (Schlich, Simma, Axhausen, 2003) Seite 24

Zielwahl im Freizeitverkehr am Wochenende und die Identifizierung von Motivationen erscheinen dadurch ermöglicht zu werden und erbrachten folgende Ergebnisse. Die durchschnittliche Anzahl von Freizeitaktivitäten pro Tag ist am Wochenende erwartungsgemäß höher (etwa 14%), genauso ist dasselbe Verhalten bei den durchschnittlichen Wegelängen zu beobachten, respektive sind Wegelängen am Wochenende länger als unter der Woche.

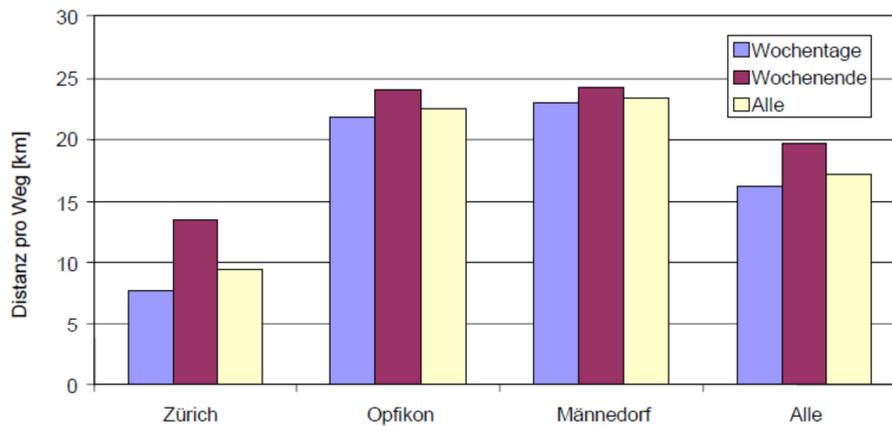


Abbildung 4: Durchschnittliche Wegelänge [km] nach Ort und Wochentag³⁰

Auch die Dauer der Aktivitäten nimmt gegen das Wochenende hin zu, wobei stadtspezifische Unterschiede abermals auftreten.

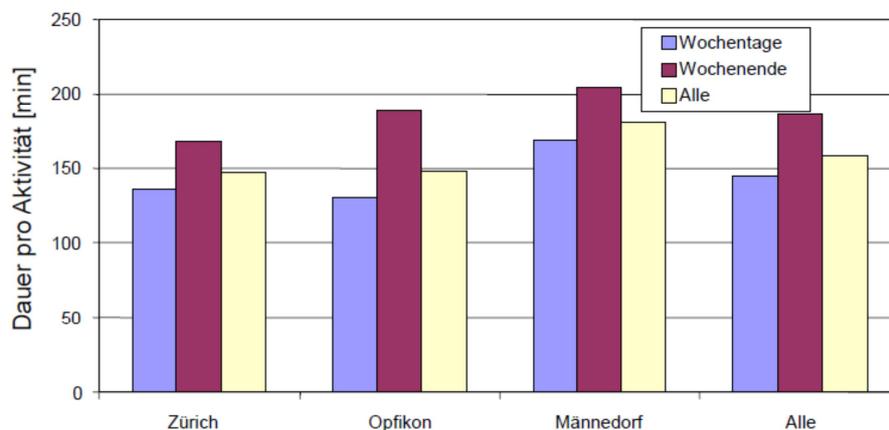


Abbildung 5: Durchschnittliche Aktivitätendauer [min] nach Ort und Wochentag³¹

Die Statistiken und die Analysen zum Thema der Verkehrsmittelwahl können jedoch nicht zur Gänze aus den schweizerischen Studien auf das in diesem Projekt betrachtete Gebiet übertragen werden, da das gute ÖV-Angebot in der Schweiz, mit welchem das innerösterreichische ÖV-System qualitativ nicht konkurrieren kann, einen grundsätzlich anderen Modalsplit bewirkt als in Österreich. Vorangegangene Statistiken sollen die Entscheidung untermauern, sich bei der modellhaften Anwendung der Modellierung des Freizeitverkehrs auf den Samstag zu konzentrieren.

³⁰ Vgl. (Schlich, Simma, Axhausen, 2003) Seite 30

³¹ Vgl. (Schlich, Simma, Axhausen, 2003) Seite 29

2.3.1 Identifikation spezifischer Ziele und Einflussfaktoren der Freizeitkategorien

Relativ bald wird klar, dass nicht jede Freizeitaktivität Berücksichtigung in dieser Arbeit finden kann, da die temporären Rahmen bei weiten überschritten würde. Daher wurde ein bestimmter Umfang der Analyse von Freizeitaktivitäten festgelegt. Genauere Untersuchungen sollen in weiterer Folge für die Kategorien des Erlebniseinkaufes, des Winter-Freizeitverkehrs, des Sommer-Freizeitverkehrs und des Urlauberverkehrs vertieft werden, das Freizeitangebot ergo für diese vier Kategorien differenzierter untersucht werden. Zudem kommt der Bereich des Besuchens von Verwandten und Freunden hinzu, da gerade dieser Bereich vor allem am Wochenende und damit auch am Samstag durchgeführt wird und einen erheblichen Anteil des Freizeitverkehrs ausmacht. Diese spezifischen Ziele sollen in weiterer Folge auf einem Basisfreizeitpotential basieren und spezielle Einrichtungen und Attraktoren umfassen. Die Berechnung des Freizeitpotentials ist in Abschnitt 5.4.1 ausführlich beschrieben.

Winter-Freizeitverkehr

Während einige Untersuchungen (Klassen, 2001; Berwert, Bignasca und Filippini, 1996; Klenosky, Gengler und Mulvey, 1993; Gotthardi, 1980) in Punkto des Winterfreizeitverkehrs mit Spezialisierung auf das Skifahren davon berichten, dass das Preisniveau, die Anzahl und Zugänglichkeit der Skilifte sowie die Anzahl der Skipisten als wichtige Einflussfaktoren für die Wahl eines Skigebietes darstellen, zeigen Untersuchungen der ETH Zürich³², dass das eindeutig wichtigste Kriterium die Fahrzeit ist. Vergleichsweise gering ist laut der Studie *Determinanten des Freizeitverkehrs* der Einfluss der skispezifischen Infrastruktur. Zwar wirkt sich das Vorhandensein von Skibussen positiv auf die Wahrscheinlichkeit des Besuches des Skigebietes aus, die Pistenkilometer oder die subjektive Beurteilung, welche aus dem ADAC-Skiguide von 2001 stammen und die Qualität von Pisten, Loipen und Après-Ski betrachten, haben dagegen keinen signifikanten Einfluss auf die Zielwahl. Hohe Preise bei Skikarten wiederum haben erwartungsgemäß einen negativen Einfluss. Des Weiteren zeigt die Studie der ETH, dass eine vielfältige Ausstattung der nicht in Bezug zum Skifahren selbst stehenden Infrastruktur die Besuchswahrscheinlichkeit durchaus steigern kann. Jene zusätzliche Ausstattung kann einerseits durch die Gemeindegröße ausgedrückt werden oder auch, bei Vorhandensein von genauen einzelnen Ausstattungsmerkmalen, welche demnach nicht in Zusammenhang mit dem Skifahren stehen, wie zum Beispiel Hallenbäder, durch diese selbst. Eine klare Aussage erzielte man auch in Hinblick auf die Größe des Ortes, dabei konnte beobachtet werden, dass große Orte mit einer Vielzahl an verschiedenen Einrichtungen deutlich häufiger aufgesucht werden.

Auch Légeret beschreibt in der Studie *Touristische Ausstattung und Abonnementspreise in Skigebieten*³³ das Skigebiete eine vielfältige Infrastruktur aufweisen sollten, um andere Möglichkeiten des Zeitvertreibs gewährleisten zu können und untermauert somit die zuvor erzielten Ergebnisse der ETH Zürich.

Klassen³⁴ beschreibt weiters, dass im Freizeitverkehr, genauso wie auch im Werktagsverkehr, zeitliche Spitzen auftreten können. Gerade beim Ski fahren treten diese

³² Vgl. (Schlich, Simma, Axhausen, 2003) Seite 106

³³ Vgl. (Légeret, 2006) Seite 97

³⁴ Vgl. (Klassen, 2001) Seite 1-1

häufig auf, da es durch die Liftbetriebszeiten schmale Zeitfenster bei der Anreise und Abreise gibt. Dieser Umstand ist bei den Tagesganglinien im Winter insbesondere zu beachten, insofern diese vorliegen. Laut Klassen existieren externe statische Faktoren (Größe des Skigebietes, Preis des Skigebietes), externe dynamische Faktoren (Wetter, Schneelage) und schwierig zu quantifizierbare interne Faktoren, die auf subjektive Präferenzen basieren, welche die Planung eines Skitagesausflugs beeinflussen. Zudem bestätigt Klassen die bereits beschriebenen Studien, indem auch in dessen Studie die Entfernung zum Skiort als die maßgebende Variable identifiziert werden konnte. Auch die Größe des Skigebietes und die Skipreise haben ihren Einfluss auf die Zielwahl. Die Wahrscheinlichkeit, überhaupt Ski zu fahren, steht in Abhängigkeit zu Einkommen, Größe des Haushaltes, Kindern, gute Witterungs- und Schneebedingungen, Reisebedingungen und Bedingungen am Skiort selbst. Als Ergebnis der Umfrage, welche in Zuge dieser Studie durchgeführt wurde, beschreibt die Anzahl und die Qualität der Pisten, die Entfernung zum Wohnort, das Liftangebot und die Besucherdichte als die wichtigsten Faktoren. Zusätzliche Faktoren bilden das Wetter und die Schneebedingungen. Da die Preise der Skikarten in den betrachteten Gebieten beinahe gleich teuer waren, konnte keine nennenswerte Beeinflussung der Zielwahl durch den Preis erkannt werden. Zumal hat der Preisunterschied im Freizeitverkehr in Bezug auf das Skifahren eine geringe Rolle. Die unterschiedlichen Einkommenshöhen der Personengruppen wirken sich viel mehr auf die Entscheidung aus, überhaupt Skifahren zu gehen, als vergleichsweise die Wahl in ein billigeres oder teureres Skigebiet zu fahren. Zudem stellt Klassen einige Kenngrößen für den Skifreizeitverkehr und deren mittlere Werte dar, wie den durchschnittlichen PKW-Besetzungsgrad, der bei hohen 2,58 liegt und der mittleren Tagesausflugshäufigkeit von 10,5, wobei letzterer Wert etwas hoch erscheint und in anderen Literaturquellen mit 7-8 Skiausflügen genannt wird. Dabei wird eine Aufenthaltsdauer von etwa 7 Stunden pro Skitagesausflug erzielt. Als Richtwert der Attraktivität eines Skigebietes lässt sich eruieren, dass eine Stunde Fahrtzeit einem Preisunterschied von 16 DM (8,18€) entspricht; dies bildet der Zeitäquivalentwert ab.

Sommer-Freizeitverkehr

Auch die Zielwahl beim Freizeitverkehr im Sommer wird zu einem erheblichen Maße von der Distanz zum Wohnort und damit auch von der Reisedauer beeinflusst. Daneben haben auch touristische Zusatzangebote, wie Hallenbäder oder Tennishallen einen gewissen, wenn auch nicht zu großen, positiven Einfluss auf die Wahl des Zielortes. Auch für den Sommer-Freizeitverkehr gilt, dass mit Zunahme der Größe des Ortes die Besuchswahrscheinlichkeit steigt. Interessantes Detail in der Studie *Determinanten des Freizeitverkehrs* der ETH Zürich, ist, dass die Größe der Orte als klares Indiz für die Ausstattung mit Freizeitinfrastruktur gesehen wird. Für Freizeitaktivitäten, wie dem Spaziergehen oder Wandern, wirkt sich eine naturnahe Flächennutzung in positiver Art und Weise aus, welche durch Waldflächen aber auch Seen oder Wanderwegen ausgedrückt werden können. Dasselbe gilt auch für Besuche, was darauf hindeutet, dass Besuche mit weiteren gemeinsamen Freizeitaktivitäten räumlich gekoppelt sind. Da die Interpretation der einwirkenden Einflüsse durch verschiedene Skalierungen erschwert ist, werden bei der Modellierung von diskreten Ereignissen häufig die direkten Elastizitäten betrachtet. Diese repräsentieren, wie sehr sich die Auswahlwahrscheinlichkeit einer Alternative ändert, wenn sich ein Charakteristikum der Alternative ändert, während die anderen Charakteristika identisch bleiben, und wurden für das Skifahren, das Bergwandern, das Spaziergehen und die Besuche untersucht. Eine Elastizität von -1,17 für die Variable Distanz im Modell für Skifahren drückt aus, dass die

Wahrscheinlichkeit eines Besuchs eines Skiertes um 1,17 Prozent abnimmt, wenn sich die Distanz der Strecke um 1 Prozent erhöht.

	Skifahren	Bergwandern	Sonntags- spaziergang	Besuche
Distanzen	-1.17	-0.94	-0.56	-0.40
Einwohner Zielort	0.22	0.11	---	0.04
Wanderwege	0.08	0.13	0.11	0.03
Bergfläche	---	0.06	-0.00	-0.00
Waldfläche	-0.06	0.08	---	0.05
Bäder	---	0.13	0.22	
Tennis	0.09	---	---	
Luxus	0.01	0.01	-0.00	-0.05
Preis Tagesticket	-0.16	---	---	---
Pistenlänge	0.03	---	---	---

Abbildung 6: Elastizitäten verschiedener Charakteristika von Freizeitaktivitätenkategorien³⁵

Voranstehende Tabelle (Abbildung 6) belegt abermals die Wichtigkeit der Nähe der aufgesuchten Gebiete, wenn man die Ergebnisse der Elastizitäten für die unterschiedlichen Charakteristika vergleicht. Hierbei ist zu erwähnen, dass sich die Variable Bäder auch auf Seen mit Bademöglichkeiten bezieht und daher eine Signifikanz für die Spaziergänge zu erkennen ist.

Urlauberverkehr

Der Urlauberverkehr wird ebenfalls von diesen speziellen Attraktionspotentialen, wie Sehenswürdigkeiten, Bademöglichkeiten oder im Winter auch Skigebiete, angezogen und könnte daraus berechnet werden. Für diese Arbeit konnte jedoch die Urlauberanzahl je Bezirk errechnet werden, was die Genauigkeit des Verkehrsmodelles erhöht. Zudem steht die Anzahl der Gäste aus den verschiedenen Ländern zur Verfügung, somit kann auch die Anreise beziehungsweise die Abreise Eingang in das Samstagverkehrsmodell finden. Eine Abbildung des Quell- und Zielverkehrs der An- und Abreise wird also ermöglicht. Gerade an den Samstagen ist die Abbildung dieser Sparte des Verkehrs immens wichtig, da es an diesem Tag zum viel zitierten Urlauberschichtwechsel kommt.

Erlebniseinkaufsverkehr

Als Kenngröße, um die Erzeugungsraten des Einkaufsverkehrs ermitteln zu können, fungiert die Verkaufsfläche, welche für diese Arbeit zur Verfügung steht. Die Einkaufsmöglichkeiten werden dabei in sieben verschiedenartige Branchen aufgeteilt, welche laut RVS 02.01.13³⁶ unterschiedliche Erzeugungsraten entstehen lassen. Anhand der RVS wurden nun die Erzeugungsraten für die einzelnen Bezirke ermittelt, wie es auch in Abschnitt 5.4 beschrieben ist. An dieser Stelle soll nicht unerwähnt bleiben, dass nicht jegliche Lebensmittelstandorte verortet sind, lediglich die wichtigen und anziehungsstarken Einkaufszentren. Dies begründet sich darauf, dass zu erwarten ist, dass jeder Bezirk über eine gewisse Anzahl an Geschäften verfügt, welche die Lebensgrundlagen erhalten kann und diese auch angesteuert werden. Da in der Modellierung der Binnenverkehr eines Verkehrsbezirkes (Diagonale der Fahrtenmatrix) keine Rolle spielt, gibt es keine Veranlassung dazu, diese existenzsichernden Einkaufsmöglichkeiten mit zu berücksichtigen.

³⁵ Vgl. (Schlich, Simma, Axhausen, 2003) Seite 108

³⁶ Vgl. (RVS 02.01.13, 2011)

3 Methodische Grundlagen der Verkehrsplanungsmodelle

Dieser Abschnitt umfasst die Einteilung von Verkehrsangebotsmodellen, gleichwohl wie die Darstellung der Grundlagen sowohl von Verkehrsangebotsmodellen als auch von Verkehrsnachfragemodellen. Ein geeigneter Nachfragealgorithmus soll darauf hin für die modellhafte Anwendung bereits ausgewählt werden, um die Methodik in weiterer Folge am Betrachtungsgebiet Salzburg erproben zu können.

3.1 Einteilung von Verkehrsplanungsmodellen

Ganz allgemein besteht ein Verkehrsmodell aus den Modellen des Verkehrsangebots (Abschnitt 3.2) und der Verkehrsnachfrage (Abschnitt 3.3). Während Verkehrsangebotsmodelle die Verkehrsnetze, ÖPNV-Linien, Verkehrszellen und Strukturdaten abbilden, liefern Verkehrsnachfragemodelle die Nachfragematrizen für die betrachteten Verkehrsarten, welche unter zur Hilfenahme von Verkehrserzeugung, Verkehrsaufteilung und Verkehrsverteilung eruiert werden, um darauf eine Verkehrsumlegung anzuschließen.

Es besteht eine große Anzahl an unterschiedlichen Verkehrsplanungsmodellen, wobei die Vielfalt auch stark von der Größe und des Umfangs des Aufgabenbereichs abhängig ist. Es existiert eine Fülle an Kriterien, um eine Einteilung von Verkehrsplanungsmodellen sinnvoll durchführen zu können. Hier soll an Anlehnung an Lohse³⁷ eine Einteilung anhand folgender Kriterien erfolgen:

- Aufgabe des Modells
- Grad der Disaggregation
- Simulationsgegenstand
- Simultan- und Sequenzmodelle
- Zeitliche Betrachtungsebene

In weiterer Folge sollen jene Kriterien der Einteilung näher beleuchtet werden.

3.1.1 Aufgabe von Verkehrsplanungsmodellen

Fellendorf³⁸ beschreibt treffend die Aufgabe von Verkehrsplanungsmodellen folgendermaßen: *„Das Ziel der Verkehrsmodelle besteht in der idealisierten Nachbildung der Wirklichkeit, wobei versucht wird, diese Wirklichkeit mit erklärenden und prognostizierbaren Größen zu beschreiben. Die Umsetzung erfolgt dabei mittels Formulierung von Algorithmen. Voraussetzung für die Brauchbarkeit solcher Modelle ist, dass sie die Wirkungszusammenhänge richtig und hinreichend genau wiedergeben. Ein Verkehrsmodell umfasst also ein Gesamtpaket von Daten, die einen Zustand beschreiben und von Funktionen, die die Verknüpfungen zwischen diesen Daten formulieren. Dazu ist es notwendig, die Verhaltensweisen und Entscheidungen der Menschen im Untersuchungsgebiet nachzubilden, wozu detaillierte Daten erforderlich sind.“*

³⁷ Vgl. (Lohse, Schneider, 1997) Seite 53

³⁸ Vgl. (Fellendorf, 2010) Seite 60

Um den Verkehr modellmäßig abbilden zu können, benötigt man Modelle der Verkehrserzeugung, der Verkehrsverteilung, der Verkehrsmittelwahl und der Routen- oder Wegewahl (Umlegung), welche zusammengefasst das Standard-Vier-Stufen-Modell bilden. Zudem gilt es auch, die Wahl der Abfahrtszeit modellieren zu können, da eine ungleichmäßige Auslastung der Kapazität der Straßenzüge über die Zeit zusehends in den Blickpunkt rückt, dies kann mit Hilfe von Tagesganglinien realisiert werden, wobei diese deutliche Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Wochentagen aufweisen können. Planungsmodelle können nun in ihren einzelnen vier Bereichen sukzessive abgearbeitet werden, aber auch mehrere Bereiche zusammen modellmäßig betrachten, wobei die letzte Stufe, die Verkehrsumlegung, häufig separat bearbeitet wird.

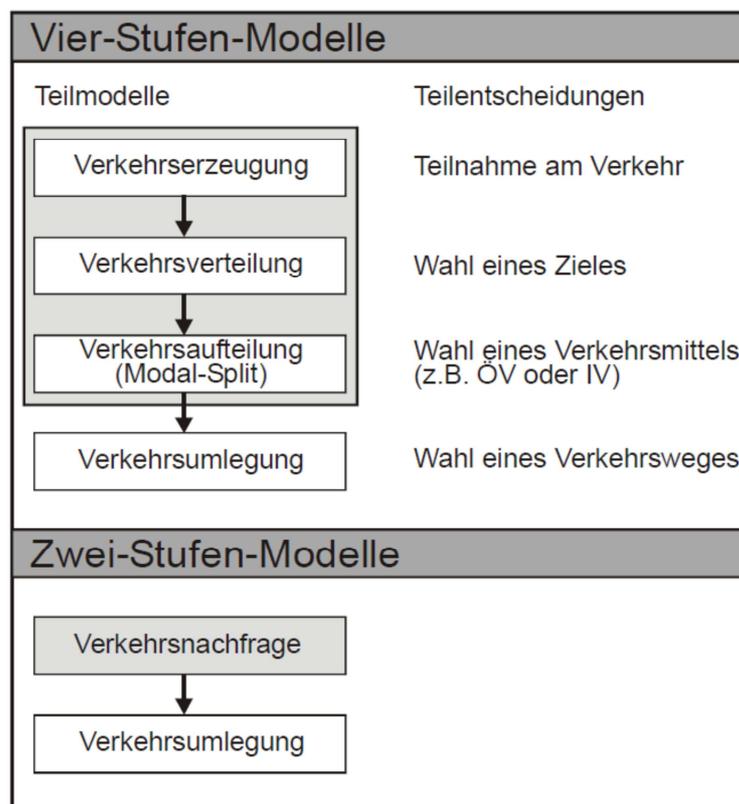


Abbildung 7: Gliederung von Verkehrsnachfragemodellen in Teilmodelle³⁹

Prinzipiell kann man demnach die Verkehrsplanungsmodelle in zwei große Gruppen unterteilen⁴⁰ (siehe Abbildung 7). Erstens die **traditionellen, vierstufigen Sequenzmodelle**, die den Entscheidungsprozess von Personen in vier als unabhängig angenommene Teilentscheidungen zerlegen, und Zweitens die **zweistufigen Sequenzmodelle**, bei denen die bestehenden Abhängigkeiten zwischen den Teilentscheidungen durch ein Gesamtmodell für die Verkehrsnachfrage bereits im Modellansatz berücksichtigt werden. Da gerade im Freizeitverkehr eine Abhängigkeit zwischen den Teilentscheidungen zu erwarten ist, wird des Weiteren ein besonderes Augenmerk auf die zweistufigen Modelle gelegt, welche eine alles umfassende Verkehrsnachfrage vor der Stufe der Verkehrsumlegung vorsieht. Begründet werden kann diese Annahme darin, dass die Personen bei der Durchführung von

³⁹ Vgl.(Schütte, 2000) Seite 15

⁴⁰ Vgl.(Schütte, 2000) Seite 15

Freizeitverkehr keinerlei Einschränkungen ihrer Wahlmöglichkeiten haben, demnach ein Gesamtoptimum der Freizeitverkehrsrealisierung gefunden werden kann.

3.1.2 Grad der Disaggregation

Verkehrsmodelle können hinsichtlich des Grads der Aggregation in aggregierte oder disaggregierte Modelltypen unterteilt werden.

Die **aggregierten Modelle** sollen das Verhalten der Verkehrsteilnehmer lediglich durch äußere Merkmale bestimmen und reagieren nach einem fest vorgegebenen Verhaltensmechanismus auf bestimmte Umweltkonstellationen. Die Ursache der Wahl steht hierbei nicht im Vordergrund der Modellierung. Diese Ansätze modellieren das Verkehrsgeschehen sehr wenig differenziert; es existieren demnach keine Personengruppen und auch die Aktivitäten werden nicht geschichtet. Zudem arbeiten aggregierte Modelle lediglich makroskopisch und beziehen sich nicht auf statistische Einzelpersonen. Basis für diese Art der Modellierung bildet die Annahme, dass sich individuelle Streuungen bei der Berücksichtigung von einer großen Betrachtungseinheit weitgehend ausgleichen.

Bei **disaggregierten Ansätzen** wird das zu modellierende Verkehrsgeschehen stark bezüglich verhaltenshomogener Personengruppen (VHG) und Aktivitäten differenziert. Bei disaggregierten Modellen besteht die Möglichkeit, das Geschehen makroskopisch, also nicht auf statistische Einzelpersonen bezogen, oder mikroskopisch, demnach „au contraire“ auf statistische Einzelpersonen bezogen, zu betrachten. Bei der disaggregierten, makroskopischen Modellierung wird das zu erwartende mittlere Verkehrsgeschehen in allen Schichten mittels Wahrscheinlichkeitsaussagen der Aktivitäten der verhaltenshomogenen Personengruppen mit ihren typischen Merkmalen mit Hilfe von mathematischen Algorithmen abgebildet. Im Gegensatz dazu wird bei der disaggregierten, mikroskopischen Modellierung das zu erwartende mittlere Verkehrsgeschehen in allen Schichten mittels Wahrscheinlichkeitsaussagen der Aktivitäten von einzelnen statistischen Personen abgebildet. Somit können auch Entscheidungsverhalten von Personen näher analysiert werden, auch in Hinsicht auf das Prinzip der Ursache und der respondierenden Wirkung im Verkehrsgeschehen.

Deutlich wird, dass das für diese Arbeit betrachtete Verkehrsmodell für das gesamte Bundesland Salzburg, ein mikroskopischer Ansatz nicht in Frage kommt, auf die Unterschiede zwischen verhaltenshomogenen Personengruppen in punkto der unterschiedlichen Aktivitäten jedoch nicht verzichtet werden kann. Demnach bietet sich ein disaggregierter jedoch makroskopischer Ansatz für die in Folge durchzuführende Modellierung an.

3.1.3 Simulationsgegenstand

Das nach Schütte⁴¹ am häufigsten verwendete Klassifikationsmerkmal für Verkehrsnachfragemodelle ist der Simulationsgegenstand, ob es sich um Einzelwege oder ganze Wegeketten handelt.

Verkehrsstrommodelle bestimmen die Verkehrsströme zwischen jeweils zwei Verkehrszellen für jedes Verkehrsmittel, wobei dem Kontext der einzelnen Ortsveränderungen in den Wegeketten der Personen keine Beachtung zukommt. Mit dem

⁴¹ Vgl.(Schütte, 2000) Seite 16

Begriff Verkehrsstrommodell⁴² wird die Summe der Nachfragemodelle mit den einzelnen Abschnitten der Quell- und Zielwahl, der Modus- und der Routenwahl bezeichnet. Allen Modellen ist gemein, dass sie das Verkehrsaufkommen der Verkehrsbezirke auf Alternativen aufteilen und so die Anteile der jeweiligen Konkurrenten bestimmen.

Wegekettensmodelle verfolgen indes das Bestreben, gesamte Wegekettens einer Person oder gewisser Personengruppen über einen definierten Zeitraum zu simulieren. Dabei sollen die aufgesuchten Ziele und benutzten Verkehrsmittel innerhalb dieser Wegekettens ermittelt werden. Der Bezug zwischen den einzelnen Wegen einer Kette zur durchführenden Person bzw. zur Personengruppe geht somit nicht verloren.

Um ein Modell aufbauen zu können, welches die genauen Wegekettens mitberücksichtigt, ist eine detaillierte Befragung der Personengruppen im Betrachtungsgebiet von Nöten. Da eine Befragung im Umfang dieser Arbeit nicht inkludiert ist, bedient man sich der Abbildung mittels Verkehrsstrommodellen, wobei unterschiedliche Aktivitätenpaare unterschieden werden sollen. Diese Aktivitätenpaare sollen verschiedene Aktivitäten (z.B. arbeiten, Freizeit verbringen, einkaufen) miteinander verbinden.

3.1.4 *Simultan- und Sequenzmodelle*

Unter der Prämisse das Entscheidungsverhalten der Verkehrsteilnehmer in den Planungsmodellen möglichst realitätsnah abzubilden, gibt es die Möglichkeit, Entscheidungsprozesse in einem Modell sukzessive oder simultan zu betrachten. Dabei beruht der **simultane Entscheidungsablauf** auf der Annahme, dass der Verkehrsteilnehmer sämtliche im Modell abbildbaren Schritte auf einmal vollzieht. Werden Verkehrserzeugung, -verteilung und -mittelwahl in einem Schritt durchgeführt, so spricht man auch von „One-Step-Modellen“, welche gerade im Bereich des Freizeitverkehrs sinnvoll zur Anwendung gebracht werden können und daher für die Modellierung dieser Arbeit verwendet werden sollen.

Bei **sukzessiven Entscheidungsabläufen** werden Einzelentscheidungen getroffen, die aufeinander aufbauen und in einer bestimmten Reihenfolge abgearbeitet werden. Rückkoppelungen sind bei Sequenzmodellen erforderlich, um unzulässige Lösungen vermeiden zu können.

3.1.5 *Zeitliche Betrachtungsebene*

Verkehrsplanungsmodelle bilden das Geschehen für eine bestimmte Zeitspanne ab, meistens für einen Tag. Dabei kommt es zu einem Problem, dass individuelle Entscheidungsrythmen nur schwer bis gar nicht abbildbar werden. Gerade im Freizeitverkehr ist dies jedoch häufig notwendig, da Besuche von Freunden oder Verwandten beziehungsweise auch sportliche Betätigungen in Vereinen ganz klar gewissen Rhythmen genügen und zyklisch wiederkehren. Diese Regelmäßigkeiten abzubilden, gestaltet sich demnach als schwierig, sofern keine gezielten Befragungsergebnisse für den spezifischen Betrachtungstag verfügbar sind.

⁴² Vgl.(Dugge, 2006) Seite 5

3.2 Grundlagen der Verkehrsangebotsmodelle

Nach Ansicht von Schiller⁴³ kann die gesamte Verkehrsinfrastruktur samt all ihrer Eigenschaften als das Verkehrsangebot charakterisiert werden. Durch Verkehrsangebotsmodelle werden also die Verkehrsnetze der unterschiedlichen Verkehrsarten mit ihren spezifischen Eigenschaften abgebildet. Die Genauigkeit der Abbildung der einzelnen Netzelemente für eine verkehrsplanerische Berechnung und die daraus ableitbaren Wirkungen entstehen aus dem vorliegenden, geforderten Differenzierungsgrad des Modells. Bei den makroskopischen Verkehrsmodellen wird nun das Verkehrsnetz als eine Menge von Kanten und Knoten abgebildet, wobei die Strecken durch die Kanten im Modell abgebildet werden, welche stets mit einem Knoten beginnen und auch enden müssen. Mittels Anbindungen wird die Verbindung zwischen der in den Verkehrsbezirken eingespeisten Verkehrsnachfrage und dem modellierten Verkehrsnetz modelliert.

Auf der Hand liegt, dass ein Modell nur so präzise sein kann wie es seine Eingangsgrößen erlauben. Analysen von Oetting⁴⁴ zeigen, dass viele Angebotsmerkmale deutlichen Einfluss auf die Verkehrsnachfrage haben, man denke dabei nur an die Kapazität oder der erlaubten Geschwindigkeit einer Strecke. Somit erscheint es für die Nachfrageberechnung zudem von großer Bedeutung, die Widerstandsparameter zuverlässig zu bestimmen. Jene Widerstandsparameter sollen beispielsweise mittels der CR- Funktion (Capacity-Restraint-Funktion) abgebildet werden, womit das Verfahren mittels variablen Streckenaufwänden verwendet wird. Der Widerstand, der auch als Aufwand zur Überwindung von Netzelementen aufgefasst werden kann, ist ein wichtiger Indikator, um die Quelle-Ziel-Relationen der Verkehrsmittel in der Nachfrage bewerten zu können und hat ebenfalls Einfluss auf die Routenwahl.

⁴³ Vgl.(Schiller, 2004) Seite 17 - 19

⁴⁴ Vgl.(Oetting, 2002) Seite 115

Exkurs: Kapazitätsbeschränkungsfunktionen

Um die Umlegungen belastungsabhängig darstellen zu können, bedient man sich Kapazitätsbeschränkungsfunktionen (CR-Funktionen – Capacity-Restraint-Funktionen), welche den Zusammenhang zwischen der Fahrzeit und der Verkehrsstärke in Abhängigkeit der Kennwerte einer Strecke abbilden. Das vorliegende Verkehrsangebotsmodell unterscheidet 99 verschiedene Streckentypen (siehe Anlage 10), die in sechs Klassen eingeteilt werden können.

	a	b	c	d	Streckentyp-Nummer
1	Kein MIV				0 - 5; 59
2	0,5	0,5	12,5	1,0	6 -19; 50 -55
3	0,5	0,7	11,0	1,0	20 -39; 73 - 79
4	0,5	0,7	12,0	1,0	40 - 49
5	0,7	2,0	10,0	1,0	60 - 72
6	0,7	3,0	10,0	1,0	80 - 99

Tabelle 1: Parameter der CR-Funktion nach Streckentypen klassifiziert

Jede dieser Klassen besitzt unterschiedliche Parametersätze für die Akcelik2-Funktion, wie sie auch in Vermosa 1 bereits verwendet wurden. Folgende Parametereinstellungen wurden aus dem Vorprojekt (Vermosa 1) übernommen und für die Samstagsverkehrsmodellierung verwendet. Dabei bestimmt der Parameter c den Analysezeitraum, für das Samstagsmodell wird c ergo für den Zeitbereich von 24 Stunden angepasst.

Auf eine möglichst genaue Klassifizierung der unterschiedlichen Straßentypen ist zudem acht zu nehmen und dementsprechende Kapazitäten und zulässige Geschwindigkeiten den Straßentypen zuzuordnen (siehe Anlage 10).

Des Weiteren spielen bezirksfeine Angebotsdaten eine wichtige Rolle für die im Anschluss stattfindende Verkehrsnachfrage. Diese Angebotsdaten spiegeln in weiterer Folge das Attraktionspotential für jeden einzelnen Bezirk wider. Einen Überblick über Variablen, welche die Bezirke innerhalb der Gemeinden beschreiben können, bietet Axhausen im Forschungsbericht „*Determinanten des Freizeitverkehrs – Modellierung und empirische Befunde*“.

Kategorie	Variablen zur Beschreibung von Gemeinden
Raumstruktur/Flächennutzung	Fläche nach Nutzungstypen [ha], Fläche nach Vegetationstyp [ha], Höhenlage
Bevölkerungsstruktur	Einwohner nach Altersklassen, Nationalität und Haushaltsgrößen, Anzahl Fahrzeuge [n], Anzahl Zweitwohnungen [n], Bevölkerungsentwicklung
Freizeitinfrastruktur	Hallen-, bzw. Freibäder [n], Reitanlagen [n], Tennisanlagen [n], Eisanlagen [n], Wanderwege [km], Mountainbike-Wege [km], Golfplätze [ha], Öffentliche Parkanlagen [ha], Schrebergärten [ha], Anzahl Museen, Kinos, Theater [n]
Skiinfrastruktur	Anzahl Lifte [n], Gesamtlänge Skipisten [km], Beurteilung der Qualität von Ski Alpin, Snowboard, Langlauf, Après-Ski und Wanderwegen, Skipasspreise pro Tag bzw. Woche [CHF]
Wirtschaftsstruktur	Anzahl Arbeitslose [n], Anzahl Pendler [n], Beschäftigte nach Sektoren und Steueraufkommen
Tourismus	Hotels und sonstige Unterkünfte nach Preisklassen [n], Anzahl Betten [n], Logiernächte [n] Restaurants, Bars, Diskotheken, Nightclubs [n], Bekleidungsgeschäfte [n]

Tabelle 2: Überblick über Variablen zur Beschreibung von Gemeinden⁴⁵

Die voranstehende Tabelle soll hier lediglich als Referenz gesehen werden, welche Variablen das Angebot innerhalb der Bezirke beschreibbar machen. An dieser Stelle besteht jedoch weder ein Anspruch auf Vollständigkeit, noch sollen diese Variablen als verpflichtender Bestandteil jeglicher Verkehrsmodelle verstanden werden. In Abschnitt 5.3.3 werden die für diese Arbeit erhobenen und als relevant erachteten Angebotsdaten für das Bundesland Salzburg näher erörtert und beschrieben.

3.3 Grundlagen der Verkehrsnachfragemodelle

Ganz allgemein haben Verkehrsnachfragemodelle die Aufgabe⁴⁶, die Verkehrsnachfrage in ihrer Abhängigkeit von der Raumstruktur (Verteilung der Wohnbevölkerung, Arbeits-, Ausbildungs-, Freizeiteinrichtungen), dem Verkehrsangebot (Verkehrsinfrastruktur, Verkehrsmitteln) und den verkehrsrelevanten Verhaltensweisen der verschiedenen Bevölkerungsschichten zu quantifizieren. Anhand von Verkehrsnachfragemodellen sollen die relevanten Entscheidungsprozesse der Menschen nachgebildet werden, welche zu Ortsveränderungen führen können. Diese Entscheidungen umfassen die Aktivitätenwahl an sich, die Zielwahl, die Verkehrsmittelwahl, die Abfahrtszeitwahl und die Routenwahl und werden sowohl von personenbezogenen als auch externen Einflussfaktoren beeinflusst. Folgende Auflistung stellt die mobilitätsrelevanten Entscheidungen und deren zugehörige Einflussfaktoren dar, die in einem Verkehrsnachfragemodell abgebildet werden. Man erkennt wiederum die äußerst umfangreiche Vielschichtigkeit an unterschiedlichen Einflussgrößen, die es für eine groß angelegte Verkehrsmodellierung zu erfassen gilt. Speziell die subjektiven personenbezogenen Einflussfaktoren können häufig nicht in gewünschter Detailtreue gewährleistet werden.

⁴⁵ Vgl. (Schlich, Simma, Axhausen, 2003) Seite 97

⁴⁶ Vgl. (Fellendorf, 2010) Seite 62

Art der Entscheidung	Personenbezogene Einflussfaktoren	Externe Einflussfaktoren
Aktivitätenwahl	<ul style="list-style-type: none"> • Lebensphase (Alter, Berufstätigkeit) • Haushaltsstruktur • durchzuführende Aktivitäten 	<ul style="list-style-type: none"> • Verteilung der Nutzungen (Aktivitätenorte) im Raum • Attraktivität der Aktivitätenorte • Erreichbarkeit der Aktivitätenorte
Zielwahl	<ul style="list-style-type: none"> • Zweck der Aktivität • Kenntnis über mögliche Aktivitätenorte und ihrer Eigenschaften • Pkw-Verfügbarkeit • Führerscheinbesitz • Zahlungsbereitschaft und Präferenzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Verteilung der Nutzungen (Aktivitätenorte) im Raum • Attraktivität der Aktivitätenorte • Erreichbarkeit der Aktivitätenorte
Verkehrsmittelwahl	<ul style="list-style-type: none"> • Zweck der Aktivität • Pkw-Verfügbarkeit • Führerscheinbesitz • Zeitpunkt der Fahrt • Kenntnis über mögliche Verkehrsmittel und ihrer Eigenschaften • Zahlungsbereitschaft und Präferenzen 	<ul style="list-style-type: none"> • verfügbare Verkehrsmittel • Parkplatzverfügbarkeit am Zielort • Eigenschaften der Verkehrsmittel (Reisezeit, Kosten, Umsteigehäufigkeit, Komfort, Sicherheit, etc.)
Abfahrtszeitwahl	<ul style="list-style-type: none"> • gewünschte Ankunftszeit • Kenntnis über die zeitabhängigen Eigenschaften einer Ortsveränderung • zeitliche Flexibilität 	<ul style="list-style-type: none"> • zeitabhängige Reisezeit • zeitabhängige Kosten
Routenwahl	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis über mögliche Routen und ihrer Eigenschaften • Zahlungsbereitschaft und Präferenzen 	<ul style="list-style-type: none"> • verfügbare Routen • Eigenschaften der Routen (Reisezeit, Kosten, Umsteigehäufigkeit, etc.) • Verfügbarkeit von Informationssystemen über die aktuellen Eigenschaften der Routen

Abbildung 8: Mobilitätsrelevante Entscheidungen und deren zugehörige Einflussfaktoren⁴⁷

3.3.1 Entwicklung der Verkehrsnachfragemodelle

An diesem Punkt soll nun ganz kurz auf die zeitliche Entwicklung der Verkehrsnachfragemodelle eingegangen werden, um einen historischen Überblick über die Kunst der Verkehrsmodellierung gewährleisten zu können wie diese Köhler⁴⁸ beschreibt.

Einfache Modellansätze

Bereits um die Jahrhundertwende zum 20ten Jahrhundert gab es erste Versuche, den Verkehr mathematisch zu beschreiben. Diese Modellansätze wurden auf ihre einfachste Form reduziert; es spielten weder Fahrtzwecke noch Soziodemografika eine Rolle.

⁴⁷ Vgl. (Friedrich, 2011) Seite 2

⁴⁸ Vgl. (Köhler, Wermuth, 2001) Seite 14

Sektorale Modelle

Mit dem Zugang zur Motorisierung für eine breite Bevölkerungsschicht, nach dem zweiten Weltkrieg, wurde es notwendig, das Verkehrsaufkommen modellmäßig abzubilden. Es galt realistische Ermittlungen von Verkehrsströmen und Streckenbelastungen zu adaptieren, um die Dimensionierung des Straßennetzes zielgerichtet zu verwirklichen. Man griff bereits auf die Teilmodelle der Verkehrserzeugung, der Verkehrsverteilung und der Routenwahl zurück, um diese Fragestellungen beantworten zu können. In dieser Zeitperiode wurden ergo viele Modelle zur Prognose der nächsten Jahre und Jahrzehnte aufgebaut. Während heutzutage eher Analysen das Kerngebiet der Modelle bilden, um darauf politische Entscheidungen stützen zu können.

Konventionelle (aggregierte) Vier-Stufen-Modelle

Der Vier-Stufen-Algorithmus, welcher ab 1960 weiterentwickelt wurde, unterteilt nun das Verkehrsgeschehen in die Verkehrserzeugung, -verteilung, -mittelwahl und Wegewahl. Eine Disaggregation von verschiedenen Fahrtzwecken wurde zudem bereits angewandt. Eine große Schwäche dieser Modellarten bestand jedoch in der fehlenden Rückkopplung zwischen den Stufen untereinander. Durch diverse Weiterentwicklungen kommen jene Modellarten jedoch auch heutzutage noch häufig zur Anwendung.

Verhaltensorientierte Modellansätze

Diese Modelle können die kausalen Zusammenhänge von Ursache und Wirkung im Verkehrsverhalten besser abbilden als die konventionellen Vier-Stufen-Algorithmen, womit die Maßnahmenempfindlichkeit reagibler reagiert.

3.3.2 Anforderungen an Verkehrsnachfragemodelle

Verkehrsmodelle sollen zielgerichtet das Verkehrsverhalten von einzelnen Personen unter jeweiligen Situationsbedingungen abbilden können. Dabei muss ein sinnvoller Abstraktionsgrad gefunden werden, der einerseits die Realität möglichst gut widerspiegeln kann, andererseits jedoch die Komplexität der rechnerischen Nachbildung auch nicht zu groß werden lässt. Gewisse Wirkungszusammenhänge müssen demnach gewahrt werden, womit Verkehrsnachfragemodelle folgende Bedingungen⁴⁹ erfüllen sollten.

Maßnahmenempfindlichkeit

Das Modell muss maßnahmensensitiv reagieren. Die Wirkungen der zu untersuchenden Maßnahmen müssen, unter den gegebenen oder zu erwartenden unbeeinflussbaren Situationsbedingungen, möglichst zuverlässig abgebildet werden können.

Logische Konsistenz

Es darf im Modellaufbau zu keinen inneren Widersprüchen kommen, da ansonsten die logische Konsistenz innerhalb der Struktur des Modells nicht gewahrt werden kann. Von einem konsistenten Modell spricht man dann, wenn es die Wirklichkeit sowohl quantitativ als auch Abläufe und Wirkungszusammenhänge realitätsnah abbilden kann. Es besteht eine starke Abhängigkeit der Genauigkeit, welche das Modell erzielen kann, mit der Qualität der Inputdaten und der Parameter, welche in der gewählten Modellfunktion zu verwenden sind.

⁴⁹ Vgl. (Köhler, Wermuth, 2001) Seite 47

Operationalität

Das Modell muss operabel sein, die praktische Umsetzung darf den vertretbaren Aufwand jedoch nicht überschreiten. Somit entsteht eine Widersprüchlichkeit zwischen der vorhin erwähnten Genauigkeit und der Operationalität, wobei ein gangbarer Mittelweg gefunden werden muss, dass der Grat dabei schmal sein kann muss nicht extra betont werden.

Reproduzierbarkeit und Transparenz

Die Modellstruktur muss transparent sein, Kontrollen und das Nachvollziehen von Ergebnissen müssen ermöglicht werden können. Die Nachvollziehbarkeit kann zudem die Akzeptanz des Nachfragemodelles erhöhen, was gerade bei simultan arbeitenden Modellen häufig nicht so einfach erscheint.

Räumliche und zeitliche Übertragbarkeit

Verhaltensparameter können sich über die Zeit und in verschiedenen Regionen unterscheiden. Die Modellfunktion soll zeitlich in die Zukunft übertragbar sein und auch räumlich für jegliche Untersuchungsgebiete anwendbar bleiben.

Prognostizierbarkeit

Während also bereits die Modellfunktion als stabil angesehen werden kann, so sollen auch die Inputvariablen und Modellparameter einem bestimmten Prognosehorizont genügen.

3.3.3 Qualität von Verkehrsnachfragemodellen

Der Begriff Qualität an sich kann entweder neutral behaftet sein oder aber auch ein bestimmtes Gütemaß eines Produktes bewerten; somit beschreibt die Qualität das Maß, in dem ein Produkt die gestellten Anforderungen erfüllen kann. Die Qualität eines Verkehrsnachfragemodells wird dabei lt. Friedrich⁵⁰ von mehreren Einflussgrößen bestimmt, welche im Folgenden kurz erläutert werden sollen.

Genauigkeit der Strukturdaten

Die Genauigkeit der Strukturdaten beeinflusst unmittelbar die Quantität von Ortsveränderungen und die räumliche Verteilung der Aktivitätenorte. Dabei lassen sich mehrere Gruppen von Kenngrößen der Siedlungsstruktur unterscheiden, zu welchen die Bevölkerungsdaten (sozio-demografische Daten) zählen, genauso wie Gelegenheiten, sprich Ziele, oder Raumstrukturdaten (Lageparameter). Bedacht sei darauf zu nehmen, einen nicht zu großen Zeithorizont zwischen den Ermittlungszeiten der Datenlage aufkommen zu lassen, da die Daten ansonsten inkonsistent werden können.

Genauigkeit der Netzdaten

Diese beeinflusst unmittelbar die Widerstände, die in die Zielwahl, die Verkehrsmittelwahl, die Abfahrtszeitwahl und in die Routenwahl eingehen. Die Netzdaten, zu denen Netztopologie, Knotenwiderstände, ÖV-Fahrpläne, Gebühren und Fahrpreise zählen, spiegeln die Qualität des Verkehrsangebots aus Sicht des Verkehrsteilnehmers wider, da diese etliche Kenngrößen (Fahrzeit, Zu- und Abgangszeit, Umsteigewartezeit, Umsteigehäufigkeit und Fahrtkosten) direkt beeinflussen.

⁵⁰ Vgl. (Friedrich, 2011) Seite 12

Räumliche Segmentierung

Betrachtet man den Einfluss der Zellengröße auf die Aussagegenauigkeit relationsbezogener Kenngrößen (z.B. Reisezeit), so ist festzustellen, dass die Aussagegenauigkeit mit zunehmender Zellengröße sinkt. Speziell im innerstädtischen Bereich ist auf eine relativ feine, zweckmäßige Segmentierung zu achten. Bei der Betrachtung des gesamten Bundesland Salzburgs, steht man dem Problem gegenüber, sowohl die ländlichen Regionen ausreichend genau abzubilden, als auch die Verkehrsbezirke in den städtischen Gebieten ausreichend zu segmentieren.

Segmentierung der Nachfrage

Die Segmentierung der Nachfrage in sowohl Personengruppen (VHG) als auch Fahrtzwecke (QZG) ermöglicht eine detailliertere Nachbildung der Entscheidungsprozesse. Die Mobilitätsraten, Erzeugungsraten und die Verkehrsmittelpräferenzen werden maßgeblich von den Eigenschaften der Personengruppe (Alter, Tätigkeit, Pkw-Verfügbarkeit) beeinflusst. Bestimmte Aktivitätenorte und Reiseweiten sind mit unterschiedlichen Fahrtzwecken gekoppelt.

Genauigkeit der erfassten Verhaltensdaten

Aus Verhaltensdaten, welche aus Wegetagebüchern ermittelt werden können, leiten sich die Erzeugungsraten (ER) und die Verhaltensparameter für die Ziel- und Verkehrsmittelwahl ab, weswegen auf eine hohe Genauigkeit Bedacht genommen werden muss. Die mittlere Reiseweite ist ebenso wie der Modal-Split in verschiedenen Regionen unterschiedlich und divergiert teilweise sehr stark. Logisch erscheint, dass der Modal-Split in Städten deutlich andere Merkmale aufweist als in ländlichen Gebieten. Eine Variation von bis zu zehn Prozent ist dabei keine Seltenheit. Auch die mittlere Reiseweite pendelt in einer gewissen Schwankungsbreite bei der Betrachtung unterschiedlicher Regionen, wie Abbildung 4 bereits belegte.

Annahmen über das mobilitätsrelevante Verhalten

Die Verfügbarkeit von bestimmten Verkehrsmitteln besitzen einen deutlichen Einfluss auf die Zielwahl eines Verkehrsteilnehmers, deshalb kann man davon ausgehen, dass simultane Ziel- und Verkehrsmittelwahlmodelle die Ergebnisqualität ebenso verbessern, wie die Verwendung von zweiseitig gekoppelten Zielwahlmodellen. Wobei hier zu erwähnen ist, dass die zweiseitige Kopplung auf den Freizeitverkehr nicht anwendbar ist, da die Ziele lediglich ein Anziehungspotential besitzen und daher keine Zielkopplung ermöglichen.

Abgrenzung des Modellraums⁵¹

Innerhalb des Planungsgebietes (PG) wird der Binnenverkehr (BV) durchgeführt, wobei das Planungsgebiet dieser Arbeit das Bundesland Salzburg umfasst. Neben dem Binnenverkehr existiert der Quell- und Zielverkehr (QV und ZV), der den Verkehr abbildet, der von den Außengebieten in das Planungsgebiet hineinführt oder umgekehrt. Der Durchgangsverkehr (DV) hat seinen Quell- und Zielstandort nicht im Planungsgebiet, die Route führt jedoch dennoch durch das Planungsgebiet. Der Außenverkehr tangiert das Planungsgebiet in keiner Weise und muss daher nicht weiter berücksichtigt werden.

⁵¹ Vgl.(Schnabel, Lohse, 2011) Seite 32

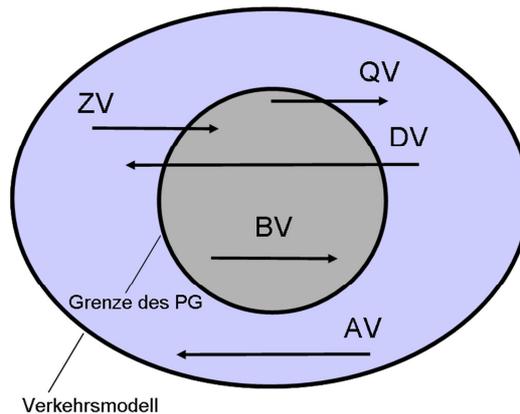


Abbildung 9: Räumliche Gliederung der Verkehrsfahrten

Es eignen sich großräumige Verkehrsmodelle oder Kordonbefragungen, die allerdings aufgrund des Aufwands selten zur Verfügung stehen, um diese Verkehrsströme von außerhalb des Betrachtungsgebietes erfassen zu können. Modelltechnisch müssen die unterschiedlichen Verkehrssegmente separat berechnet werden.

Konvergenz

Die Konvergenz beschreibt, in welchem Ausmaß ein System vom Gleichgewichtszustand, zwischen Angebot und Nachfrage, abweicht. Dabei durchlaufen Verkehrsnachfragemodelle einen iterativen Prozess, der die Rückkoppelungen zwischen dem Verkehrsangebot und der Verkehrsnachfrage abbilden soll (Abbildung 10).

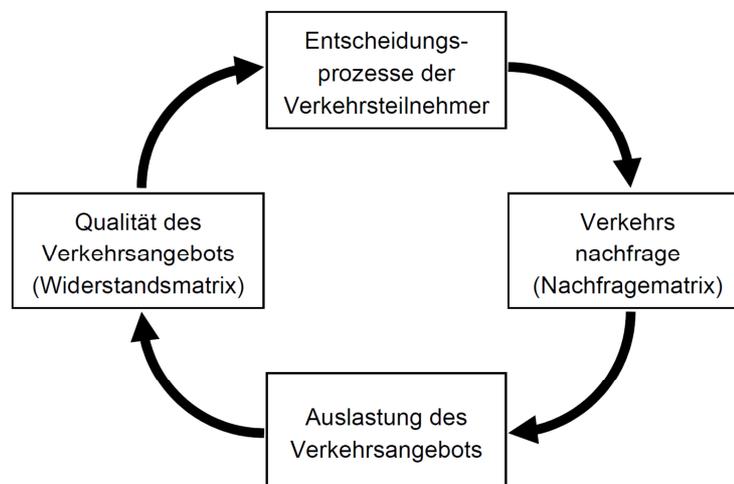


Abbildung 10: Rückkoppelungen zwischen Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage⁵²

Auch wenn im Verkehr in der Realität weder stabile noch perfekte Gleichgewichtszustände existieren, ist ein Gleichgewichtszustand aus Sicht des Planungsprozesses erstrebenswert.

⁵² Vgl. (Friedrich, 2011) Seite 17

3.3.4 Vier Stufen der Verkehrsnachfragemodelle

Basierend auf den konventionellen Ansatz der Vier-Stufen-Modelle werden folgend unterschiedliche Möglichkeiten der Stufen näher betrachtet⁵³ und auf ihre Übertragbarkeit für die Modellierung des Freizeitverkehrs überprüft. Auf eine vollständige Betrachtung aller in der Geschichte der Verkehrsmodellierung verwendeten Modelle wird hier verzichtet.

Verkehrserzeugungsmodelle

Erste Ansätze zur Berechnung des Verkehrsaufkommens waren **Raumaggregatmodelle** (strukturorientierte Modelle)⁵⁴, zu denen die Trendfaktorenmodelle und die Regressionsmodelle zählen. Dabei werden diese Modelle nicht von Soziodemografika beeinflusst. Da diese jedoch gerade im Freizeitverkehr einen großen Einfluss zu haben scheinen, kann diese Art der Verkehrserzeugung die Anforderungen nicht erfüllen und somit nicht zur Anwendung kommen. In den **Individualverhaltensmodellen** (verhaltensorientierte Modelle)⁵⁵ wird dieser Anforderung Rechnung getragen und das individuelle Verkehrsverhalten soll durch soziodemografische und sozioökonomische Merkmale der Personen in die Verkehrserzeugung miteinbezogen werden. Die Maßnahmensensibilität von Individualverhaltensmodellen ist somit deutlich höher als die der Raumaggregatmodelle und können wiederum in Personengruppen- beziehungsweise Individualfaktorenmodelle sowie ökonometrische Modelle untergliedert werden, wobei die Modellarten unterschiedliche mathematische Analyseverfahren aufweisen.

Verkehrsverteilungsmodelle

Diese Stufe der Modellierung hat die Aufgabe, das erhobene oder berechnete Verkehrsaufkommen der Verkehrszellen den möglichen Zielen zuzuordnen. Neben Trendfaktorenmodellen stehen auch Gravitationsmodelle, welche analog zum Massenanziehungsgesetz der Mechanik zu verstehen sind, Opportunity-Modelle, Entropiemodelle oder auch Nutzenmaximierungsmodelle zur Verfügung.

Interessant für den Freizeitverkehr ist unter anderem die Anwendung von **Gravitationsmodellen**⁵⁶, wobei die besten Ergebnisse unter zur Hilfenahme einer Quell- und Zielkopplung erzielt werden können. Im Freizeitverkehr kann jedoch keine Zielkopplung zur Anwendung gebracht werden, da die Ziele lediglich Attraktionspotentiale besitzen, jedoch keine definitiven Zielgrößen, wie dies im Berufsverkehr der Fall ist. Auf die Modellierung der Attraktionsgewichte muss ein besonderes Augenmerk gelegt werden, stellt diese doch eine der gravierendsten Lücken der Verkehrsnachfragemodellierung dar. Es steht eine große Anzahl an Widerstandsfunktionen (beispielsweise die EVA-Funktionen) zur Verfügung, deren Auswahl einer genauen Betrachtung unterzogen werden muss (Abschnitt 4.6.2). Neben den Gravitationsmodellen scheinen auch die **Nutzenmaximierungsmodelle** zur Modellierung des Freizeitverkehrs günstig anwendbar zu sein. Diese Modellart arbeitet mit Nutzenwerten und basiert auf unterschiedliche Logit-Modelle, wobei der Trend in Richtung der Multinomialen-Logitmodellen oder Nested-Logitmodellen und deren weiteren Abwandlungen geht. Vrtic behandelt die Anwendungsfälle der verschiedenen Logit-Modelle

⁵³ Vgl. (Köhler, Wermuth, 2001) Seite 16

⁵⁴ Vgl.(Schütte, 2000) Seite 16

⁵⁵ Vgl.(Schütte, 2000) Seite 17

⁵⁶ Vgl.(Schütte, 2000) Seite 18

in einer detaillierteren Betrachtung, weswegen hier auf dessen Arbeit⁵⁷ verwiesen werden soll, ohne weiter darauf einzugehen.

Verkehrsmittelwahlmodelle

In Punkto der Moduswahl können die Verkehrsteilnehmer grob in drei Gruppen eingeteilt werden, diese sind die „captive riders“ (ÖV-Gebundene), die „captive drivers“ (MIV-Gebundene) und wahlfreie Personen. Für wahlfreie Personen gilt es vorerst, die verfügbaren Verkehrsmittel zu identifizieren um daraufhin eine Moduswahl anhängen zu können. In der praktischen Anwendung rückt die Maximierung des subjektiven Nutzens als das adäquateste Prinzip individueller Entscheidungsverhalten in den Mittelpunkt⁵⁸, womit auch bei der Verkehrsmittelwahl häufig das **Nutzenmaximierungsmodell** mittels Logit-Modellen unterschiedlicher Ausprägungen verwendet wird. Das Nested-Logit-Modell stellt dabei eine spezielle Form der Logit-Modelle dar und wird bei der Moduswahl häufig benutzt. Das Probitmodell stellt eine weitere alternative Variante zur Modellierung der Moduswahl dar.

Verkehrsumlegungsmodelle (Routenwahlmodelle)

Die zuvor ermittelten verkehrsmittelspezifischen Verkehrsströme werden nun in Nachfragematrizen gespeichert und mittels Routenwahlmodellen auf die verschiedenen Routen verteilt.

Bei den Routenwahlmodellen klassifiziert man vier unterschiedliche Verfahren:⁵⁹

- die klassischen Bestwegverfahren (Alles-oder-Nichts Umlegung)
- die klassischen Mehrwegverfahren (Alternativroutensuchverfahren)
- die belastungsabhängigen Mehrwegverfahren (Sukzessivverfahren)
- die Gleichgewichtsmodelle

Dabei reicht ein Optimalroutensuchverfahren, wie das Bestwegverfahren, nicht mehr aus, da die Belastungsabhängigkeit nicht abgebildet werden kann. Zur belastungsabhängigen Routenwahl stehen die zwei letztgenannten, das **Sukzessivverfahren** sowie das **Gleichgewichtsverfahren**, zur Auswahl. Zudem kann auch das **Lernverfahren**, welches von Lohse und Schnabel 1997 entwickelt wurde, zur Anwendung kommen. Diese drei Möglichkeiten haben gemein, dass das angestrebte Simultanverfahren zur Ausführung gebracht werden kann, was zur Abbildung des Freizeitverkehrs von Nöten ist, da stets ein inneres Gleichgewicht angestrebt wird.

Alternative Modelle

Neben diesem konventionellen Vier-Stufen-Algorithmus existieren einige Weiterentwicklungen, welche die Güte der Modelle in einem datenmäßig vertretbaren Rahmen versucht zu erhöhen. Einige davon sollen im Folgenden kurz dargestellt und erläutert werden.

⁵⁷ Vgl.(Vrtic, 2003)

⁵⁸ Vgl.(Schütte, 2000) Seite 19

⁵⁹ Vgl.(Schütte, 2000) Seite 21

- **Simultane Ziel- und Verkehrsmittelwahlmodelle**

Man kommt zum Schluss, dass das sukzessive Abarbeiten der einzelnen Verfahrensschritte Fehler hervorrufen kann. Vielmehr sind Verkehrsteilnehmer, gerade im Freizeitverkehr, in ihrer Ziel- und Verkehrsmittelwahl frei und treffen Entscheidungen, die einander bedingen. Rückkoppelungen zwischen zumindest diesen zwei Stufen sind somit in der Modellierung gefordert.

Dugge⁶⁰ spricht in Bezug auf sequenzielle Modelle von einem Dilemma, „*dass einige Eingangsdaten für die Berechnung eines Schrittes möglicherweise in diesem Stadium noch nicht bekannt sind und daher mehr oder weniger korrekte Hilfsgrößen angewandt werden müssen.*“ Diese fehlenden Eingangsdaten können bereits in einem nachfolgenden Schritt zur Verfügung stehen und mit der Rückkopplung der Simultanmodelle mitberücksichtigt werden, womit Hilfsgrößen nicht notwendig werden.

Vrtic⁶¹ setzt sich zum Ziel, den Gleichgewichtszustand mittels rückgekoppelten Systemen der Verkehrsmittelwahl, -verteilung und -umlegung zu bestimmen und die in der Realität vorherrschenden Abhängigkeiten zu berücksichtigen. Diese Abhängigkeiten können bei sequentiellen Nachfragemodellen durch diverse Rückkopplungen zwischen den Modellschritten erzielt werden, jedoch erhöht sich dadurch die Komplexität der Modellstrukturen immens. Vrtic analysiert in seiner Arbeit verschiedene Modelle (Nested-Logit (NL), Cross-Nested-Logit (CNL), C-Logit (CL), Path-Size-Logit (PSL), Nested-C-Logit (NCL)) auf ihre Eignung für eine simultane Modellierung. Aus dieser Analyse stammenden Ergebnisse zeigen, „*dass das multinominale Logit oder das weiterentwickelte Nested-Logit Modell wegen der fehlenden Berücksichtigung von Überlappungen zwischen Alternativen bzw. Routen (IIAEigenschaft) nicht geeignet sind.*“ Hingegen sind die Cross-Nested-Logit und C-Logit Modelle in der Lage Überlappungen von Routen bzw. Korrelationen zu berücksichtigen. Es besteht jedoch nicht die Möglichkeit einer verkehrsmittelspezifischen Abbildung von Nestern, wie diese beim Nested-Logit zu finden sind. Diese Nester sind jedoch gerade bei der Verkehrsmittelwahl von äußerster Wichtigkeit. Ein neuer Ansatz, wurde von Vrtic formuliert: das Nested-CLogit Modell. Dieser Ansatz bietet einerseits die Möglichkeit für die Abbildung von verkehrsmittelspezifischen Nestern als auch andererseits von Routenüberlappungen und stellt somit eine Verbesserung des Nested-Logits dar.

Zudem existieren bereits Verfahren der Nachfragemodellierung, welche die ersten drei Stufen (Verkehrserzeugung, -verteilung, -mittelwahl) verzahnt und kontinuierlich behandeln. Zu erwähnen sind das disaggregierte, verhaltensorientierte Verkehrsnachfragemodell VISEM (Abschnitt 3.3.5), welches auf der Basis von verhaltenshomogener Bevölkerungsgruppen und Aktivitätenketten funktioniert, und das von Lohse entwickelte Modell VISEVA (Abschnitt 3.3.6), welches die Simultanität durch eine diskrete Entscheidungsmodellierung realisiert.

⁶⁰ Vgl.(Dugge, 2006) Seite 43

⁶¹ Vgl.(Vrtic, 2003) Seite 1

- **Wegekettensmodelle**

Während Verkehrsverteilungsmodelle räumlich aggregierte Verkehrsströme ermitteln, basiert die Idee der Wegekettensmodelle⁶² darauf, „dass die einzelne Ortsveränderung einer Person im Zusammenhang mit der gesamten Folge von Wegen des betrachteten Zeitraumes, also dem Wegemuster bzw. dem Aktivitätenmuster, gesehen werden muss.“

Diese Art der Modelle kann in zwei weitere Modellvarianten untergliedert werden. Zum einen in Individualsimulationsmodelle, zum anderen in Wegekettens-Gruppenmodelle⁶³. Beide Modellarten berücksichtigen die Abhängigkeiten zwischen der Verkehrserzeugung, der -verteilung und der -mittelwahl. Oft werden jedoch lediglich die wichtigsten Wegekettens, welche in etwa 70% der Wege umfassen, betrachtet und danach hochgerechnet. Für die teils komplizierten Wegekettens, die im Freizeitverkehr auftreten können, scheint diese Modellierungsvariante demnach nicht geeignet. Ein berühmter Vertreter dieser Art der Modellierung ist das Verkehrsnachfragemodell VISEM, welches meist auf einem Personengruppenansatz basiert und in Abschnitt 3.3.5 näher betrachtet wird.

3.3.5 Aktivitätenketten-basiertes Verkehrsnachfragemodell (VISEM)

Mittels des Programms VISEM (Verkehrsinformationssystem – Erzeugungsmodell) der PTV AG lassen sich Verkehrsnachfragematrizen modellhaft berechnen, wozu jedoch umfangreiche und ausführliche Daten benötigt werden, was häufig die Einsetzbarkeit dieser Art der Modellierung beschränkt.⁶⁴ VISEM stellt also, neben dem konventionellen Vier-Stufen-Modell und VISEVA, ein weiteres Nachfrageberechnungsmodell dar, das ebenfalls in der Verkehrsplanungssoftware VISUM integrierbar ist.⁶⁵

VISEM entspricht einem Zusatzmodul für VISUM, dabei wird die Bevölkerung in verhaltenshomogene Gruppen (VHG) zusammengefasst und anschließend für jede dieser Gruppen ein typischer Satz an Wegekettens benutzt. Sowohl verkehrspolitische als auch soziodemographische Einflüsse finden somit Berücksichtigung in VISEM. Die Arbeitseinheiten der Verkehrserzeugung, -verteilung und Moduswahl werden ineinander verzahnt abgewickelt, was einem simultanem Verfahren gleich kommt. In jenen drei Arbeitseinheiten erfolgt die Berechnung auf Basis der genannten verhaltenshomogenen Bevölkerungsgruppen und Aktivitätenketten. Der aus den Arbeitseinheiten erzielte Output, nämlich die Fahrtenmatrizen als Ergebnis der Nachfrageberechnung, werden für die Umlegung der Routen direkt in VISUM weiterverwendet.

Die Eckpunkte des auf Aktivitätenketten beruhenden Verkehrsnachfragemodells sind die folgenden:

- Es handelt sich um ein disaggregiertes, verhaltensorientiertes Verkehrsnachfragemodell, unter Einbeziehung sozio-demographischer und verkehrspolitischer Einflüsse, was auf einem komplexen Datenbedürfnis basiert.

⁶² Vgl.(Schütte, 2000) Seite 22

⁶³ Vgl. (Köhler, Wermuth, 2001) Seite 38

⁶⁴ Vgl.(Rieser, 2004) Seite 3

⁶⁵ <http://www.ptv.de/software/verkehrsplanung-verkehrstechnik/software-und-system-solutions/visum/zusatz-module/modulbeschreibung-im-detail/nachfrageberechnungsverfahren/> (28.06.2011 – 12:30)

- Die drei logischen Arbeitseinheiten (Verkehrserzeugung, -verteilung und Moduswahl), arbeiten kontinuierlich und nicht sukzessive (sequentiell).
- Die Rechnung steht auf der Basis von verhaltenshomogenen Bevölkerungsgruppen und Aktivitätenketten.

3.3.6 *Aktivitätenpaar-basiertes Verkehrsnachfragemodell (VISEVA)*

VISEVA⁶⁶ oder exakter: „**V**erkehr in **S**tädten und **R**egionen **E**rzeugung **V**erteilung **A**ufteilung“ wurde an der TU Dresden vom Lehrstuhl für theoretische Verkehrsplanung durch Prof. Lohse seit 1970 entwickelt. Dieses Programm kann mittels Raumstrukturdaten, wie Einwohnerzahlen, Erwerbstätigenanzahl oder Verkaufsflächen, die Verkehrsströme zwischen Bezirken berechnen und diese auf die jeweiligen Verkehrsträger und Tageszeiten aufteilen. Die mit VISEVA erzeugten Fahrtenmatrizen dienen als Input für die Verkehrsplanungssoftware VISUM und ermöglichen dort die Verkehrsumlegung.⁶⁷

Die Modelltheorie zu VISEVA wird seit 1995 gemeinsam mit der PTV AG für die praktische Anwendung bereitgestellt. Das Programmsystem VISEVA dient der makroskopischen Berechnung der Nachfrage, welche mit dem disaggregierten Kennwert- und Simultanmodell EVA zur Ausführung gebracht wird. Bei der makroskopischen Berechnung werden die Erwartungswerte zu den einzelnen Verkehrsströmen direkt berechnet, ohne auf Wegeketten einzelner Personen Rücksicht zu nehmen, womit die Rechenzeit deutlich minimiert werden kann. Üblicherweise werden die vier Standardverkehrsarten Fuß, Rad, ÖPV, MIV bei VISEVA verwendet, dabei muss der Modal-Split nicht vorgegeben werden sondern kann vielmehr ein Ergebnis der Berechnung sein; kann jedoch auch zur Kalibrierung der erzielten Ergebnisse durchaus miteinbezogen werden.

Die Eckpunkte⁶⁸ des auf Aktivitätenpaaren beruhenden Verkehrsnachfragemodells sind nachstehend angegeben:

- Alternativer Ansatz der ersten drei Stufen (Verkehrserzeugung, -verteilung, -mittelwahl), anschließende Umlegung in VISUM.
- Verzahnt Verkehrserzeugung und -verteilung durch einen Randsummenausgleich, der die Differenzen der Quell- und Zielverkehre ausgleicht. Im Freizeitverkehr können nur offene Randsummenbedingungen zur Anwendung kommen, womit lediglich die Attraktivität eines Bezirkes als Ziel der Nachfrageschicht durch das Strukturpotential ausgedrückt werden kann.
- Verkehrsverteilung und Moduswahl erfolgen beim EVA-Modell simultan, durch Anwendung eines einstufigen Discrete Choice-Modells (Diskrete Entscheidungsmodellierung) auf dreidimensionalen Nutzenmatrizen, die nach Quellbezirk, Zielbezirk und Modus indiziert sind.

⁶⁶ Vgl.(Boden, 2007) Seite 5

⁶⁷ www.modelle.clearingstelle-verkehr.de/2/ (27.06.2011 – 13:30)

⁶⁸ <http://www.ptv.de/software/verkehrsplanung-verkehrstechnik/software-und-system-solutions/visum/zusatzmodule/modulbeschreibung-im-detail/nachfrageberechnungsverfahren/> (28.06.2011 – 12:30)

3.4 Auswahl eines Nachfragealgorithmus

Freizeitverkehr als heterogener Wegezweck dominiert die Anzahl der Fahrten an Wochenenden und erfordert daher einen Algorithmus, der schnell und gleichzeitig in der Lage ist, die Verkehrserzeugung, Verkehrsverteilung und Verkehrsaufteilung simultan zu berechnen. Das von Lohse entwickelte Modell VISEVA ist für diese Aufgabe prädestiniert und soll daher für den praktischen Teil diese Arbeit herangezogen werden. Schlüsseleigenschaften des EVA-Algorithmus sind die disaggregierte Betrachtung der Nachfrage und die Einsatzmöglichkeiten verschiedener passender Logit- Modelle für die Verkehrsverteilung und -aufteilung. Der Algorithmus berechnet sowohl die Produktions- als auch die Attraktionspotenziale der Verkehrsbezirke bezogen auf eine Quelle-Ziel-Gruppen-Einteilung, deren Detaillierungsgrad je nach Anforderung wählbar ist. Die Verkehrsverteilung und Verkehrsaufteilung wird dabei simultan für jede Quelle-Ziel-Gruppe separat berechnet. Dabei werden die bekannten Randsummenverteilungen der in der Verkehrserzeugung berechneten Quell- und Zielverkehrsaufkommen der Verkehrsbezirke eingehalten und auch ein Randsummenausgleich angeschlossen.

Die folgenden Abschnitte sollen einen weiteren Einblick in die Kunst der Modellierung von EVA-Modellen bieten. Dafür ist es vorerst unerlässlich, die Datenstrukturen, welche für die Modellierung eines Samstagmodells notwendig sind, näher zu erläutern (Abschnitt 5). Daraufhin bildet ein umfangreicher Abschnitt die Datenanalyse sowie deren Aufbereitung um in späterer Folge eine modellhafte Anwendung anzuschließen. Einige grundlegende Erklärungen sollen in weiterem zudem angeführt werden, wobei es nicht das Ziel dieser Arbeit ist, eine vollständige Beschreibung des VISEVA-Modells zu geben. In etlichen Literaturquellen (Boden⁶⁹, Dugge⁷⁰, Lohse⁷¹, Schiller⁷², Schnabel⁷³, Schuessler⁷⁴) werden die theoretischen Grundlagen dieser Art der Nachfragemodellierung bereits ausführlich beschrieben und soll daher lediglich in komprimierter Form in dieser Arbeit enthalten sein.

⁶⁹ Vgl. (Boden, 2007)

⁷⁰ Vgl. (Dugge, 2006)

⁷¹ Vgl. (Lohse, 1997)

⁷² Vgl. (Schiller, 2004)

⁷³ Vgl. (Schnabel und Lohse, 2011)

⁷⁴ Vgl. (Schuessler, 2006)

4 Aufbau eines Samstagsverkehrsmodells mit VISEVA

Wie vorangehende Abschnitte bereits beschreiben und unmissverständlich dargelegt haben, ist eine simultane Verkehrsverteilung und Moduswahl gerade für den stark differenzierten Freizeitverkehr unabdingbar. Die Verzahnung der drei Stufen der Verkehrserzeugung, -verteilung und -mittelwahl, wie es im Programm VISEVA vorliegend ist, gibt an diesem Punkt den Ausschlag, die Modellierung in dieser Arbeit mittels jenes Typus zu realisieren. Wenn sich nach einer gewissen Anzahl an Rückkopplungen ein Gleichgewicht zwischen dem Angebot und der Nachfrage einstellt, so wird die Prozedur beendet.

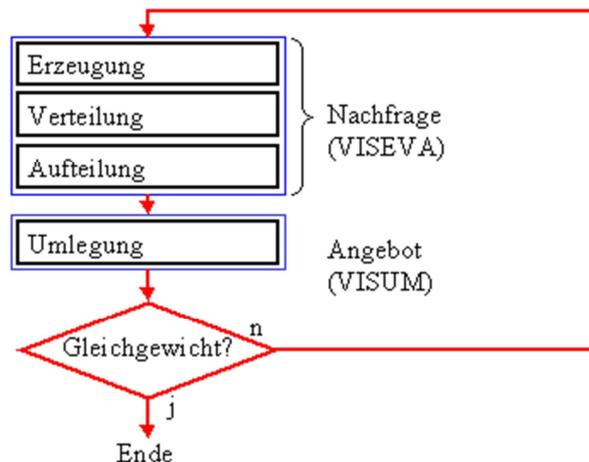


Abbildung 11: Schematische Modellidee der Verwendung von VISEVA⁷⁵

Zudem ist speziell für den Freizeitverkehr in Punkto der Reiseziel- und Verkehrsmittelwahl die Anwendung von diskreten Entscheidungsmodellen ein probates Mittel und wird häufig in der Literatur verwendet (siehe Tschopp⁷⁶). Ureigene Eigenschaft von diskreten Entscheidungsmodellen ist, dass in Entscheidungssituationen im Verkehr eine Person in der Regel zwischen sich einander ausschließenden Alternativen entscheiden muss. Neben der Verkehrsmittelwahl handelt es sich auch bei der Zielwahl um ein Problem der diskreten Entscheidungsmodellierung, da mit einer Auswahl eines Zieles alle anderen Ziele sowohl in räumlicher als auch in temporärer Hinsicht ausgeschlossen werden. Auch die Modellierung mittels VISEM wäre für den Freizeitverkehr anwendbar, scheidet jedoch für diese Arbeit aufgrund der erhöhten Anforderungen an die Datenstruktur, welche für die genaue Betrachtung von einzelnen Aktivitätsketten notwendig sind, aus. Die Modellierung mittels VISEM erfordert eine groß angelegte Befragung, um die einzelnen Strukturgrößen der Wegeketten für das Betrachtungsgebiet ermitteln zu können.

Neben der kurzen Erläuterung, die bereits in Abschnitt 3.3.6 vorliegt, wird in diesem Abschnitt das EVA-Modell näher beleuchtet mit besonderem Augenmerk auf die verwendeten Bausteine und Basisdaten, welche für eine einwandfreie Modellierung von Nöten sind, um ein abgesichertes realitätsgetreues Ergebnis erzielen zu können. Zudem soll dieser Abschnitt bereits vorbereitende Arbeit liefern, um die modellhafte Anwendung der Methodik der Modellierung von Freizeitverkehrsmodellen im Anschluss durchführen zu können.

⁷⁵ <http://vplno1.vkw.tu-dresden.de/vpl/viseva/> (02.08.2011 – 08:30)

⁷⁶ Vgl.(Tschopp, Beige, Axhausen, 2011) Seite 73

4.1 Betrachtungsgebiet der modellhaften Anwendung

Für die Erstellung des Modells wird das Paket ptv vision® eingesetzt. Für die Netzmodellierung wird VISUM in der Version 11.51 eingesetzt. Die Verkehrsnachfrageberechnung soll mit dem Programmsystem VISEVA von Lohse erfolgen, welches in VISUM integriert ist. Das Betrachtungsgebiet umfasst, wie bereits erwähnt, das Bundesland Salzburg und soll im Folgenden kurz dargestellt werden.

4.1.1 Beschreibung des Betrachtungsgebietes

Das Land Salzburg umfasst eine Fläche von rund 7.154 km². Von der Landesgrenze des Bundeslandes bilden 174 km zugleich die österreichische Staatsgrenze, zum einen im Nordwesten zu Deutschland und zum anderen im Südwesten zu Italien. Darüber hinaus grenzt Salzburg im Westen und Südwesten an Tirol, im Nordosten an Oberösterreich, im Osten an die Steiermark und im Süden an das Bundesland Kärnten. Geographisch wie auch politisch umfasst das Land Salzburg 5 Gaue oder auch Bezirke.



Abbildung 12: Bezirke im Land Salzburg⁷⁷

Der Flachgau liegt im Norden des Bundeslandes mit der Landeshauptstadt, darum lautet der politische Bezirk auch Salzburg-Umgebung und entspricht dem Salzburger Alpenvorland sowie dem salzburgischen Salzkammergut. Der Tennengau umfasst die Landschaft südlich der Landeshauptstadt und wird größtenteils von den Kalkalpen eingenommen. Der äquivalente politische Bezirk trägt den Namen Hallein, welches mit knapp 20.000 Einwohnern auch die zweitgrößte Stadt im Salzburger Land ist. Der Lungau erstreckt sich in den Südosten, entspricht dem politischen Bezirk Tamsweg und beinhaltet die gleichnamige Stadt Tamsweg. Der Pinzgau, deckungsgleich mit dem politischen Bezirk Zell am See, liegt im Südwesten und umfasst das Salzach- und Saalachtal, Glemmtal sowie den Hauptort Zell am See, die Steinberge und andere Gebirgszüge. Der Pongau (politischer Bezirk St. Johann im Pongau) umfasst das Gebiet zwischen Werfen an der Salzach mit den Seitentälern, dem

⁷⁷ <http://www.uwendler.de/abtenau/wissen/salzburg.htm> (20.07.2011 – 09:15)

Hochkönigmassiv mit dem Dientener Sattel sowie einige bekannte Nebentäler und Hochebenen.

Mit über 50 Skigebieten bietet das Land Salzburg gerade im Winter ein ausgenommen umfangreiches Attraktionspotential für Urlauber jeglicher Nationen. Während im Winter die Skigebiete die Urlaubsgäste anlocken, tun dies im Sommer speziell die zahlreichen Seengebiete sowie beliebte Wandergebiete, welche über das Betrachtungsgebiet verteilt sind. Die Landeshauptstadt Salzburg des gleichnamigen Bundeslandes ist mit etwa 148.000 Einwohnern die viertgrößte Stadt Österreichs und hat einen internationalen bekannten Namen für jegliche Art an kulturellen Einrichtungen, wobei die Salzburger Festspiele in den Sommermonaten besonders hervorzuheben sind. Nicht nur deshalb bildet der Tourismus auch für die Stadt einen erheblichen Wirtschaftsfaktor. Wobei das hohe Kulturpotential Gäste nicht nur während der Sommermonate anzieht, sondern auch im Winter kulturelle Ausflüge in die Landeshauptstadt zur Tagesordnung zählen können. Auch der Durchgangsverkehr von an- und abreisenden Urlaubern, die im Sommer von Deutschland in den Süden (Richtung Mittelmeer) fahren, darf zahlenmäßig nicht unterschätzt werden, weswegen eine Abbildung des Durchgangsverkehrs auch in dieser Arbeit angestrebt wird. Ob und wie diese realisiert werden kann, soll an dieser Stelle noch nicht im Blickpunkt stehen.

4.1.2 Analyse und Bewertung des Freizeitverkehrs in den betrachteten Regionen

Ein touristischer Kernraum ist der Salzburger Pinzgau, der zu den tourismusintensivsten Regionen Österreichs zählt und deckungsgleich mit dem politischen Bezirk Zell am See ist. Gerade in der Wintersaison kommt es durch den tourismusinduzierten Verkehr, vor allem im Zusammenhang mit dem Urlauberschichtwechsel, an den Wochenenden und aufgrund der gebirgsbedingt auf wenige Routen konzentrierten An- und Abreiserouten der Gäste zu regelmäßigen Verkehrsüberlastungen und zu ausgedehnten Verkehrsbehinderungen auf den Hauptverbindungen. Zudem liegt mit der Bundeshauptstadt Salzburg, eine Stadt innerhalb des Betrachtungsgebietes, welche für ihre kulturellen Schätze bekannt ist und somit jährlich viele Touristen anlockt.⁷⁸ In den Sommermonaten erreicht die Stadt ihre größte Auslastung der Beherbergungskapazität, begründet auf die Salzburger Festspiele. Doch auch unter dem Jahr locken Einrichtungen wie die Festung Hohensalzburg (rund 845.000 Besucher pro Jahr), Mozarts Geburts- und Wohnhaus (rund 400.000 Besucher) und Schloss Hellbrunn (rund 300.000 Besucher) viele Touristen an. Auch das Messe- und Kongresswesen hat für den Tourismus der Stadt Salzburg große Bedeutung; es führt zu verbesserten Auslastungen der Beherbergungskapazitäten außerhalb der Hauptsaison.

⁷⁸ <http://de.wikipedia.org/wiki/Salzburg> (12.09.2011 – 15:40)

4.2 Modellgrundsätze von VISEVA⁷⁹

- VISEVA ist nicht dafür vorgesehen in eine Verkehrssystemoptimierung einzugreifen, es dient lediglich der realitätsgetreuen Abbildung des Verkehrsverhaltens.
- In VISEVA werden die Erwartungswerte der Verkehrsströme direkt berechnet, somit handelt es sich um ein makroskopisches Modell. Die Wegeketten von Einzelpersonen sind nicht Gegenstand der Betrachtung des Modells.
- VISEVA strebt ein Gleichgewicht zwischen dem Verkehrsangebot und der Verkehrsnachfrage an, womit es zu den Gleichgewichtsmodellen zu zählen ist. Somit sind Rückkopplungen zwischen den zusammengefassten Arbeitseinheiten Erzeugung, Verteilung beziehungsweise Aufteilung und der separaten Arbeitseinheit der Umlegung von Nöten.
- Homogene Gruppen bilden die Basis um das Verkehrsgeschehen in VISEVA abzubilden, diese homogenen Gruppen sollen deutliche Unterschiede zu den Verhalten zwischen den Gruppen untereinander aufweisen. Die Gruppen werden üblicherweise durch die Attribute des Alters, der Erwerbstätigkeit und der PKW-Verfügbarkeit eingeteilt.
- VISEVA kann die Konkurrenz der Verkehrsarten untereinander abbilden, womit keine Vorgabe des Modalsplits notwendig wird. Eine detaillierte Datenstruktur muss dabei jedoch zwingender Maßen vorhanden sein.
- VISEVA behandelt alle Verkehrsrelationen, im Sinne der Modelltheorie, gleichwertig. Der Zellbinnenverkehr, respektive die Werte der Hauptdiagonalen, muss dabei nicht gesondert ermittelt werden.
- VISEVA eignet sich für alle Arten von Untersuchungsgebieten, sowohl für kleinräumige Gebiete in Städten oder Ballungsgebieten als auch für großräumige ländliche Gebiete, somit auch für die Betrachtung des regionalen Gebietes des Bundeslandes Salzburg mit samt den städtischen Strukturen.

4.3 Überblick zur Verkehrsmodellierung

Das Verkehrsgeschehen des Untersuchungsgebietes des Raumes Salzburg wird durch das Angebotsmodell und Nachfragemodell abgebildet. Dabei wird eine Analyseberechnung zweier Samstage, je einen im Winter (05.02.2011) und einen im Sommer (25.06.2011) des Betrachtungsjahres 2011, vorgesehen. Nachstehende Abbildung zeigt den methodischen Ablauf der Modellierung, wie er auch im Abschlussbericht von Vermosa 1 angeführt ist.

⁷⁹ <http://vplno1.vkw.tu-dresden.de/vpl/viseva/> (29.06.2011 – 14:30)

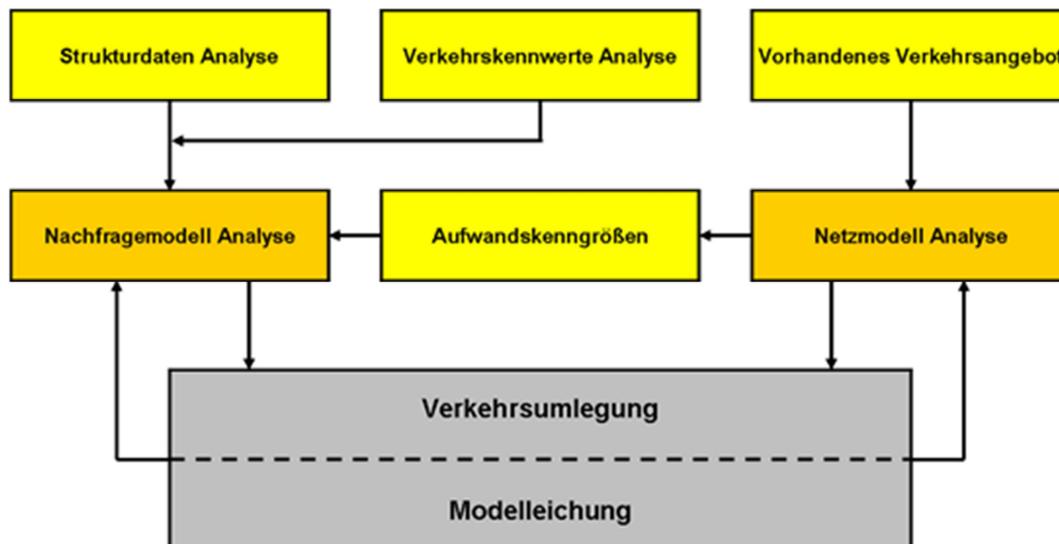


Abbildung 13: Standardisierter Ablauf der Verkehrsmodellierung⁸⁰

Die Eingangsdaten für das Verkehrsmodell setzen sich aus Raumstrukturdaten zur Abbildung der Potenziale in den Verkehrsbezirken (z.B. Einwohner, Erwerbstätige, Beschäftigte), Verkehrskennwerte zur Beschreibung des Verkehrsverhaltens (z.B. spezifisches Verkehrsaufkommen, Erzeugungsraten) sowie Angebotsdaten für die zu betrachtenden Verkehrsarten zusammen und werden in Abschnitt 5.3 einer näheren Betrachtung unterzogen. Das gegenwärtige Verkehrsangebot wird durch die Angebotsdaten beschrieben und dient als Basis für fortführende Berechnungen. Zu aller erst werden Aufwandsmatrizen berechnet, welche den Verkehrsaufwand zwischen den Verkehrsbezirken beschreiben, diese können in Abhängigkeit der Reisezeit, der Entfernung und aber auch der Kosten stehen. Anschließend hat die Berechnung des Verkehrsaufkommens zwischen den Verkehrsbezirken zu erfolgen, dabei bilden die resultierenden Verkehrsstrommatrizen die verkehrliche Verflechtung zwischen den einzelnen Bezirken ab. Diese Berechnung basiert auf den zuvor berechneten Aufwandsmatrizen in Kombination mit den vorliegenden Raumstrukturdaten und Verkehrskennwerten. Die anschließende Umlegung simuliert die Routenwahl der Verkehrsteilnehmer im Netz und gibt als Resultat die Verkehrsbelastungen und -auslastung sowie weitere verkehrsplanerische Kenngrößen der einzelnen Strecken, der Verkehrsbezirke und des gesamten Netzes aus. Der abschließende Arbeitsschritt betrifft die Modelleichung, dabei werden die Berechnungsergebnisse anhand von vorhandenen Kontrollgrößen plausibilisiert und validiert. In einem iterativen Prozess werden nun die Nachfrageparameter so lange kalibriert bis sich ein adäquates und zufriedenstellendes Abbild des Verkehrsgeschehens einstellt. Die Modelleichung und Kalibrierung soll in dieser Arbeit kein Kerngebiet bilden und wird daher nur sehr oberflächlich behandelt. Grund dafür ist, dass keine validen Vergleichsgrößen für die entsprechenden Betrachtungssamstage vorhanden sind, um darauf eine Kalibrierung anzulehnen, da jene Zielgrößen anhand von Befragungen akquiriert werden müssen.

Das EVA-Modell wird häufig nur für die Abbildung des Binnenverkehrs (siehe Abbildung 9) herangezogen und mit den restlichen Verkehrssegmenten, dem Durchgangsverkehr und dem Quell- und Zielverkehr ergänzt, welche aus anderen Quellen und übergeordneten

⁸⁰ Vgl.(Sammer, Röschel, Gruber, 2009) Seite 12

Modellen (z.B. einem Österreichmodell) stammen. Andere Quellen stehen jedoch zur Bearbeitung dieser Arbeit nicht zur Verfügung. Zudem wurden Strukturgrößen nur für das Betrachtungsgebiet angefordert, was die Abbildung des Quell-, Ziel- und Durchgangsverkehrs durch die Modellierung mit VISEVA nicht möglich macht. Es kann demnach der Binnenverkehr mittels VISEVA für das Betrachtungsgebiet berechnet werden. Auch der Quell- und Zielverkehr der an- und abreisenden Urlauber kann und soll mittels VISEVA berechnet und abgebildet werden, jedoch nicht der Quell- und Zielverkehr, von Tagesgästen in die Region. Der Durchgangsverkehr kann ebenfalls nicht direkt berechnet werden. Da für das Betrachtungsgebiet genaue Zählwerte, welche aus Detektorlagen stammen, zur Verfügung stehen, kann jedoch eine überschlägige Berechnung des Durchgangsverkehrs (Abschnitt 6.3) erfolgen.

4.4 Modellierung des Verkehrsangebots

Wie bereits in Abschnitt 3.2 beschrieben, wird mit Hilfe des Netzmodells ein Abbild des real existierenden Verkehrsnetzes für den Untersuchungsraum geschaffen.

4.4.1 Aufbau der Verkehrsangebotsmodellierung

Das Straßennetz, welches für diese Arbeit verwendet wird, basiert auf dem Netz welches auch im Projekt Vermosa 1⁸¹ verwendet wurde. Es handelt sich dabei um ein Straßennetz das von den Daten von Navteq abgeleitet wurde, wobei eine einheitliche Detaillierung garantiert wird. Zudem ergänzt ein Österreichmodell das vorliegende Netzmodell auf der Angebotsseite. Die Attributierungen der Netzelemente (v0, Kapazitäten, Anzahl Fahrstreifen etc.) können für diese Arbeit ebenfalls aus dem Vermosa 1-Netz übernommen und belassen werden. Nach dem Festlegen von einem Typisierungsschema und der Einteilung in Streckentypen werden den einzelnen Typen unterschiedliche, geeignete Capacity-Restraint-Funktionen zugewiesen. Die Streckenparameter gelten demnach für alle Strecken des Netzes welche den gleichen Typ zugehörig sind. Die Streckentypisierung des Netzes für den MIV stützt sich auf den Leitfaden für die funktionale Gliederung des Straßennetzes der deutschen Richtlinie für die Anlage von Straßen RAS-N (siehe Anlage 10). Berücksichtigung findet auch der Umstand, dass die Knotenpunkte innerhalb der Stadt Salzburg zusätzliche Widerstände bekommen müssen, da ansonsten die Verkehrsströme nicht auf die Umgehungsstraßen verlagert werden, sondern durch das Stadtgebiet führen würden. Nähere Beschreibungen dazu sind im Bericht von Vermosa 1 zu finden und werden an dieser Stelle nicht weiter vertieft. Die Verkehrsanbindungen wurden vorerst lediglich in den Schwerpunkten der Bebauung der Bezirke erstellt und erst danach durch Mehrfachanbindungen, um realistischere Anbindungssituationen für diese Bezirke modellieren zu können, erweitert. Damit wurde das Ziel verfolgt, die sich ergebenden Umlegungsergebnisse für diesen Netzausschnitt zu verbessern. Die Aufteilung des Quell- und Zielverkehrs auf die Anbindungen erfolgt dabei entsprechend des Bebauungsanteiles an der Gesamtfläche des Verkehrsbezirkes.

4.4.2 Beschreibung der Kennwerte des Verkehrsmodelles

Das zugehörige Verkehrsangebotsmodell in VISUM besteht aus 942 Verkehrsbezirken, wovon 469 im direkten Betrachtungsgebiet des Bundeslandes Salzburg liegen. Die

⁸¹ Vgl.(Sammer, Röschel, Gruber, 2009)

Verkehrsbezirke in der Landeshauptstadt Salzburg werden dabei detaillierter und feiner modelliert, die Anzahl der Verkehrszellen in der Stadt Salzburg umfasst 192, was in etwa 40 Prozent der im Betrachtungsgebiet befindlichen Verkehrsbezirke entspricht. Dem gegenüber stehen 277 Verkehrszellen, welche über die Regionen verteilt sind. Das Verkehrsangebot umfasst 51.672 ungerichtete Strecken (davon 6.406 in der Stadt Salzburg) mit einer summierten Länge von rund 8.311 Kilometer wovon rund 747 Kilometer auf die Landeshauptstadt entfallen. Neben 3.564 Haltestellen werden 207 ÖV-Linien im Modell abgebildet. Das in VISEVA aufgebaute Verkehrsnachfragemodell berücksichtigt den nicht motorisierten Individualverkehr jedoch nicht, auch der ÖV soll für diese Arbeit nicht betrachtet werden, da keine Fahrpläne für die ÖV-Linien des Betrachtungsgebietes zur Verfügung stehen. Es soll ergo ein reines MIV-Modell aufgebaut werden, dabei muss dieser Umstand bereits bei der Kennwertermittlung der Erzeugungsraten und spezifischen Verkehrsaufkommen abgebildet werden, mehr dazu jedoch erst im Anschluss.

4.5 Nachfrageobjekte in VISEVA

Die üblichen Nachfrageobjekte⁸², welche alle relevanten Daten der Verkehrsnachfrage mittels VISEVA in VISUM abbilden, sollen in Kürze erklärt werden und zu weiterem Verständnis beitragen.

Matrizen

Man unterscheidet in die Kategorien der Nachfragematrizen, der Kenngrößenmatrizen und der Bewertungsmatrizen. Nachfragematrizen werden benutzt, um die Verkehrsnachfrage zwischen den Quell- und Zielbezirken abzubilden. Kenngrößenmatrizen enthalten beispielsweise die Reisezeiten oder Distanzen zwischen unterschiedlichen Bezirken, enthalten also die Kenngrößen von den Beziehungen der Quell- und Zielbezirke. Bei der Durchführung der Modellierung mittels VISEVA existiert ein Arbeitsschritt der Bewertung, wofür die Bewertungsmatrizen herangezogen werden. Auf den wichtigen Schritt der Bewertung, soll auf Grund dessen Komplexität in Abschnitt 4.6.2 gesondert eingegangen werden.

Nachfragesegmente

Ein Nachfragesegment ist eine Gruppe oder Klasse von Verkehrsnachfrage, die in einem Schritt auf das Netz umgelegt wird, da das Verkehrsverhalten der Gruppe homogen ist. Ein Nachfragesegment ist jeweils genau einem Modus zugeordnet und stellt die Verbindung von Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage her. Zudem werden die verschiedenartigen Verkehrsbeziehungen in unterschiedliche Nachfragesegmente eingeteilt. Der Binnenverkehr wird also in einem eigenen Nachfragesegment behandelt, genauso wie der Quell- und Zielverkehr der an- und abreisenden Urlaubern.

Ganglinien

Die zeitliche Verteilung der Fahrtwünsche wird durch einen Startzeitpunkt und eine Nachfrageganglinie beschrieben, die bei der ÖV-Umlegung und bei dynamischen IV-Umlegungen berücksichtigt wird, nicht aber bei der statischen IV-Umlegung. Der praktische Teil dieser Arbeit sieht lediglich eine statische IV-Umlegung über den gesamten Tag vor, da eine Ganglinie für den Samstagverkehr nicht als Datengrundlage vorliegend ist. Diese Arbeit

⁸² Vgl.(PTV AG,2010) Seite 109

sollte jedoch bereits klar dargelegt haben, dass eine stundenfeine Betrachtung bei einer Samstagsverkehrsmodellierung erhebliche Vorteile haben kann. Da klare Spitzenstunden der anreisenden und abreisenden Urlauber bekannt sind. Gerade die schmalen Täler des Betrachtungsgebietes Salzburg, widerfahren ein um das andere Mal große Verkehrsüberlastungen an Samstagen durch den Urlauberschichtwechsel.

Nachfragemodelle

Die Nachfragemodelle sind spezielle VISUM-Nachfrageobjekte, denen andere Nachfrageobjekte zugeordnet werden. Bildet man ein Nachfragemodell mittels VISEVA so handelt es sich um die folgenden zugeordneten Nachfrageobjekte: Personengruppen, Strukturgrößen, Aktivitäten, Aktivitätenpaare, Nachfrageschichten, Moduswahlmatrizen und Randsummenbedingungen (siehe Abbildung 14).

In der Modellanwendung der Samstagsverkehrsmodellierung werden zwei unterschiedliche Nachfragemodelle aufgebaut. Das erste umfasst den Binnenverkehr mit dreizehn unterschiedlichen Personengruppen und dreizehn Aktivitätenpaare, demnach wird dieses Nachfragemodell sehr differenziert betrachtet. Das zweite Nachfragemodell bildet der Quell- und Zielverkehr, der durch die An- und Abreise der Urlauber in das Betrachtungsgebiet erzeugt wird.

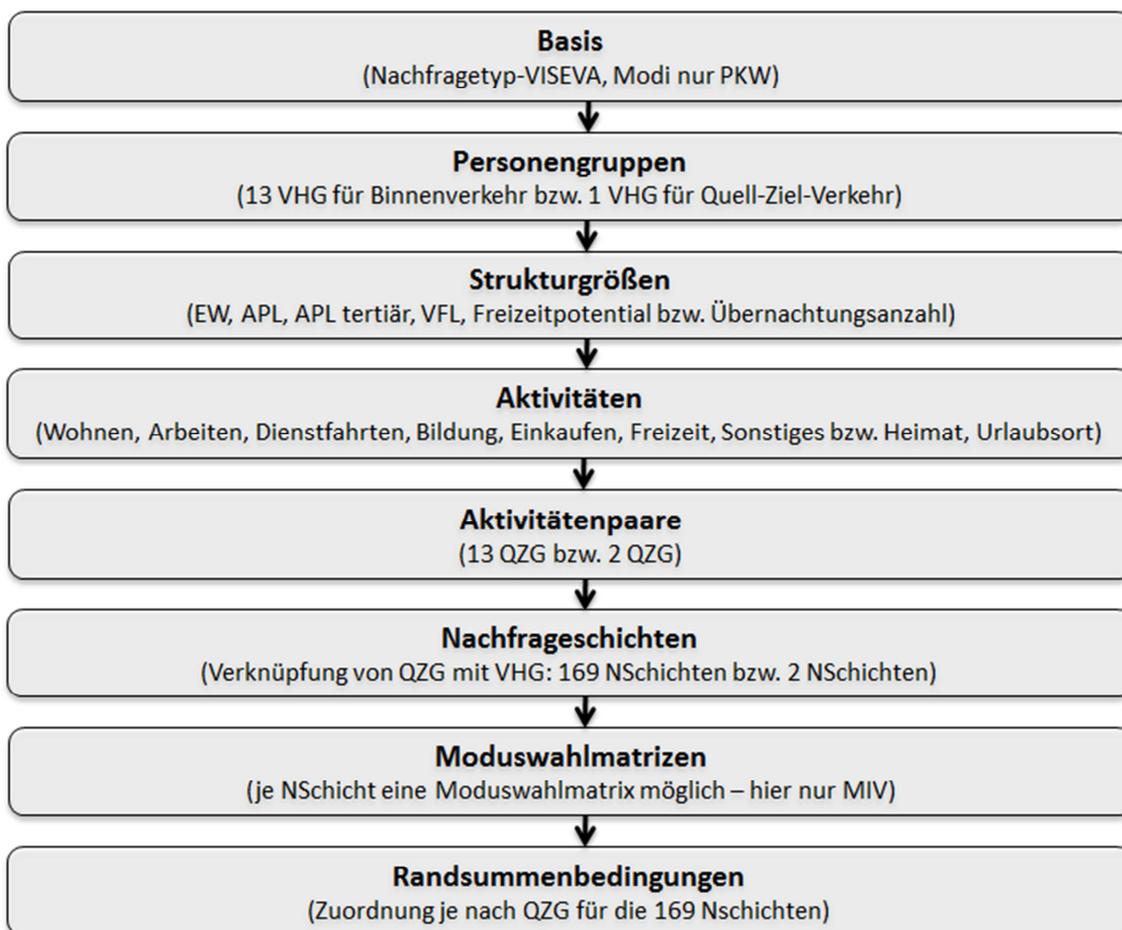


Abbildung 14: Komponenten von Nachfragemodellen des VISEVA-Modules

Die einzelnen zu bearbeitenden Komponenten der Nachfragemodelle werden nachfolgend kurz beschrieben.

Personengruppen

Die Bevölkerung des Planungsgebietes wird in so genannte „verhaltenshomogene“ Gruppen (VHG) eingeteilt. Das Verkehrsverhalten zwischen den Gruppen soll deutliche Unterschiede aufweisen, innerhalb der Gruppen dagegen möglichst ähnlich sein. In der Regel werden Personengruppen nach den Kriterien Erwerbstätigkeit oder auch Ausbildung und Motorisierung unterschieden. Die Einteilung in gewisse Altersklassen erscheint zudem häufig als sinnvoll, da altersbedingte Unterschiede des Mobilitätsverhaltens zu erwarten sind. Die Klassifizierung der Personengruppen ist dabei stark abhängig von der Qualität der zur Verfügung stehenden Verhaltensdaten, welche bei Befragungen erhoben werden.

Bevölkerung nach Klassen	Alter	Erwerbstätigkeit	Pkw-Verfügbarkeit
VHG 1	0 bis 5 Jahre	nein	nein
VHG 2	6 bis 17 Jahre	nein	nein
VHG 3	18 bis 24 Jahre	ja	nein
VHG 4		nein	nein
VHG 5		ja	ja
VHG 6		nein	ja
VHG 7	25 bis 64 Jahre	ja	nein
VHG 8		nein	nein
VHG 9		ja	ja
VHG 10		nein	ja
VHG 11	über 65 Jahre	egal	nein
VHG 12		egal	ja
VHG 13	Touristen		

Tabelle 3: Klassifizierung der Verhaltenshomogenen Gruppen für den Binnenverkehr des Samstagsmodells

Die praktische Modellarbeit des Binnenverkehrs verwendet 13 unterschiedliche verhaltenshomogene Gruppen (VHG) analog zu jenen aus dem Basisprojekt Vermosa 1. Während das Nachfragemodell, welches den Quell- und Zielverkehr abbildet, nur eine VHG (VHG 14) unterscheidet, die anreisenden und abreisenden Personen. Eine Einteilung in Altersgruppen oder PKW-Verfügbarkeit ist dabei nicht von Nöten, da die Anzahl der Fahrten bereits bekannt ist.

Strukturgrößen

Ganz allgemein ist eine Strukturgröße ein Maß für die Attraktivität eines Bezirks als Quelle oder Ziel einer Fahrt. Dabei geht nicht jede Strukturgröße gleichermaßen in die Berechnung ein. Während Fahrten, die auf die Arbeit bezogen sind, meistens in voller Gänze von den zur Verfügung stehenden Arbeitsplätzen abhängen, setzen sich die freizeitbezogenen Fahrten aus Anteilen der Strukturgröße des Freizeitpotentials und der Verkaufsraumfläche zusammen, um die samstäglichen Erlebniseinkäufe mit zu berücksichtigen (siehe Abbildung 26). Während für die Abbildung des Binnenverkehrs sehr detaillierte Basisdaten zur Verfügung stehen, verfügt das Nachfragemodell zur Berechnung des Quell- und des Zielverkehrsaufkommen der An- und Abreise zum Urlaubsort lediglich die Strukturdaten der Übernachtungen, welche jedoch durchaus ausreichend sind um die Verkehrsströme ermitteln zu können.

Strukturgröße	Nachfragemodellsart
Einwohner	Binnenverkehrsnachfragemodell
Jegliche Arbeitsplätze	Binnenverkehrsnachfragemodell
Arbeitsplätze im tertiären Sektor	Binnenverkehrsnachfragemodell
Schulplätze	Binnenverkehrsnachfragemodell
Handelsflächen (Verkaufsraumfläche)	Binnenverkehrsnachfragemodell
Freizeit (Sommer und Winter)	Binnenverkehrsnachfragemodell
Übernachtungen	Quell-/Zielverkehrsnachfragemodell

Tabelle 4: Datenanforderung zur Abbildung des Samstagverkehrs

Aktivitäten, Aktivitätenpaare, Aktivitätenketten

Das Nachfragemodell geht davon aus, dass Fahrtzwecke oder außerhäusliche Aktivitäten die Ursache von Mobilität sind. Ein Aktivitätenpaar entspricht dabei dem Weg zwischen zwei aufeinander folgenden Aktivitäten im Tagesablauf einer Person. Eine Aktivitätenkette beschreibt eine Abfolge gewisser Aktivitätenpaare, so zum Beispiel die Kette Wohnung – Arbeit – Einkauf – Wohnung (WAEW). Eine solche Abfolge von Aktivitätenpaaren impliziert Ortsveränderungen, in diesem Beispiel drei Wege (WA, AE, EW). Das Samstagmodell für den Binnenverkehr kennt 7 verschiedene Aktivitäten, welche sich zu 13 Aktivitätenpaaren kombinieren lassen, welche auch als Quelle-Ziel-Gruppe (QZG) bezeichnet werden. Die für das Samstagsmodell verwendeten Details, werden in Abschnitt 5.3 einer näheren Betrachtung unterzogen. Die Quell- und Zielverkehre verbinden den Heimatstandort mit dem Urlaubsstandort und umgekehrt, womit zwei Aktivitätenpaare vorhanden sind.

Nachfrageschichten

Die Nachfrageschicht ist das grundlegende Nachfrageobjekt für die Berechnung der Verkehrserzeugung, -verteilung und der Moduswahl. Sie verbindet eine Quelle-Ziel-Gruppe (QZG) mit jeglichen Personengruppen (VHG), nicht jede Nachfrageschicht ist jedoch von Relevanz, da die spezifischen Verkehrsaufkommen oder die Erzeugungsraten für bestimmte QZG und Personengruppen auch Null sein können, beispielsweise betrifft das nicht erwerbstätige Personengruppen, die demnach keinerlei Arbeitswege durchzuführen haben. Da das Samstagsmodell des Binnenverkehrs 13 QZG und ebenfalls 13 Personengruppen unterscheidet, ergibt das 169 Nachfrageschichten unterschiedlichster Relevanz. Hinzu kommen 2 Nachfrageschichten, welche die zwei Aktivitätenpaare des an- und abreisenden Quell- und Zielverkehrs berücksichtigt.

Moduswahlmatrizen

Jeder dieser insgesamt 171 Nachfrageschichten lässt sich je nach Bedarf eine eigene Moduswahlmatrize zuordnen. Dabei wird im Samstagmodell nur der Modus des MIV betrachtet.

Randsummenbedingungen

Die Randsummenbedingungen kommen bei der Verwendung von EVA-Modellen zudem hinzu. Je nach Quelle-Ziel-Typ lassen sich die Randsummenbedingungen variieren. Die Einstellung erlaubt das Setzen von harten, weichen, elastischen und offenen Randsummenbedingungen. Während Fahrten von und zur Arbeit üblicherweise mittels harten Faktoren berechnet werden, werden Fahrten zu Einkaufsmöglichkeiten mit weichen Randsummenbedingungen abgebildet. Fahrten, welche in Bezug zur Freizeit zu sehen sind, können mit offenen Randsummenbedingungen modelliert werden (nähere Details in Abschnitt 4.6.1).

Randsummenausgleich

Der Randsummenausgleich gleicht die Differenzen zwischen Quell- und Zielverkehr der Bezirke aus und wird entweder im Anschluss an die Verkehrserzeugung oder an die Verkehrsverteilung und -mittelwahl ausgeführt (siehe Abschnitt 4.6.1).

Bezirke

Im Zuge des Aufbaus eines Nachfragemodells entstehen Bezirksattribute, welche für die Durchführung der Nachfragemodellierung gefüllt werden müssen. Neben der Anzahl der unter Verwendung stehenden Personengruppen und Strukturgrößenwerte, müssen zudem auch die Verhaltensdaten eingefügt werden. Die spezifischen Verkehrsaufkommen werden als Mobilitätsraten abgespeichert. Die Erzeugungsraten müssen in Quell- und Ziel-Aufkommens-Raten getrennt, aufbereitet und eingefügt werden. Dabei muss das Samstagmodell getrennt für den speziellen Winter- beziehungsweise Sommertag berechnet werden. Die Verhaltensdaten stammen für gewöhnlich aus groß angelegten Befragungen; für das Samstagmodell mussten diese jedoch eigens berechnet werden. Die Berechnungen, welche einen fundamentalen Anteil dieser Arbeit darstellen, sind in Abschnitt 5.4 näher erklärt. Abschließend sollen an dieser Stelle die Wirkungszusammenhänge der verschiedenen Nachfrageobjekte exemplarisch dargestellt werden.

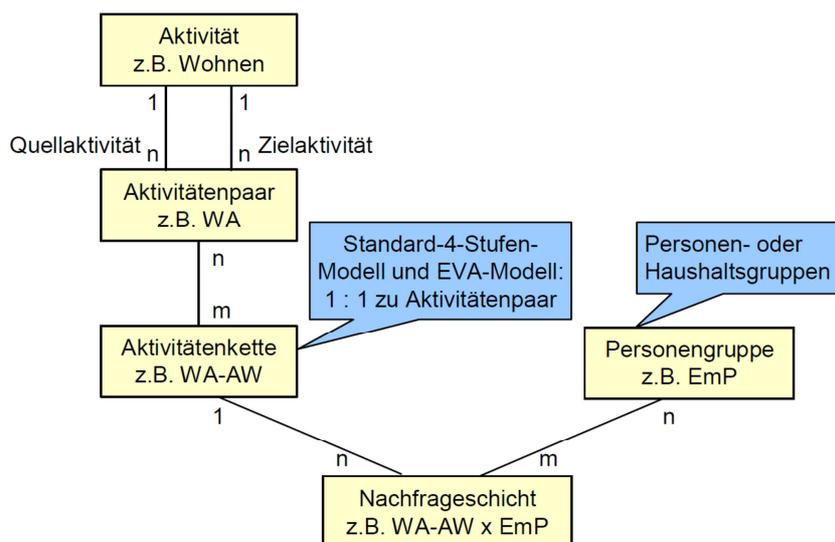


Abbildung 15: Zusammenhänge zwischen den Nachfrageobjekten⁸³

⁸³ Vgl. (PTV - Grundlagen, 2010) Seite 115

Zwei Aktivitäten bilden also ein Aktivitätenpaar, das mit einem anderen Aktivitätenpaar schließlich eine Aktivitätenkette bildet. Unter der Berücksichtigung von verschiedenen Personengruppen entstehen schlussendlich unterschiedliche Nachfrageschichten.

4.6 Modellierung der Verkehrsnachfrage mittels VISEVA

Die Nachfragemodellierung für den Personenverkehr des Planungsgebietes wird mit der ptv vision® - Software VISEVA durchgeführt. Das reale Verhalten der unterschiedlichen Personengruppen soll durch das disaggregierte, makroskopische Verkehrsnachfragemodell abgebildet werden. Die Berechnung der Personenverkehrsnachfrage erfolgt in den drei Schritten Verkehrserzeugung, Verkehrsverteilung und Verkehrsaufteilung, wobei eine simultane Berechnung von Verteilung und Aufteilung zu Grunde gelegt wird. Grundlage für die Berechnung stellen die Aufwandsgrößen für die betrachteten Verkehrsarten, Raumstrukturdaten und Verhaltensdaten dar. Das Nachfragemodell basiert auf einem Trip-End-Ansatz, welche die Angebote konkurrierender Verkehrsarten an Quelle und Ziel der Ortsveränderungen mitberücksichtigen. Die Verkehrserzeugung, -verteilung und -aufteilung verläuft dabei zeitlich, räumlich und sachlich stark disaggregiert, wie es bei kennwertbasierten Modellen üblich ist. Die Modellierung basiert ergo auf „*der differenzierten Ermittlung der Ursachen von Ortsveränderungen und bildet die elementaren stochastischen Zusammenhänge ab, die durch Kennwerte (spezifisches Verkehrsaufkommen auf der Produktionsseite, Erzeugungsraten auf der Attraktionsseite) typisiert werden.*“ Anschließend geschieht die Umlegung der Fahrtenmatrizen auf das Verkehrsnetz mittels VISUM, welches anhand einer iterativen Rückkopplung für das Netzmodell das Nutzergleichgewicht ermittelt. Die einzelnen Schritte des in dieser Arbeit unter Verwendung stehenden Modells werden in den folgenden Abschnitten näher beleuchtet und basieren auf der Studie *Ermittlung von Verkehrsströmen mit n-linearen Gleichungssystemen unter Beachtung von Nebenbedingungen einschließlich Parameterschätzung*⁸⁴, welche von Lohse durchgeführt wurde.

4.6.1 Verkehrserzeugung

Den ersten Teil in der simultanen Verkehrsnachfrageberechnung nach VISEVA bildet die Verkehrserzeugung, dabei werden die Quell- und Zielpotentiale der einzelnen Verkehrsbezirke des Betrachtungsgebietes ermittelt.⁸⁵ Ein Erzeugungsmodell stellt dabei einen mathematischen Zusammenhang zwischen den verkehrsrelevanten Raumstrukturgrößen, der Mobilität der Einwohnergruppen und den Attraktionspotentialen her. Das Programm VISEVA bedient sich bei der Verkehrserzeugung dem Kennwertmodell nach Lohse⁸⁶. Dieses Modell benötigt, wie aus dem Namen hervorgeht, Kennwerte zu Verkehrsverhalten (ER, SV), um die Verkehrserzeugung berechnen zu können. Basis für das Kennwertmodell bildet eine systematische Disaggregation des Verkehrsgeschehens, anhand von Personengruppen (VHG) und Aktivitätenpaaren (QZG) bezüglich seiner Erscheinungen und Ursachen. Damit wird versucht, stochastische Zusammenhänge, die durch Kennwerte aus empirischen Erhebungen charakterisiert werden können, zu beschreiben.

⁸⁴ Vgl. (Lohse, 1997)

⁸⁵ Vgl. (Dugge, 2006) Seite 5

⁸⁶ Vgl. (Lohse, 1997) Seite 16

Exkurs: Kennwertmodell für den Personenverkehr⁸⁷

Kennwertmodelle beruhen auf einer differenzierten Untersuchung der Entstehungsursachen von Ortsveränderungen bzw. Fahrten. Sie gehen von einer systematischen Unterteilung des Verkehrsgeschehens durch Bildung von möglichst homogenen Schichten aus und versuchen damit elementare stochastische Zusammenhänge, die durch Kennwerte charakterisiert werden können, zu beschreiben.

Die Modelle dieser Gruppe sind:

- *auf Personengruppen bezogen,*
- *verhaltensorientiert,*
- *räumlich, zeitlich und sachlich disaggregiert,*
- *durch eine makroskopische Modellierung auf die Berechnung von Erwartungswerten des Verkehrsgeschehens orientiert und*
- *begründen sich stochastisch auf empirisch-heuristischer Basis.*

Sie benutzen meist elementare Aussagen zur Mobilität als Grundlage für ihre Berechnungen.

Für das Samstagsmodell dieser Arbeit hingegen konnten die Kennwerte nicht aus Befragungen gewonnen werden, darum wurde die Berechnung und Herleitung jener Kennwerte, wie in Abschnitt 5.4 beschrieben, notwendig.

Aufgabe der Verkehrserzeugung ist es also, für die Aktivitätenpaare (QZG) die Quell- und Zielverkehrsaufkommen der Verkehrszellen zu ermitteln und damit auch das Gesamtverkehrsaufkommen V . Die Quell- und Zielverkehrsaufkommen der Verkehrszellen gehen in weiterer Folge als Randsummen der zu ermittelnden Verkehrsstrommatrizen in die weiteren Schritte, der Verkehrsverteilungs- und Verkehrsaufteilungsrechnung ein. Die Berechnung dieser erfolgt demnach auf der Grundlage der Raumstrukturdaten, der spezifischen Verkehrsaufkommen und der Erzeugungsraten, welche zuvor zu ermitteln sind, für die jeweilige Quelle-Ziel-Gruppe getrennt, mit dem Kennwertmodell nach Lohse. Durch triviale mathematische Operationen wird das Verkehrsaufkommen stufenweise berechnet. Die Ermittlung der Zahl der Ortsveränderung aller Verkehrsbezirke bildet dabei die erste Stufe und wird mit folgender Formel⁸⁸ ermittelt.

$$V = \sum (SV_{e,p} \times BP_{e,p}) \quad [4.1]$$

Mit: V = Gesamtverkehrsaufkommen

e = Index für Verkehrsbezirke

p = Index für die 13 Bezugspersonengruppen (BP)

SV = Das Spezifische Verkehrsaufkommen spiegelt die Ortsveränderungen wider, welche je Bezugsperson pro Tag erzeugt werden

BP = Anzahl der Personen in der maßgebenden Bezugspersonengruppe

⁸⁷ Vgl. (Lohse, 1997) Seite 161

⁸⁸ <http://vplno1.vkw.tu-dresden.de/vpl/viseva/> (29.06.2011 – 14:30)

In der zweiten Stufe wird die Aufteilung des Gesamtverkehrsaufkommens nach der verkehrsbezirkseigenen Verkehrsattraktion in Quellverkehrsaufkommen und Zielverkehrsaufkommen der Verkehrsbezirke vorgenommen. Dafür wird zunächst das Anziehungspotential der Quelle QP_i bzw. des Zieles ZP_j bestimmt.

$$QP_i = \sum (ER_{i,p} \times SG_{i,p}) \quad [4.2]$$

$$ZP_j = \sum (ER_{j,p} \times SG_{j,p}) \quad [4.3]$$

Mit: QP = Anziehungspotential des Quellverkehrs

ZP = Anziehungspotential des Zielverkehrs

i, j = Indices für Verkehrsbezirke

p = Index für Bezugspersonengruppe

ER = Die Erzeugungsrate gibt die Ortsveränderungen an, die je nach Strukturgröße pro Tag angezogen werden

SG = Einheiten der maßgebenden Strukturgrößen

Anschließend kann das tatsächliche Verkehrsaufkommen der Quelle und des Zieles mit einem einfachen Proportionalitätsansatz ermittelt werden.

$$Z_j = \frac{ZP_j}{\sum ZP_j} \times V \quad (4.4)$$

$$Q_i = \frac{QP_i}{\sum QP_i} \times V \quad (4.5)$$

Mit: Z = tatsächliches Zielverkehrsaufkommen

Q = tatsächliches Quellverkehrsaufkommen

QP = Anziehungspotential des Quellverkehrs

ZP = Anziehungspotential des Zielverkehrs

V = Gesamtverkehrsaufkommen

i, j = Indices für Verkehrsbezirke

Das hier erzeugte Verkehrsaufkommen gilt für alle Verkehrsarten. Wie groß die Aufkommen der einzelnen Verkehrsarten der Verkehrsbezirke sind, ergibt sich im simultanen Modellschritt, welcher die Verteilung und Aufteilung behandelt, und ist vom Angebot des Modells und der Konkurrenzsituation der Verkehrsarten abhängig, letztere ist jedoch im Samstagsmodell nicht gegeben, da ein reines MIV-Modell aufgebaut wurde. Quell- und Zielaufkommen beziehen sich im Verfahren der EVA-Verkehrserzeugung im Normalfall auf eine geschlossene Zeiteinheit. Die geschlossene Zeiteinheit dieser Arbeit umfasst sowohl einen speziellen Samstag (24 Stunden) im Winter (05.02.2011) als auch im Sommer (25.06.2011). Auch die nachfolgenden Modellschritte EVA-Bewertung und EVA-Verkehrsverteilung und Moduswahl beziehen sich auf den Gesamtzeitraum dieser Betrachtungstage.

Zumal sind die Berechnungen der Verkehrsaufkommen der Quelle-Ziel-Gruppen von der Art der Randsummenbedingung⁸⁹ (RSB), der diese genügen, zu unterscheiden. Die Verkehrsnachfrage nach VISEVA unterscheidet in harte, weiche, offene beziehungsweise elastische Randsummen. Die RSB sichern, dass nach der Verteilung und Aufteilung so viele

⁸⁹ Vgl. (PTV - Grundlagen, 2010) Seite 129

Ortsveränderungen in den Bezirken beginnen oder enden, wie vorher durch das Erzeugungsmodell bestimmt wurde. Wenn diese Bedingung exakt eingehalten wird, dann ist von harten RSB die Rede. Wird diese jedoch nicht exakt eingehalten, so behilft man sich mit einem Randsummenausgleich, der ebenso kurz erklärt werden soll.

Harte Randsummenbedingungen beziehen sich insbesondere auf die Heimataktivität, dem Wohnen, die Arbeitsplätze oder die Schulplätze, da diese Pflichtaktivitäten in den Aktivitätenpaaren darstellen, die Lagegunst eines Standortes für die Zielwahl stellt sich als irrelevant heraus. Das Aufkommen ist ausschließlich von den Raumstrukturgrößen abhängig, die Ausprägung des Verkehrsangebots ist unerheblich. Dugge⁹⁰ beschreibt die harten RSB als einen Sonderfall, „*da für ein Verkehrsaufkommen ausschließlich die Raumstruktur maßgebend ist und somit das Verkehrsaufkommen bereits im Modellschritt Erzeugung abschließend bestimmt werden kann.*“

Bei **weichen Randsummenbedingungen** wird in der Erzeugung aus den Raumstrukturdaten nur ein maximales Verkehrsaufkommen bestimmt und als Maximalwert im Schritt der Verteilung und Aufteilung vorgegeben. Dieser Maximalwert ist in der Regel größer als der Wert, den man nach der harten RSB errechnet hätte. Das tatsächliche Verkehrsaufkommen ergibt sich erst in der simultanen Verteilung und Aufteilung und ist zudem von der Lagegunst des Bezirkes abhängig. Typisches Anwendungsgebiet bildet der Einkaufsverkehr, dessen Zielbezirke durch Einkaufgebiete, die über reale Kapazitätsgrenzen verfügen, beschrieben werden.

Elastische Randsummenbedingungen stellen eine Verallgemeinerung weicher Randsummenbedingungen dar. Zusätzlich zu den oberen Schranken sind auch untere Schranken bekannt, bei der Nachfrageschicht Wohnen – Einkauf (WE) beispielsweise wenn Verkaufsstatistiken vorhanden sind. In diesem Fall legt das Potential der Strukturgröße Verkaufsfläche ein Intervall für das Zielaufkommen des jeweiligen Bezirkes fest.

Bei **offenen Randsummenbedingungen** wird in der Erzeugung aus den Raumstrukturdaten ein Anziehungspotential ermittelt und als Wert im Schritt der Verteilung beziehungsweise Aufteilung vorgegeben. Dieses Potential entspricht dem Wert, den man nach der harten RSB errechnet hätte. Das tatsächliche Verkehrsaufkommen ergibt sich erst in der Verteilung und Aufteilung und steht ebenfalls in Abhängigkeit von der Lagegunst des Bezirkes und ist proportional zum Anziehungspotential. Es ist also eigentlich keine Randsummenbedingung per se, da die Potentiale der Strukturgrößen lediglich die Attraktivität des Bezirkes als Quelle oder Ziel ausdrücken. Typisches Anwendungsgebiet ist der Freizeitverkehr aber auch Aktivitätenpaare, die sonstige Einrichtungen zum Ziel haben.

Den dreizehn Quelle-Ziel-Gruppen des BV des Samstagmodells werden die unterschiedlichen Ausprägungen der Randsummenbedingungen, wie Tabelle 5 zeigt, zweckmäßig zugeordnet, während die Randsummenbedingungen des Quell- und Zielverkehrs jeweils harte Randsummen aufweisen, womit hier kein Randsummenausgleich notwendig wird.

⁹⁰ Vgl. (Dugge, 2006) Seite 13

Quelle-Ziel-Gruppe	Randsummenbedingung auf der Quellseite	Randsummenbedingung auf der Zielseite
WA	hart	hart
WD	hart	weich
WB	hart	hart
WE	hart	weich
WF	hart	offen
WS	hart	offen
AW	hart	hart
DW	weich	hart
BW	hart	hart
EW	weich	hart
FW	offen	hart
SW	offen	hart
SS	offen	offen

Tabelle 5: Randsummenbedingungen der QZG des Binnenverkehrs

Die Formulierung und Verteilung von Randsummenbedingungen auf die unterschiedlichen Aktivitätenpaare ist grundsätzlich gleichbedeutend mit der beidseitigen, quell- und zielseitigen Kopplung in Verkehrsverteilungsmodellen.

Schuessler⁹¹ schreibt, „*dass die unterschiedlichen spezifischen Verkehrsaufkommen eines Quelle-Ziel-Gruppen-Paares zur Folge haben, dass sich, summiert über alle Quelle-Ziel-Gruppen, Asymmetrien bei Quell- und Zielverkehren innerhalb eines Verkehrsbezirkes bilden.*“

Betrachtet man die Personenverkehrsströme, zeigt sich beispielsweise, dass bestimmte Aktivitätenketten im Laufe eines Tages dominieren. So ist die Kette W – A – F – W häufiger anzutreffen als die Kette W – F – A – W. Im Zusammenhang damit zeigen sich jene Asymmetrien, wie von Schuessler beschrieben, in den jeweiligen Nachfrageschichten (z.B. WA häufiger als AW), die sich in den Mobilitäts- oder Erzeugungsraten ausdrücken.

Bei geschlossenen Verkehrsgeschehensabläufen in Bezug auf ihre räumliche und zeitliche Ausprägung, geht man davon aus, dass die Wegekette einer Person im Verlauf eines Tages zum Wohnstandort zurückführen, womit die Anzahl an Quell- und Zielverkehre gleich sein sollte. Um dies zu realisieren, muss ein **Randsummenausgleich** (RSA) innerhalb der verkehrsplanerischen Berechnungen durchgeführt werden, womit die Asymmetrie in eine Symmetrie übergeführt werden kann. Die Ausgleichsrechnung für den Binnenverkehr ist in der dreizehnten QZG, welche die Sonstigen Aktivitäten verbindet, durchzuführen und wird der Nachfrageschicht der Touristen zugeordnet.

Der Randsummenausgleich kann nach der Verkehrserzeugung erfolgen, dann jedoch nur wenn ausschließlich harte Randsummenbedingungen vorliegen, oder nach der Verkehrsverteilung und Moduswahl. Da das Samstagsmodell auch die Aktivitäten des

⁹¹ Vgl. (Schuessler, 2006) Seite 7

Einkaufens und der Freizeit mitberücksichtigen, sind zwangsweise weiche beziehungsweise offene Randsummenbedingungen anzuwenden (siehe Tabelle 5). Der RSA erfolgt somit erst nach der Verkehrsverteilung und –mittelwahl. Dugge⁹² beziehungsweise Lohse⁹³ beschreiben die theoretischen Grundlagen des RSA in detaillierterer Art und Weise, wie es in dieser Arbeit vorgesehen ist.

Den besten Überblick der Berechnungsansätze des Kennwertmodells bietet die folgende Darstellung (Abbildung 16), welche im Zuge der Durchführung eines Forschungsprojektes von Lohse (1997)⁹⁴ erstellt wurde. Dabei ist klar zu erkennen, dass die Berechnungen der Verkehrsaufkommen der 3 verschiedenen Quelle-Ziel-Gruppen-Typen unterschiedlich aufgebaut sind und die Abfolge der einzelnen Berechnungsschritte nicht ein- und dieselben sind. Ist der Quellbezirk gleichzeitig auch der Heimatbezirk, was dem QZG-Typ 1 entspricht, so wird zuerst das Heimatverkehrsaufkommen, berechnet. Danach das Quellverkehrsaufkommen, das Gesamtverkehrsaufkommen und zu guter Letzt das Zielverkehrsaufkommen. Die Berechnung für Aktivitätenpaare des QZG-Typs 2 beginnt mit der Ermittlung des Heimatverkehrsaufkommens, im Anschluss daran folgen die Berechnungen des Ziel-, des Gesamt- und des Quellverkehrsaufkommens, in eben dieser Reihenfolge. Entspricht weder der Quellbezirk noch der Zielbezirk dem Heimatbezirk, so verläuft die Ermittlung des Verkehrsaufkommens wie folgt: Zuerst wird das Heimat- und Gesamtverkehrsaufkommen berechnet, danach werden die Quell- und Zielverkehrsaufkommen zur selben Zeit ermittelt. Die Zielverkehre beim QZG-Typ 1, die Quellverkehre beim QZG-Typ 2 sowie die Quell- und Zielverkehre beim QZG-Typ 3 der Verkehrsbezirke ergeben sich durch die Attraktion der jeweilig zugehörigen Strukturgrößen und -potentiale.

⁹² Vgl. (Dugge, 2006) Seite 16

⁹³ Vgl. (Lohse, 1997) Seite 32

⁹⁴ Vgl. (Lohse, 1997) Seite 27

QZG-Typ	Heimatverkehrs-aufkommen H	Quellverkehrs-aufkommen Q, Qmax	Gesamtverkehrs-aufkommen V	Zielverkehrs-aufkommen Z, Zmax
Typ 1	<p>1. Schritt:</p> $HP_{ep} = SV_{ep} \cdot BP_{ep} \cdot uep$ $H_e = \sum_{p \in P} SV_{ep} \cdot BP_{ep} \cdot uep$	<p>2. Schritt:</p> $Q_i = H_i$	<p>3. Schritt:</p> $V = \sum_{i=1}^m Q_i$ $fK = \frac{V}{\sum_{\ell=b \in S} \sum_{\ell=b \in S} ER_{\ell s} \cdot SZ_{\ell s} \cdot V_{\ell s}}$	<p>4. Schritt:</p> <p>a) $Z_j = fK \cdot \sum_{s \in S} ER_{js} \cdot SZ_{js} \cdot V_{js}$</p> <p>b) $Z_j \leq Z_j^{max} = \sum_{s \in S} ER_{js}^{max} \cdot SZ_{js} \cdot V_{js}$</p>
Typ 2	<p>1. Schritt:</p> $HP_{ep} = SV_{ep} \cdot BP_{ep} \cdot uep$ $H_e = \sum_{p \in P} SV_{ep} \cdot BP_{ep} \cdot uep$	<p>4. Schritt :</p> <p>a) $Q_i = fK \cdot \sum_{s \in S} ER_{is} \cdot SQ_{is} \cdot V_{is}$</p> <p>b) $Q_i \leq Q_i^{max} = \sum_{s \in S} ER_{is}^{max} \cdot SQ_{is} \cdot V_{is}$</p>	<p>3. Schritt:</p> $V = \sum_{j=1}^n Z_j$ $fK = \frac{V}{\sum_{\ell=b \in S} \sum_{\ell=b \in S} ER_{\ell s} \cdot SQ_{\ell s} \cdot V_{\ell s}}$	<p>2. Schritt:</p> $Z_j = H_j$
Typ 3	<p>1. Schritt:</p> $HP_{ep} = SV_{ep} \cdot BP_{ep} \cdot uep$ $H_e = \sum_{p \in P} SV_{ep} \cdot BP_{ep} \cdot uep$	<p>3. Schritt :</p> $Q_i = \frac{\sum_{s \in S} ER_{is} \cdot SQ_{is} \cdot V_{is}}{\sum_{\ell \in S} \sum_{\ell \in S} ER_{\ell s} \cdot SQ_{\ell s} \cdot V_{\ell s}} \cdot V \cdot \left[1 - \frac{\sum_{\ell} \Delta Q_{\ell}^*}{V} \right] + \Delta Q_i^*$	<p>2. Schritt:</p> $V = \sum_{e=1}^m H_e$	<p>3. Schritt:</p> $Z_j = \frac{\sum_{s \in S} ER_{js} \cdot SZ_{js} \cdot V_{js}}{\sum_{\ell \in S} \sum_{\ell \in S} ER_{\ell s} \cdot SZ_{\ell s} \cdot V_{\ell s}} \cdot V \cdot \left[1 - \frac{\sum_{\ell} \Delta Z_{\ell}^*}{V} \right] + \Delta Z_j^*$

Abbildung 16: Berechnungsansätze der QZG-Typen des Kennwertmodells in VISEVA⁹⁵

⁹⁵ Vgl. (Lohse, 1997) Seite 27

Symbolerläuterungen zum Kennwertmodell (1)	
SV	spezifisches Verkehrsaufkommen der Bezugspersonen BP pro Zeiteinheit in der betrachteten Quelle-Ziel-Gruppe
ER	Erzeugungsrates der maßgebenden Strukturgrößen SQ bzw. SZ pro Zeiteinheit in der betrachteten Quelle-Ziel-Gruppe
BP	Bezugspersonen der jeweiligen Quelle-Ziel-Gruppe (z. B. Berufstätige in der QZG WA, Schüler in QZG WB)
u	Anteil der im Untersuchungsgebiet als Binnenverkehr realisierten Ortsveränderungen
v	wirksamer Anteil der Strukturgröße für den Binnenverkehr <u>im</u> Untersuchungsgebiet
SQ	Maßgebende Strukturgröße der Quelle-Ziel-Gruppe zur Verkehrserzeugung des Quellverkehrs
SZ	Maßgebende Strukturgröße der Quelle-Ziel-Gruppe zur Verkehrserzeugung des Zielverkehrs
Q_{\max}	maximal mögliches Quellverkehrsaufkommen
Z_{\max}	maximal mögliches Zielverkehrsaufkommen
HP	Heimatverkehrsaufkommen (Erwartungswert) der Bezugspersonengruppe p
H	Heimatverkehrsaufkommen (Erwartungswert)
Q	Quellverkehrsaufkommen (Erwartungswert)
Z	Zielverkehrsaufkommen (Erwartungswert)
V	Gesamtverkehrsaufkommen (Erwartungswert)
fK	Faktor, der die Einhaltung der Gesamtsummenbedingung $V = \sum_i Q_i = \sum_j Z_j$ bei der Berechnung der Verkehrsaufkommen der Verkehrsbezirke berücksichtigt
e	Index eines Verkehrsbezirkes als Verursacher der Ortsveränderungen
i	Index eines Verkehrsbezirkes als Quelle der Ortsveränderungen
j	Index eines Verkehrsbezirkes als Ziel der Ortsveränderungen
ℓ	Laufindex für einen Verkehrsbezirk Allgemein gilt: $e = 1 \dots \ell \dots m$ $i = 1 \dots \ell \dots m$ $j = 1 \dots \ell \dots n \quad (\text{mit } m = n)$
m, n	Anzahl der Verkehrsbezirke des Untersuchungsgebietes
s	Index der maßgebenden Strukturgrößen, die im Verkehrserzeugungsansatz verwendet werden
p	Index der maßgebenden Personengruppen, die im Verkehrserzeugungsansatz verwendet werden
$\Delta Q_i^*, \Delta Z_j^*$	Hilfsgrößen für den Randsummenausgleich; siehe Kapitel 1.1.6.

Abbildung 17: Symbolerläuterung zum Kennwertmodell in VISEVA⁹⁶⁹⁶ Vgl. (Lohse, 1997) Seite 28

4.6.2 Verkehrsverteilung und -aufteilung

Die Verkehrsaufteilung auf die modellmäßig behandelten Verkehrsarten erfolgt in VISEVA simultan mit der Verkehrsverteilung⁹⁷. Die Aufgabe der simultanen Verkehrsverteilung und Verkehrsaufteilung besteht darin, dem Quellverkehr eines Verkehrsbezirkes i die entsprechenden Verkehrsbezirke j als Ziele mit einem geeigneten Verkehrsmittel k zuzuordnen und damit die Quelle-Ziel-Ströme F_{ijk} zu ermitteln, welche die Bestandteile der resultierenden Verkehrsstrommatrix sind. Eine gewichtige Rolle bei der Auswahl eines Verkehrsmittels durch einen Verkehrsteilnehmer und der Wahl des Zielbezirkes spielen die Bewertungswahrscheinlichkeiten. Dabei wird mit einer bedingten Wahrscheinlichkeit BW_{ijk} angenommen und mit der Wahrscheinlichkeit $(1-BW_{ijk})$ abgelehnt. Die Bewertung der Verkehrsbeziehung ijk bildet die individuelle Entscheidungssituation durch die Verkehrsteilnehmer bezüglich des Angebots der Verkehrsinfrastruktur ab. Es besteht eine Vielzahl an unterschiedlichen Bewertungsfunktionen für dieses Problem der Verkehrsverteilung und -aufteilung. Die in der Literatur wohl am häufigsten anzutreffende Funktion ist dabei die EVA-Funktion, von deren es zwei verschiedene Möglichkeiten gibt, da diese Funktionsart speziell für den EVA-Algorithmus von Lohse entwickelt wurde. In der Literatur sind weitere Bewertungswahrscheinlichkeiten zu finden, wie die Exponentialfunktion (EXP), die Exponentialfunktion mit einer Box-Tukey-Transformation (EXP_BTT), das Logit-Modell oder auch die Potenzfunktion (POT). Gerade die relativ häufig verwendeten, einfachen Potenz- und Exponentialfunktionen mit konstanter oder linearer Elastizität können häufig das menschliche Verkehrsverhalten jedoch nicht in ausreichend genauen Maßen abbilden.

Exkurs: Widerstandsfunktion, Bewertungswahrscheinlichkeit mittels EVA-Bewertung⁹⁸

Bevor die in der Stufe EVA-Verkehrserzeugung berechneten Quell- und Zielaufkommen der Bezirke im Schritt der Verkehrsverteilung und -aufteilung verwendet werden kann, ist eine Bewertung der Relationen nötig. Dabei ergibt die Bewertungsfunktion (BW) einen Zahlenwert zwischen den Werten 0 und 1. Im wahrscheinlichkeitstheoretischen Sinn entspricht dieser Zahlenwert der Wahrscheinlichkeit für die Annahme beziehungsweise Ausführung der betrachteten Ortsveränderung. Für die Bewertung werden so genannte Aufwandsarten definiert. Dies sind Anteile der Gesamtkosten einer Fahrt, wie zum Beispiel die Reisezeit, die Zu- und Abgangszeit, monetäre Kosten, oder auch die Anzahl an Umsteigevorgänge bei Betrachtung des ÖV. Bei der Bewertung werden Kenngrößenmatrizen je Modus, je Nachfrageschicht und je Aufwandsart mit Hilfe einer Bewertungsfunktion transformiert und anschließend multipliziert. Als Bewertungsfunktionen stehen verschiedene Funktionstypen zur Auswahl. Alle Verteilungsfunktionen aus dem Gravitationsmodell stehen auch für die Bewertung zur Verfügung, zusätzlich die Funktionen EVA1, EVA2, Schiller und Box-Tukey. Nachstehende Abbildung soll einen Überblick der möglichen Funktionstypen schaffen, ohne auf die Formeln und Parameter näher einzugehen.

⁹⁷ Vgl. (Lohse, 1997) Seite 41

⁹⁸ Vgl. (Lohse, 1997) Seite 79

EVA1	$f(x) = (1+x)^{-\varphi(x)}$ wobei $\varphi(x) = \frac{a}{1 + \exp(b - cx)}$
EVA2	$f(x) = \left[1 + \left(\frac{x}{c} \right)^b \right]^{-a}$
Schiller	$f(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x}{b} \right)^a}$
Logit	$f(x) = e^{(c \cdot x)}$
Kirchhoff	$f(x) = x^c$
BoxCox	$f(x) = e^{\left(c \cdot \frac{x^b - 1}{b} \right)}$
Box-Tukey	$f(x) = e^{(c \cdot x^\alpha)}$ wobei $\alpha = \begin{cases} \left((x+1)^b - 1 \right) / b, & b > 0 \\ \ln(x+1), & b = 0 \end{cases}$
Kombiniert	$f(x) = a \cdot x^b \cdot e^{(c \cdot x)}$
TModel	$f(x) = \frac{1}{x^b + c \cdot x^a}$
Keine	$f(x) = x$

Abbildung 18: Unterschiedliche Bewertungsfunktionsarten für die EVA-Bewertung⁹⁹

In der Praxis haben sich speziell die Funktionen EVA1 und EVA2 als vorteilhaft herausgestellt, weswegen einer dieser Funktionstypen in weitere Folge zur Anwendung kommen soll. Der Verlauf der Funktion steht in Abhängigkeit zu den Werten der einzelnen Parameter (a, b und c) der EVA-Funktionen, welche die Lage des Wendepunktes, genauso wie die Neigung der Funktion beschreiben. Die Geometrie der Funktion bestimmt ergo die Wahrscheinlichkeit, eine Ortsveränderung auf jener Strecke zu realisieren oder eben nicht (siehe Abbildung 19).

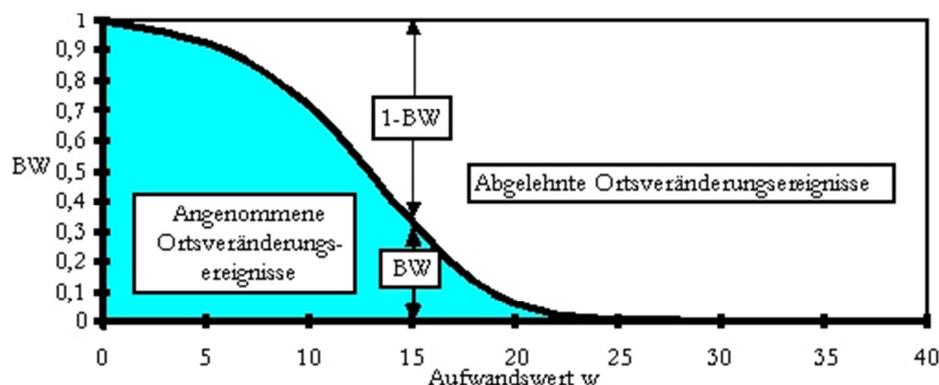


Abbildung 19: Typische EVA-Bewertungsfunktion¹⁰⁰

⁹⁹ Vgl. (PTV - Grundlagen, 2010) Seite 145

Die Ergebnisse werden je Nachfrageschicht in einer gesamten Bewertungsmatrix zusammengefasst. In Schweizer Referenzprojekten¹⁰¹ wird der Aufwand der Ortsveränderung in einer komplexen Bewertungswahrscheinlichkeit abgebildet, welche sich auf die Verwendung von Generalisierten Kosten bezieht. Diese Methode stützt sich auf die Monetarisierung der einzelnen Aufwände, was mitunter jedoch nicht immer ganz so einfach zu realisieren ist. In der hier vorliegenden Arbeit soll hingegen lediglich die Reisezeit berücksichtigt werden, da der ÖV, wie bereits beschrieben, nicht betrachtet wird und die Reisezeit für den motorisierten Individualverkehr und auch für den Freizeitverkehr an sich der dominierende Faktor ist.

Wenn Verkehrsverteilung und Verkehrsaufteilung simultan untersucht werden, kommt eine weitere Dimension hinzu; es entsteht eine dreidimensionale Matrix mit den Verkehrsströmen F_{ijk} . Die Betrachtungen müssen sich auf drei unabhängige Wahrscheinlichkeiten orientieren, wobei die Bewertung der Ortsveränderung durch die Verkehrsteilnehmer berücksichtigt werden soll. Die drei unabhängigen Wahrscheinlichkeiten betreffen: Den Anfang der Ortsveränderung im Verkehrsbezirk i , das Ende der Ortsveränderung im Verkehrsbezirk j sowie die Benutzung des Verkehrsmittels k . In den Grundlagen zur Verkehrsplanungssoftware VISUM¹⁰², welcher die Verfahren der Nachfragemodellierung beschreibt, wird das trilineare Gleichungssystem näher betrachtet.

Der verwendete Modellansatz beruht einerseits auf der Bayes'schen Axiomatik der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Ebenfalls kann eine Analogie zum Gravitationsgesetz der Mechanik gefunden werden, dabei entsprechen die Quell- und Zielverkehrsmengen Q_i und Z_j den Massen, die sich gegenseitig mehr oder weniger stark anziehen. Es bestehen zudem parallelen zu Modellen, welche den Logit-Ansatz verwenden. Die für die Berechnung der Verkehrsverteilung und -aufteilung erforderlichen Kenngrößenmatrizen für die Verkehrsarten motorisierter Individualverkehr und öffentlicher Personenverkehr sowie gegebenenfalls auch Fußgängerverkehr und Radverkehr werden mit dem Programmsystem VISUM aus den jeweiligen Netzmodellen vorab generiert, wenn dies im Verfahrensablauf enthalten ist. Dabei wird in dieser Arbeit bei der Berechnung des Samstagsverkehrsmodells lediglich der MIV betrachtet. Die einzige Aufwandsart, die für den MIV relevant wird, ist die der Reisezeit. Durch die „Nicht-Berücksichtigung“ des öffentlichen Verkehrs in Zuge der Samstagsverkehrsmodellierung entfällt somit die Erstellung einer komplexen Bewertungswahrscheinlichkeit. Bewertungswahrscheinlichkeiten, den ÖV betreffend, umfassen in der Regel: die Reisezeit oder die Entfernung, die Zu- beziehungsweise Abgangszeit, die Fahrzeugfolgezeit sowie die Umsteigehäufigkeit.

Bei der Berechnung ist indes wichtig, zwischen den unterschiedlichen Typen der betrachteten Quelle-Ziel-Gruppe zu unterscheiden, da, wie Abbildung 16 zeigt, die Berechnungsschritte in unterschiedlicher Reihenfolge durchgeführt werden müssen. Stets ergeben sich für die gesuchten Verkehrsströme n -lineare Systeme aus Gleichungen oder Ungleichungen, welche anschließend mit geeigneten Iterationsverfahren zu lösen sind.

¹⁰⁰ <http://vplno1.vkw.tu-dresden.de/vpl/viseva/> (25.07.2011 – 14:30)

¹⁰¹ Vgl. (Schuessler, 2006) Seite 10

¹⁰² Vgl. (PTV - Grundlagen, 2010) Seite 142

Bekannte Lösungsverfahren sind das trilineare Multi-Verfahren beziehungsweise das trilineare Furness-Verfahren.

Exkurs: Verfahren zur Lösung n-linearer Gleichungssysteme¹⁰³

Während das **Furness-Verfahren** je einen Schritt nach dem anderen der drei vorhandenen Dimensionen, bei der Berechnung der Gesamtmatrix betrachtet, werden beim trilinearen **Multi-Verfahren** alle drei Dimensionen in einem Iterationsschritt zur Berechnung der Gesamtmatrix herangezogen. Wenn die Matrix in großen Verkehrsmodellen mit vielen Verkehrsbezirken eher häufig mit Bewertungsgrößen größer Null besetzt ist, so stellt sich laut Dugge¹⁰⁴ das Multi-Verfahren als vorteilhafter heraus und die Lösung kann auf schnellerem Wege gefunden werden. Das Furness-Verfahren findet schneller zu einer Lösung, wenn dies nicht der Fall ist.

Die Wahl des Iterationsverfahrens nach Lohse, also das Multi-Verfahren, scheint für die Anwendung von VISEVA, welches ebenfalls von Lohse kreiert wurde, sinnvoll. Zudem soll auch die Bewertungsfunktion mittels der von Lohse angeregten EVA-Funktion aufgestellt werden. Laut Beschreibung der PTV AG¹⁰⁵ löst das Multi-Verfahren jedoch lediglich das Problem mit harten Randsummenbedingungen. Sind einige Randsummenbedingungen weich oder elastisch, ergibt sich ein Optimierungsproblem mit Ungleichungen als Nebenbedingungen an Stelle von Gleichungen. Um dieses Problem zu vermeiden, soll für das Samstagsmodell das Furness-Verfahren angewandt werden, was ebenfalls im Stande ist, das trilineare Problem zu lösen und vorteilhaft als Iterationsverfahren für eine sukzessive approximative Lösung des trilinearen Grundmodells herangezogen werden kann. Zusammenfassend soll das Ergebnisse des Arbeitspakets eine dreidimensionale Verkehrsstrommatrize mit dem Beginn der Ortsveränderung (i), dem Ende der Ortsveränderung (j) und dem verwendeten Verkehrsmittel (k) abbilden, um für die weitere Verwendung zur Verkehrsumlegung zur Verfügung zu stehen.

Nachdem das trilineare Gleichungssystem mit einem geeigneten Verfahren (hier: Furness-Verfahren) gelöst wurde, kann mit den generierten Verkehrsstrommatrizen für den Personenverkehr die Verkehrsumlegung errechnet werden, wobei die grundlegenden Überlegungen ebenfalls in Richtung eines Umlegungsverfahrens, welches von den Ideen von Lohse geprägt ist, gehen soll. Dieser Umlegungsalgorithmus bezeichnet sich als Lernverfahren und soll in dem folgenden Abschnitt kurz analysiert werden.

4.6.3 Umlegung beziehungsweise Modellierung der Verkehrswegwahl

Unter Mitarbeit von Prof. Lohse wurde die Nachfragemodellierung nach VISEVA auf die Netzberechnung mittels VISUM abgestimmt. Somit ermöglicht das Programm VISEVA eine schnelle, effektive Bestimmung des Nutzergleichgewichts zwischen Verkehrsnachfrage und Verkehrsangebot durch die Kopplung von VISEVA und VISUM. Die simultane Verkehrserzeugung, -verteilung und -aufteilung wird somit durch eine iterative Rückkopplung

¹⁰³ Vgl. (Lohse, 1997) Seite 97, 257

¹⁰⁴ Vgl. (Dugge, 2006) Seite 58

¹⁰⁵ Vgl. (PTV - Grundlagen, 2010) Seite 150

mit der Umlegung ergänzt, sodass eine konsistente Gesamtsystembetrachtung entsteht; ein Nutzergleichgewicht kann sich daher einstellen. Zudem kann ein von Lohse selbst entwickeltes Umlegungsverfahren, das Lernverfahren, in VISUM angewandt werden. Das Lernverfahren zählt zu den iterativen Gleichgewichtsverfahren, dabei wird der Lernprozess des imaginären Fahrers der letzten Fahrt (im Modell entspricht dies, des Fahrers des vorangegangenen Iterationsschrittes) für die neue Routensuche benutzt, wobei die Basis eine Alles-oder-Nichts-Umlegung auf das leere Straßennetz bildet. Die Berechnung des Widerstandes in jedem weiteren Iterationsschritt erfolgt mit den bisher berechneten mittleren Widerständen und den Widerständen aufgrund der aktueller Belastung, das heißt jeder Iterationsschritt n setzt auf die mit $n-1$ ermittelten Widerstände auf. Auf eine ausreichende Anzahl an Iterationsschritten ist somit Bedacht zu nehmen.

Schiller¹⁰⁶ vergleicht das Lernverfahren mit dem realen Verkehrsgeschehen, *„dabei lernen die Verkehrsteilnehmer ebenfalls, durch die ständige Benutzung eines Verkehrsnetzes, das Netz und seine Belastungen kennen und schätzen aufgrund des Erlernten die Aufwände der Relationen ab. Das Lernverfahren bildet schließlich genau diesen Prozess nach, indem die Aufwandsinformationen der letzten „Fahrt“ in die neue Routensuche involviert werden. Als Aufwandsinformationen werden dazu die Generalisierten Kosten genutzt.“*

Genauere Betrachtungen sind im Falle von Netzen mit geringer Verkehrsnachfrage anzustellen, da das Lernverfahren dann dazu neigt, lediglich eine Bestwegumlegung durchzuführen. Speziell wenn man den Binnenverkehr (BV) beziehungsweise den An- und Abreiseverkehr separat betrachten würde, kann es zu einer zu geringen Verkehrsnachfrage kommen. Ist dies der Fall sollte die Entscheidung, das Lernverfahren zu verwenden, überdacht werden und die Umlegung möglicherweise mit einem geeigneteren Verfahren durchgeführt werden. Eine Bestwegumlegung genügt einer differenzierten Modellierung der Routenwahl nämlich nicht.

4.6.4 Gleichgewicht mittels Rückkopplungsprozess

Innerhalb der simultanen Modellarchitektur garantieren Rückkopplungen, dass das Gleichgewicht zwischen Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage gewährleistet ist. Dabei versteht man unter Gleichgewicht, dass sich das komplexe System aus Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage in einem stabilen Zustand mit definierten Stabilitätskriterien befindet. Rückkopplungsprozeduren werden solange durchgeführt, bis ein gewisses Abbruchkriterium erreicht ist. Innerhalb der standardisierten Verkehrsmodellierung mittels VISEVA unterscheidet man in drei Rückkopplungsschritte, wie sie auch in Abbildung 20 schematisch dargestellt sind.

¹⁰⁶ Vgl. (Schiller, 2004) Seite 99

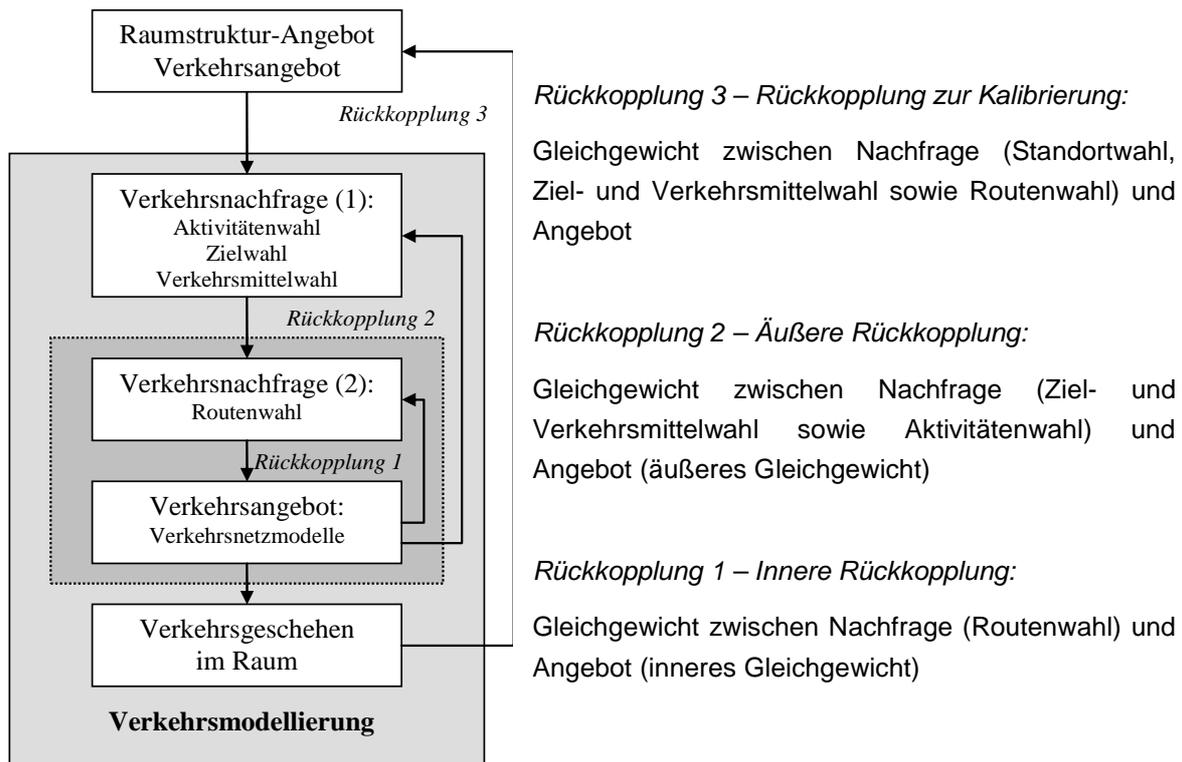


Abbildung 20: Rückkopplungen innerhalb der VISEVA-Modellstruktur¹⁰⁷

Der Abschlussbericht zum Projekt Vermosa 1¹⁰⁸ beschreibt die Berechnung der Verkehrsumlegung mit dem Lernverfahren nach Lohse, als eine Berechnungsart mit deren Hilfe das Nutzergleichgewicht erreicht werden kann. Dabei kann ein Nutzergleichgewicht nur dann entstehen, wenn das individuelle Entscheidungsverhalten der Personengruppen in unterschiedlichen Aufwandsbewertungen ausreichend genau abgebildet wird. Durch diese Rückkopplungen wird die innere Konsistenz der Daten hergestellt, die sachlichen Zusammenhänge werden real abgebildet und letztlich wird die Plausibilität der Modellergebnisse gewährleistet. Die aus empirischen Informationen stammenden Daten dienen bei der rückgekoppelten Berechnung im Normalfall als Zielwerte, auf Basis deren eine Kalibration möglich gemacht wird.

Um diese Zielwerte möglichst genau zu erreichen, ist demnach eine genaue Kalibrierung der Parametersätze notwendig. Dabei sollen die Parameter aus Tabelle 1, welche die CR-Funktion beschreiben nicht modifiziert werden. Auch das Verkehrsangebot soll nicht in einzelner modifiziert und bearbeitet werden. Es sollen lediglich die Funktionsparameter, welche die Veränderung der Bewertung der einzelnen Aufwandsarten für die einzelnen Quelle-Ziel-Gruppen ermöglichen, in VISEVA angepasst werden. Erheblichen Einfluss auf die Güte des Resultates haben somit die Anzahl und die Qualität der Kalibrierungsgrößen (Zielgrößen). Gängige Zielgrößen sind der Modal-Split, mittlere Reisezeiten beziehungsweise mittlere Reisezeiten, Reisezeitenverteilungen, aber auch Verkehrsaufkommen oder einzelne Querschnittsbelastungen an Detektorstandorten.

¹⁰⁷ <http://www.gvp2025.de/open/ap7.html> (25.07.2011 – 15:30)

¹⁰⁸ Vgl.(Sammer, Röschel, Gruber, 2009) Seite 56

Gängige Verfahren der Kalibrierung in VISUM sind Matrixkorrekturverfahren beziehungsweise die Schätzung von Gravitationsparameter mittels des Moduls Kalibri.

Ist beispielsweise eine vorgegebene Fahrtweitenverteilung aus Befragungen bekannt, so kann ein **Kalibrationsverfahren**, genauer ein Gravitations-schätzverfahren (Kalibri), die Nutzenfunktion der Verkehrsverteilung anpassen und somit kalibrieren. Die folgenden zwei unterschiedlichen Nutzenfunktion stehen dabei in der Software VISUM zur Anwendung zur Verfügung, ohne näher auf diese einzugehen.

$$1. f(U_{ij}) = a \cdot U_{ij}^b \cdot e^{c \cdot U_{ij}}$$

mit

U_{ij}	Wert für den Nutzen (zum Beispiel abhängig von Entfernung oder Fahrzeit) zwischen Bezirk i und Bezirk j
a, b, c	zu schätzende Parameter

$$2. f(U_{ij}) = a \cdot e^{c \cdot U_{ij}}$$

mit

U_{ij}	Wert für den Nutzen (zum Beispiel abhängig von Entfernung oder Fahrzeit) zwischen Bezirk i und Bezirk j
a, c	zu schätzende Parameter

Abbildung 21: Nutzenfunktionen für das Gravitationsmodell der Verkehrsverteilung in VISUM¹⁰⁹

Die Verteilungsparameter (a, b, c) der Gravitationsfunktionen werden dabei in einem iterativen Prozess bestimmt. Die Funktion KALIBRI passt diese Nutzenfunktionen an die vorliegende Fahrtweitenverteilung an. Anschließend berechnet die Funktion Verkehrsverteilung mit Hilfe des Gravitationsmodells aus dem bekannten Quellverkehr (Q_i) eines Bezirks i sowie dem bekannten Zielverkehr (Z_j) eines Bezirks j und den hier bestimmten Parametern a, b, c den Verkehrsfluss F_{ij} von Bezirk i nach Bezirk j . Die Parameter a, b, c werden in einem iterativen Prozess bestimmt, wobei die Nutzenfunktion einer logarithmischen Transformation unterzogen wird.

Bei **Matrixkorrekturverfahren** stehen an gewissen Querschnitten im Straßennetz Zählwerte zur Verfügung, somit kann die Nachfragematrix anhand derer korrigiert und angepasst werden.

Welche und ob eine dieser Möglichkeiten der Kalibration für diese Arbeit herangezogen wird, ist in Abschnitt 6.4 beschrieben, wobei hier abermals darauf hingewiesen werden soll, dass die Kalibrierung kein Kernthema dieser Arbeit darstellt und vorab soll nicht unerwähnt bleiben, dass keine Kennwerte aus eigenen Befragungen zur Verfügung stehen.

¹⁰⁹ Vgl.(PTV AG, 2010) Seite 165

5 Datengrundlage, -aufbereitung und -analyse

Strukturdaten beschreiben sowohl die Größe als auch die Verteilung der verkehrserzeugenden Potenziale im Planungsgebiet. Die erforderlichen Raumstrukturdaten sind ergo von der Einteilung der in der Nachfrageberechnung verwendeten Quelle-Ziel-Gruppen für den Personenverkehr abhängig, wobei zumindest 13 QZG unterschieden werden sollten, um eine differenzierte Betrachtung zu ermöglichen. Überblicksmäßig sollen an dieser Stelle die Daten aufgelistet werden, welche zur Abbildung des Binnenverkehrs des Samstagsmodells verwendet werden.

- Einwohner insgesamt und nach Altersgruppen (13 VHG)
- Schulplätze
- Arbeitsplätze insgesamt, Arbeitsplätze im tertiären Sektor
- Verkaufsflächen (gegliedert nach 7 unterschiedlichen Branchen)
- Angaben zu Freizeiteinrichtungen (speziell für den Sommer und Winter)
- Anzahl der Übernachtungen an den Betrachtungstagen

Für die Abbildung des Quell- und Zielverkehrs werden die folgenden Daten in das Verkehrsmodell integriert.

- eine verhaltenshomogene Gruppen (VHG), der anreisenden und abreisenden Urlaubern
- Übernachtungen als Strukturgröße

Die Verkehrsströme, die an Samstagen vollzogen werden, orientieren sich stark an dem Segment der Freizeitfahrten. Darum scheint es notwendig, zu aller erst die in Bezug zur Freizeit notwendigen Strukturdaten zu analysieren und auf ihre Notwendigkeit zu prüfen. In Abschnitt 5.3 werden die für die Nachfragemodellierung notwendige Datengrundlage genauer unter die Lupe genommen, um in Abschnitt 5.4 einige Berechnungen, welcher der Datenaufbereitung dienen, anschließen zu können.

5.1 Strukturdaten zur Abbildung des Freizeitverkehrs

Nachfolgend werden die Strukturdaten aufgelistet, welche angefordert wurden, um eine Nachfragemodellierung an Samstagen darauf basieren lassen zu können. Dieses Kapitel soll dazu dienen einen Überblick zu erhalten, mit welchen Strukturdaten der Samstagsverkehr abgebildet werden kann. Die Vollständigkeit aller Daten ist dabei nicht primär erforderlich, je mehr Daten jedoch zur Verfügung stehen, desto weniger Annahmen müssen in den Berechnungen der Freizeitpotentiale getroffen werden.

5.1.1 Einkaufsverkehr

Der Einkaufsverkehr soll in das Samstagsmodell für das Bundesland Salzburg implementiert werden. Die Methodik zur Modellierung des Einkaufsverkehrs lehnt sich dabei an die RVS 02.01.13 (2010) *Verkehrserzeugung von Einkaufszentren und multifunktionalen Zentren*.¹¹⁰ Mittels der gewünschten Daten wird die Anzahl der Fahrten von und zu Einkaufsstandorten

¹¹⁰ Vgl. (RVS 02.01.13, 2010)

(Einkaufszentren, Fachmärkte, Diskonter, Supermärkte) ermittelt. Die Aufteilung der Branchen soll nach folgenden sieben Gruppen erfolgen:

- Diskonter Lebensmittel und Drogerie (Hofer, Lidl, etc.)
- Supermärkte Lebensmittel und Drogerie (Interspar, Merkur, etc.)
- Bekleidung, Spiel und Sport (H&M, Intersport, Hervis, SportsExperts, etc.)
- Elektro, Foto und Computer (MediaMarkt, Saturn, Cosmos, etc.)
- Papier, Bücher und Tonträger (Thalia, Libro, etc.)
- Baumärkte (Baumax, Obi, Hornbach, Bauhaus, etc.)
- Einrichtungshaus (Kika, Ikea, Lutz, Leiner, etc.)

Die Datenanforderung bzgl. Einkaufsverkehr umfasst eine Liste mit den Standorten (Einkaufszentren, Fachmärkte, Diskonter, Supermärkte) ab einer Gesamtgröße der Verkaufsfläche von 500 m² beziehungsweise einer Bruttogeschossfläche von größer als 600 m² und einer Stellplatzanzahl größer als 50 mit den in folgenden Tabellen geforderten Informationen, welche für eine Modellierung des Einkaufsverkehrs relevant sind. Diskonter-Märkte (Hofer, Lidl, etc.) erzeugen verhältnismäßig große Verkehrsmengen im motorisierten Individualverkehr und sollen als Verkehrserreger im Modell berücksichtigt werden. Einzelne Supermärkte (Spar, Billa, Zielpunkt, Adeg) decken in der Regel die Nahversorgung einer Gemeinde ab und verursachen daher geringere Verkehrsmengen zwischen den Verkehrsbezirken und werden nicht modelliert, da wie bereits erwähnt der Zellbinnenverkehr keine Relevanz für das zu entwickelnde Samstagsmodell besitzt. Aus diesem Grund werden die Daten von einzelnen Supermärkten nicht benötigt. Die vom Land Salzburg zur Verfügung gestellten Strukturdaten der Einkaufseinrichtungen, in Form eines MS-Excel Files, wurden in manueller Art und Weise den einzelnen Verkehrsbezirken in der VISUM-Version zugeordnet.

Inhalt	Anforderung/Einheit	Verfügbarkeit
Lage des Standortes	Adresse und/oder Karte	ja
Gesamte VFL des Standortes	[m ²]	ja
VFL je Branche	[m ²]	ja
Gesamte BGF des Standortes	[m ²]	nein
Anzahl Stellplätze	je Standort	nein
Anzahl Geschäfte	je Standort	nein
Jahresumsatz	[€] je Standort bzw. vorzugsweise [€] je Branche eines Standortes	nein

Tabelle 6: Datenanforderung zur Abbildung des Einkaufsverkehrs

Die RVS 02.01.13 bietet die Möglichkeit, die Verkehrserzeugung anhand der Verkaufsflächen der Handelsstandorte abzuschätzen und soll daher als Referenz für diese Arbeit dienen. Dabei werden die unterschiedlichen Kategorien der Handelsstandorte in Klassen eingeteilt, welche in Abhängigkeit der Größe des Einkaufszentrums steht und auch

die Lage mitberücksichtigt (BGF > 15.000 m² entspricht einem großen Einkaufszentrum). Dabei unterscheidet man in Einkaufszentren zentraler oder peripherer Lage. Da samstags deutliche Unterschiede der Erzeugungsraten gegenüber der Werktagen zu verzeichnen sind, stellt die RVS 02.01.13 Tabellen für beide Tagestypen zur Verfügung. In nächststehender Tabelle sind die Werte für den Samstag angeführt.

Branche	Wege/Tag und m ² VFL			
	EKZ/MFZ klein		EKZ/MFZ groß	
	Zentral	Peripher	Zentral	Peripher
Lebensmittel	0,2	2,4 (1,7 bis 2,6)	2,0 (1,3 bis 2,2)	3,7 (1,2 bis 4,3)
Drogerie	4,2 (2,5 bis 4,7)	3,8 (1,2 bis 4,5)	1,2 (0,4 bis 1,4)	2,6 (0,9 bis 3,0)
Bekleidung	1,0 (0,4 bis 1,2)	1,2 (0,3 bis 1,4)	0,7 (0,3 bis 0,8)	1,2 (0,7 bis 1,3)
Elektro/Foto/Computer	2,8 (1,1 bis 3,2)	2,1 (1,1 bis 2,4)	2,6 (0,1 bis 3,2)	2,1 (1,2 bis 2,4)
Spiel/Sportgeschäft	1,1 (0,3 bis 1,3)	0,9	0,6 (0,2 bis 0,7)	1,0 (0,9 bis 1,0)
Papier/Bücher/Tonträger	0,2	1,1 (0,1 bis 1,3)	1,0 (0,4 bis 1,2)	4,0 (1,1 bis 4,7)
Restaurant/Café	3,4 (2,2 bis 3,7)	1,0 (0,2 bis 1,2)	3,0 (0,4 bis 3,7)	2,7 (2,4 bis 2,8)

Tabelle 7: Teilverkehrserzeugungsraten nach Branchen für den Samstag lt. RVS 02.01.13¹¹¹

Deutlich wird, dass eine große Spannweite der Erzeugungsraten innerhalb der einzelnen Branchen besteht. So kann beispielsweise ein Lebensmittelstandort eines großen Einkaufszentrums in peripherer Lage eine Erzeugungsraten von 1,2 bis 4,3 aufweisen. Darum wurde bei der Gewichtung der Verkaufsfläche der Standorte jeweils der empfohlene Wert der voranstehenden Tabelle verwendet. Für weitere Branchen und für jegliche Standortklassen stellt die RVS folgende Erzeugungsraten zur Verfügung:

Branche	Betrachtungstag	Wege/Tag und m ² VFL	Einheit
Baumarkt	Montag bis Samstag	0,7 (0,5 bis 0,7)	Wege/Tag u. m ² VFL
Einrichtungshaus	Montag bis Samstag	0,7 (0,2 bis 0,8)	Wege/Tag u. m ² VFL
Kinozentrum	Samstag	1,9 (0,9 bis 2,1)	Wege/Tag u. m ² NFL

Tabelle 8: Teilverkehrserzeugungsraten für weitere Branchen lt. RVS 02.01.13¹¹²

¹¹¹ Vgl. (RVS 02.01.13, 2010) Seite 8

¹¹² Vgl. (RVS 02.01.13, 2010) Seite 8

Aus der RVS lassen sich zudem auch Besetzungsgrade der KFZ entnehmen. Auch hier wird der Unterschied vom Werktag zum Samstag deutlich, indem der Besetzungsgrad am Samstag zunimmt.

	Besucher/KFZ			
	Montag bis Freitag		Samstag	
	EKZ/MFZ klein	EKZ/MFZ groß	EKZ/MFZ klein	EKZ/MFZ groß
zentral	1,3 (1,2 bis 1,5)	1,2 (1,2 bis 1,4)	1,7 (1,5 bis 2,4)	1,3 (1,2 bis 1,8)
peripher	1,5 (1,5 bis 1,6)	1,3 (1,2 bis 1,6)	1,6 (1,6 bis 1,7)	1,4 (1,3 bis 1,8)

Tabelle 9: Besetzungsgrad der KFZ für den Einkaufsverkehr lt. RVS 02.01.13¹¹³

Anzumerken sei hierbei noch die Berücksichtigung des enorm steigenden Einkaufsverkehrs im Monat Dezember; dies ist auf die Weihnachtsfeiertage zurückzuführen. Die angegebenen Werte müssten mit einem Korrekturfaktor von 1,2 (lt. RVS 02.01.13) hochgerechnet werden, um eine dem Dezember entsprechenden Verkehrserzeugung bestimmen zu können. Da sich die zwei Betrachtungstage dieser Arbeit jedoch auf den Februar und Juni beziehen, ist dieser Korrekturfaktor obsolet und soll hier lediglich der Vollständigkeit halber erwähnt werden.

In Tabelle 10 sind die endgültigen Erzeugungsraten der unterschiedlichen Branchen aufgelistet, welche für die Gewichtung der Verkaufsflächen herangezogen werden. Während die Verkaufsflächen von Baumärkten, Einrichtungshäusern und Bekleidungsgeschäfte Erzeugungsraten kleiner als 1 vorweisen und damit die Verkaufsflächen mittels dieses Faktors minimieren, werden die Verkaufsflächen der restlichen Branchen höher bewertet.

Branche	Erzeugungsrates	Einheit
Lebensmittel und Drogerie	1,3	Wege/Tag und m ² VFL
Lebensmittel und Drogerie (Diskont)	2,2	Wege/Tag und m ² VFL
Bekleidung, Spiel und Sport	0,7	Wege/Tag und m ² VFL
Elektro, Foto und Computer	2,6	Wege/Tag und m ² VFL
Papier, Bücher und Tonträger	1	Wege/Tag und m ² VFL
Baumarkt	0,7	Wege/Tag und m ² VFL
Einrichtungshaus	0,7	Wege/Tag und m ² VFL

Tabelle 10: Für das Samstagmodell verwendete Erzeugungsraten der Branchenkategorien

Da die Streuungen der Erzeugungsraten große Schwankungsbreiten besitzen und somit eine genaue Zuordnung zu den Branchen nicht möglich ist, wurden einheitlich die Richtwerte der Erzeugungsraten für ein zentrales, großes Einkaufszentrum herangezogen und festgesetzt.

¹¹³ Vgl. (RVS 02.01.13, 2010) Seite 9

5.1.2 Winter-Freizeitverkehr

Mittels der verfügbaren Daten soll die Anzahl der Fahrten des Binnenverkehrs von und zu Skigebieten bzw. Talstationen für sowohl Tagesgäste als auch Urlaubsgäste ermittelt werden. Gefordert wird eine Liste mit den Skigebieten; dabei sollte jedes Skigebiet die in folgender Tabelle geforderten Informationen beinhalten.

Inhalt	Anforderung/Einheit	Verfügbarkeit
Anzahl Stellplätze	je Talstation	nein
Durchschnittliche Stellplatzauslastung	[%] je Talstation an Wochenendtagen im Winter und Winterferientagen	nein
Pistenkilometer	[km] je Skigebiet	ja
Anzahl Lifte	je Skigebiet	ja
Anzahl Talstationen	je Skigebiet	ja
Lage Talstationen	Adresse und/oder Karte	ja
Kapazität der Talstationen	Beförderbare Personen je Stunde	nein
Skipasspreise	[€] je Tag bzw. Woche	ja
Anzahl der Ersteinsteiger	je Tag differenziert nach Uhrzeit	nein
Verkaufte Skipässe	Tages- und Mehrtageskarten je Skigebiet pro Saison	nein
Klassifikation der Skigebiet bzw. Talstationen	Unterteilung in Fußgänger-, Skibus- oder PKW-affin	nein
ADAC Qualitäts-Infoprogramm	Ski/Board, Snowparks, Nordic, Wanderwege, Familien, Après-Ski	nein

Tabelle 11: Datenanforderung zur Abbildung des Freizeitverkehrs im Winter

Es standen keinerlei detaillierte Informationen (Verkaufte Skipässe, Liftkapazitäten und dergleichen) über die Skigebiete zur Verfügung, dadurch wurde es notwendig, die Gegebenheiten der Skigebiete im Bundesland zu recherchieren. Dabei beziehen sich die Werte der einzelnen Skigebiete, im Ausmaß von 51 im Land Salzburg, auf die Internetseite www.bergfex.at. Neben der genauen örtlichen Zuordnung der Skigebiete auf die Verkehrsbezirke im Samstagsmodell, wurden zudem Werte für die Seehöhe, die Anzahl der Lifte inklusive ihrer Bauart (Schlepplifte, Gondeln, Sessellifte), die Quantität der Pistenkilometer und der Tages- und Wochenpreise ermittelt. Anhand dieser Informationen wurde in weiterer Folge eine Wahrscheinlichkeit des Besuches der Skigebiete ermittelt. Wie diese Berechnung genau aufgebaut wurde, ist in Abschnitt 5.4.1 näher beschrieben.

5.1.3 Sommer-Freizeitverkehr

Mittels der aufgelisteten Daten in Tabelle 12 soll die Anzahl der Fahrten von und zu Sommerfreizeitorten, ebenfalls für Tagesgäste des Betrachtungsgebietes und Urlaubsgäste am Urlaubsort für die Abbildung des Binnenverkehrs, errechnet werden.

Inhalt	Anforderung/Einheit	Verfügbarkeit
Lage des Sommerfreizeitortes	Adresse und/oder Karte	ja
Anzahl Stellplätze	je Sommerfreizeitort	nein
Durchschnittliche Stellplatzauslastung	[%] je Sommerfreizeitort an Wochenendtagen im Sommer	nein
Verkaufte Eintrittskarten	je Sommerfreizeitort	nein

Tabelle 12: Datenanforderung zur Abbildung des Sommer-Freizeitverkehrs

Wichtige Standorte wurden auf Basis einer Internetrecherche ermittelt. Einerseits umfassen die Sommerfreizeitorte Sehenswürdigkeiten (siehe Anlage 1), welche bereits für Vermosa 1 verwendet wurden, andererseits werden Standorte von Bademöglichkeiten mit einbezogen. Dabei spielen sowohl Seengebiete als auch Bäder und Thermen eine Rolle.

5.1.4 Urlauberverkehr

Anhand der geforderten Daten, aus Tabelle 13 kann der Urlauberverkehr modelliert werden.

Inhalt	Anforderung/Einheit	Verfügbarkeit
Bettenanzahl	je Gemeinde	ja
Nächtigungen	je Gemeinde differenziert nach Sommer und Winter bzw. vorzugsweise nach Monaten eines Jahres	ja
Anzahl der Ankünfte	je Gemeinde differenziert nach Sommer und Winter bzw. vorzugsweise nach Monaten eines Jahres	ja
Herkunftsland der Urlaubsgäste	je Gemeinde differenziert nach Sommer und Winter bzw. vorzugsweise nach Monaten eines Jahres	ja
Durchschnittliche Aufenthaltsdauer der Urlauber	Tage je Gemeinde differenziert nach Sommer und Winter bzw. vorzugsweise nach Monaten eines Jahres	ja (berechenbar)

Tabelle 13: Datenanforderung zur Abbildung des Urlauberverkehrs

Unter Urlauberverkehr wird hier der Anreise- und Abreiseverkehr der Urlaubsgäste, aller Gäste mit mindestens einer Nächtigung, verstanden, somit kann die Anzahl der Fahrten von und zu Urlaubsorten ermittelt werden und steht in Abhängigkeit zu den Orten der Unterkunft.

Nicht inkludiert sind jedoch die Fahrten am Urlaubsort selbst, diese werden allerdings durch die Verhaltenshomogene Gruppe Nummer 13 des Binnenverkehrsmodells, welche die Touristen betrifft, modellmäßig berücksichtigt.

Die Zahlen welche sich auf den Urlauberverkehr beziehen stehen jedoch lediglich aggregiert für ein gesamtes Monat zur Verfügung. Da die Quantität der Urlauber für die Betrachtungstage 05.02.2011 und 25.06.2011 zur Verfügung stehen müssten, war es an dieser Stelle von Nöten eine anteilmäßige Berechnung durchzuführen, welche mitberücksichtigt, dass an Wochenenden, so auch am Samstag, ein größerer Urlauberanteil zu erwarten ist, als vergleichsweise an Werktagen. Auch diese Berechnung wird in Abschnitt 5.4 näher erläutert. Eine wichtige Rolle spielt zudem die Kenntnis der Gastnationen, da somit die grobe Himmelsrichtung bekannt ist, von welchen Regionen die Urlauber anreisen und in welchen Bezirken sie modellmäßig angebunden werden können. Der genaue Standort, von wo die Urlauber ihre Reise antreten ist dabei nicht notwendig, wichtig ist lediglich, dass die Richtung bekannt ist, aus der die Anreisefahrten beziehungsweise die Abreisefahrten das Betrachtungsgebiet verlassen. Dabei wurde die pauschale Annahme getroffen, dass die Gäste, welche aus Nationen stammen, die an den Flugverkehr gebunden sind, an den Flughäfen Salzburg (90%) beziehungsweise in München (10%) ankommen, und von dort die weitere Anreise zum Urlaubsstandort fortsetzen. Auf eigenen Annahmen basierend wurden die an- beziehungsweise abreisenden Personen der unterschiedlichen Gastnationen, bestimmten Verkehrsbezirken zugeordnet, welche die An- und Abfahrtsrichtung bestimmt.

Zu erwähnen sei, dass dieses Vorgehen nur funktioniert, wenn ein Verkehrsmodell für den gesamten Tag ermittelt wird. Ist das Ziel der Verkehrsmodellierung allerdings die stundenfeine Ermittlung der Fahrtenströme, so muss es als unerlässlich erachtet werden, dass die genauen Heimatstandorte der Urlauber bekannt sind, da zu vermuten ist, dass der Abfahrtszeitpunkt eine gewichtige Rolle inne haben wird und den Auslastungsgrad des Streckennetzes erheblich beeinflusst.

5.2 Überblick verfügbarer Strukturdaten

An dieser Stelle sollen, zum Zwecke eines besseren Überblickes, jegliche Strukturdaten angeführt werden, welche für die praktische Anwendung zur Verfügung standen beziehungsweise in eigener Recherche akquiriert wurden. Die Liste soll auch die Quellen der Daten enthalten, um eine bessere Nachvollziehbarkeit gewährleisten zu können.

Strukturdaten - Betrachtungsgebiet Bundesland Salzburg	
Daten	Quelle
Einwohner	Vermosa 1
Einwohnerdichte	Vermosa 1
Schulplätze	Vermosa 1
Beschäftigte am Arbeitsort (Arbeitsplätze)	Vermosa 1
Davon Beschäftigte im tertiären Sektor	Vermosa 1
VHG 1 – VHG 12	Vermosa 1
Touristen (VHG 13) Februar	TU Graz – Internetrecherche – Land Salzburg
Touristen (VHG 13) Juni	TU Graz – Internetrecherche – Land Salzburg
Verkaufsraumflächen (m ²) nach Branchen	Land Salzburg
Urlauber Februar Anreise/Abreise	TU Graz – Internetrecherche – Land Salzburg
Urlauber Juni Anreise/Abreise	TU Graz – Internetrecherche – Land Salzburg
Skiinfrastrukturen	TU Graz – Internetrecherche - BergFex
Lage von Bademöglichkeiten	TU Graz – Internetrecherche – Land Salzburg
Lage von Sehenswürdigkeiten	TU Graz – Internetrecherche – Land Salzburg
Lage von diversen Freizeitinfrastrukturen	TU Graz – Internetrecherche – UrlaubUrlaub
Ankünfte nach Gastnationen Februar	TU Graz – Internetrecherche – Land Salzburg
Ankünfte nach Gastnationen Juni	TU Graz – Internetrecherche – Land Salzburg
Bettenanzahl Februar	TU Graz – Internetrecherche – Land Salzburg
Bettenanzahl Juni	TU Graz – Internetrecherche – Land Salzburg
Anzahl der Übernachtungen im Februar	TU Graz – Internetrecherche – Land Salzburg
Anzahl der Übernachtungen im Juni	TU Graz – Internetrecherche – Land Salzburg
Verhaltensdaten für Samstag	TU Graz – Umrechnung aus Vermosa 1
Netzangebotsdaten	Vermosa 1

Tabelle 14: Quellen der Strukturdaten je Verkehrsbezirk des Betrachtungsgebietes

Jegliche Strukturdaten, welche für diese Arbeit zur Verfügung standen, sind in digitaler Form vorhanden und werden dieser Arbeit beigelegt.

5.3 Erforderliche Datengrundlage für eine modellhafte Anwendung

Die Datengrundlagen¹¹⁴, welche für eine Modellierung mittels VISEVA vorliegen müssen, lassen sich in drei Hauptgruppen unterteilen. Man unterscheidet in Daten der Raumstruktur (Abschnitt 5.3.1) (Strukturdaten pro Verkehrsbezirk), Daten des Verkehrsverhaltens (Abschnitt 5.3.2) und Netzangebotsdaten (Abschnitt 5.3.3). Der Detaillierungsgrad hängt dabei wesentlich von der Differenziertheit der Einteilung der Quelle-Ziel-Gruppen und der Aufteilung in verhaltenshomogene Gruppen ab.

¹¹⁴ <http://vplno1.vkw.tu-dresden.de/vpl/viseva/> (29.06.2011 – 14:30)

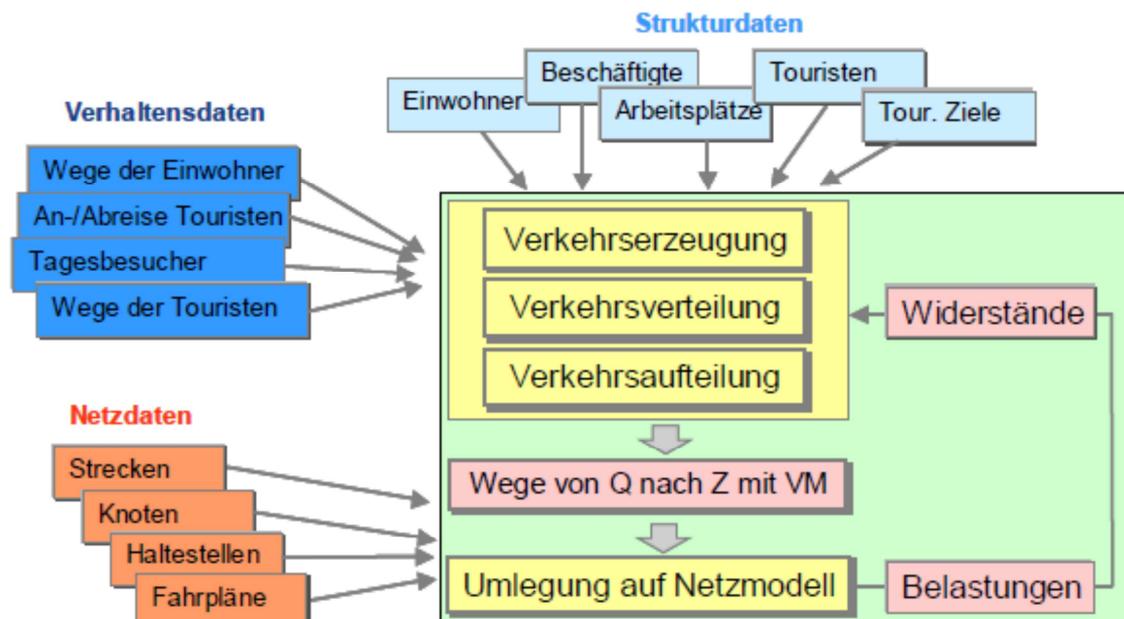


Abbildung 22: Dateneinfluss in der Verkehrsmodellierung mittels VISEVA¹¹⁵

Bevor auf die einzelnen Kategorien der Datengrundlage näher eingegangen werden soll, erscheint es an dieser Stelle wichtig, vorab gewisse Begrifflichkeiten näher zu erläutern.

Quelle-Ziel-Gruppen

Quelle-Ziel-Gruppen (QZG) beschreiben verhaltenshomogene Schichten, die entstehen, wenn Wegeketten in ihre einzelnen Ortsveränderungen zerlegt und unabhängig von ihrer Reihenfolge in der Kette gruppiert werden. Die Art der Tätigkeiten, welche an den Quellen bzw. Zielen der Ortsveränderungen vorgesehen sind, bestimmt die Größe des Verkehrsaufkommens und die Wahl des Verkehrsmittels sowie die räumlichen und zeitlichen Charakteristika der Ortsveränderungen. QZG vereinen die Informationen der Strukturgrößen der Flächennutzung, die die Tätigkeitsbereiche beschreiben (z.B. Wohnungen, Arbeitsstellen, Einkaufseinrichtungen, Freizeiteinrichtungen) mit den Bezugspersonen, welche die Ortsveränderungen durchführen (z.B. Einwohner, Erwerbstätige, Kleinkinder, Schüler) und den Verkehrsverhaltensdaten der Bezugspersonen (z.B. spezifisches Verkehrsaufkommen, Modal-Split, durchschnittliche Fahrtweite und Fahrtzeit). Es werden den QZG also maßgebende Personengruppen und maßgebende Strukturgrößen zugeordnet.

Zudem ist eine Klassifikation von 3 unterschiedlichen Quelle-Ziel-Gruppen-Typen¹¹⁶ (QZGT) möglich, anhand derer unterschiedliche Berechnungsschritte durchgeführt werden (siehe Abbildung 16).

- QZG-Typ 1: Die Quelle der Ortsveränderung entspricht gleichzeitig dem Heimatstandort der maßgebenden Person.
- QZG-Typ 2: Zur eigenen Wohnung zurückkehrende Ortsveränderungen der maßgebenden Person.

¹¹⁵ Vgl.(PTV AG, 2006) Seite 7

¹¹⁶ Vgl.(Dugge, 2006) Seite 6

- QZG-Typ 3: Der Heimatstandort der maßgebenden Person ist weder die Quelle noch das Ziel der Ortsveränderung.

Tabellarisch kann die Produktion und Attraktion zu den Verkehrsaufkommen der unterschiedlichen QZG-Typen wie folgt zugeordnet werden:

	Heimatverkehrsaufkommen	Quellverkehrsaufkommen	Zielverkehrsaufkommen
QZG-Typ 1	Produktion	Produktion	Attraktion
QZG-Typ 2	Produktion	Attraktion	Produktion
QZG-Typ 3	Produktion	Attraktion	Attraktion

Tabelle 15: Zuordnung von Produktion und Attraktion zu den Verkehrsaufkommen, differenziert nach QZG-Typen¹¹⁷

Wichtige Kenngrößen für die Quelle-Ziel-Gruppen sind die maßgebenden, verhaltenshomogenen Personengruppen und deren spezifisches Verkehrsaufkommen, diese Begriffe sollen nachfolgend ebenfalls kurz erläutert werden.

Das Verkehrsmodell des Binnenverkehrs soll auf der Basis von Vermosa 1 stehen, dabei wurden 13 unterschiedliche QZG klassifiziert, wie unten anstehende Tabelle (Tabelle 16) belegt.

		Ziel						
		W	A	D	B	E	F	S
Quelle	Eigene Wohnung	-	WA	WD	WB	WE	WF	WS
	Eigene Arbeitsstelle	AW	SS					
	Dienstliche Einrichtung	DW						
	Bildungseinrichtung	BW						
	Einkaufseinrichtung	EW						
	Freizeiteinrichtung	FW						
	Sonstige Einrichtung	SW						

Tabelle 16: Klassifizierung der Quelle-Ziel-Gruppen für den Binnenverkehr des Samstagsmodells

Wird ein Modell des Freizeitverkehrs beziehungsweise des Samstagsverkehrs, welche stark von Freizeitfahrten geprägt wird, anhand einer eigenen Befragung aufgebaut, so bietet sich die Möglichkeit, die vorliegende QZG-Einteilung um vier weitere Gruppen zu erweitern. Die Quelle-Ziel-Gruppen Einkauf-Einkauf, Freizeit-Freizeit, Freizeit-Einkauf beziehungsweise Einkauf-Freizeit sind am Samstag relativ häufig zu erwarten und könnten damit separat betrachtet und behandelt werden. Da jedoch auf den Strukturdaten der 13 vorliegenden QZG, auf Grund keiner vorliegenden Befragung, aufgebaut wird, ist dies in dieser Arbeit nicht möglich. Somit fallen die 4 Wege der zusätzlich angedachten QZG in die QZG, welche sonstige Einrichtungen mit sonstigen Einrichtungen verbindet. Neben diesen 13 QZG die den Binnenverkehr abbilden, werden zur Berücksichtigung des Quell- und Zielverkehrs zwei weitere QZG notwendig, diese verbinden den Heimatstandort (H) mit dem Urlaubsstandort (U) und umgekehrt; dabei werden also die An- und Abreise der Urlauber abgebildet.

¹¹⁷ Vgl. (Schnabel, Lohse, 2011) Seite 31

Verhaltenshomogene Personengruppen

Um Personen nach ihren Verhaltensweisen gliedern zu können, werden in dieser Arbeit insgesamt 13 verhaltenshomogene Personengruppen (VHG) für die Abbildung des Binnenverkehrs gebildet, wobei die Anzahl und Aufteilung abermals an die Aufteilung von Vermosa 1 gebunden ist. Dabei soll das Verkehrsverhalten zwischen den Gruppen untereinander deutliche Unterschiede aufweisen, wohingegen innerhalb der Gruppen eine möglichst hohe Homogenität vorherrschen sollte. Die Personen werden nach dem Alter, der Erwerbstätigkeit und einer etwaigen PKW-Verfügbarkeit aufgeteilt. Zudem kommt eine Kategorie hinzu, welche die Touristen am Urlaubsort (VHG 13) separat betrachtet.

Bevölkerung nach Klassen	Alter	Erwerbstätigkeit	Pkw-Verfügbarkeit
VHG 1	0 bis 5 Jahre	nein	nein
VHG 2	6 bis 17 Jahre	nein	nein
VHG 3	18 bis 24 Jahre	ja	nein
VHG 4		nein	nein
VHG 5		ja	ja
VHG 6		nein	ja
VHG 7	25 bis 64 Jahre	ja	nein
VHG 8		nein	nein
VHG 9		ja	ja
VHG 10		nein	ja
VHG 11	über 65 Jahre	egal	nein
VHG 12		egal	ja
VHG 13	Touristen		

Tabelle 17: Klassifizierung der Verhaltenshomogenen Gruppen für den Binnenverkehr des Samstagsmodells

Auch diese Einteilung könnte mittels einer Befragung, welche auf die Bedürfnisse des Freizeitverkehrs zielt, spezifischer angepasst werden. Das Aufteilen der Gruppe 13 in Touristen mit PKW-Verfügbarkeit beziehungsweise ohne PKW am Urlaubsort, scheint nicht unwesentlich, da gänzlich andere Verhaltensmechanismen zu erwarten sind, man denke dabei nur an die Fahrtweitenverteilung, und sollte berücksichtigt werden. Auch die altersgemäße Staffelung der Touristen kann vorteilhafte Effekte bewirken, da unterschiedliche Generationen auch während des Urlaubs ein unterschiedliches Verkehrsverhalten aufweisen und es diese abzubilden gilt. Ob der Grad der Erwerbstätigkeit einen Einfluss auf das Verkehrsverhalten am Urlaubsort hat, kann zu diesem Zeitpunkt jedoch nicht abgeschätzt werden. Diese These müsste anhand einer Befragung zu diesem Thema erst verifiziert werden. Zur modellmäßigen Abbildung des Quell- und Zielverkehrs muss zudem eine weitere Personengruppe (VHG 14) für dieses Nachfragemodell kreiert werden, welche die anreisenden und abreisenden Personen beschreibt.

Betrachtet man die Aufteilung der Einwohnerdichte bezogen auf die ersten zwölf VHG, so erkennt man in Abbildung 23 ein deutliches Nord-Süd-Gefälle. Während die Verkehrsbezirke in und rund um Salzburg Stadt eine hohe Einwohnerdichte aufweisen, so fallen jene Werte in den südlichen Regionen nicht so hoch aus. Wobei kleinere Verkehrsbezirke, welche die Stadtzentren umfassen, natürlich eine deutlich höhere Einwohnerdichte aufweisen.

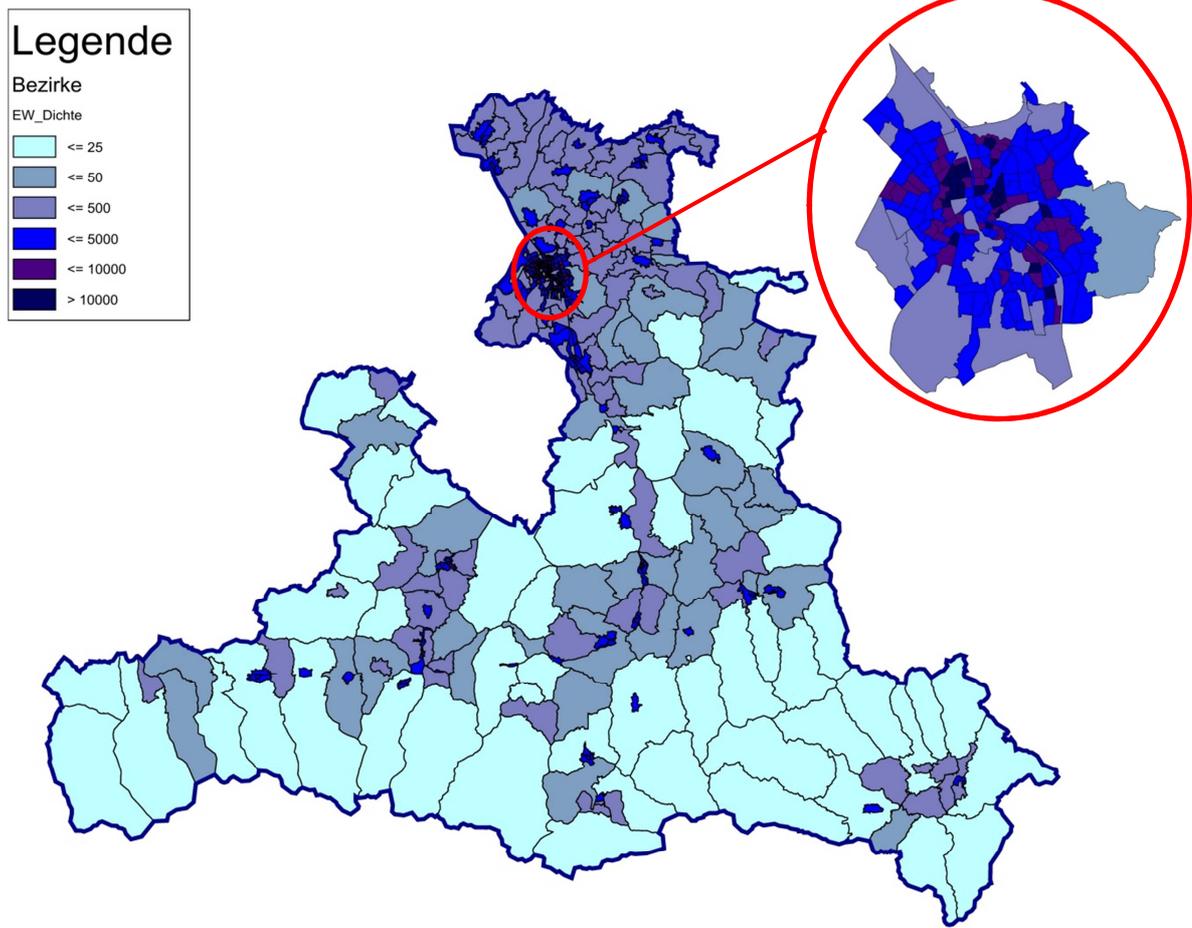


Abbildung 23: Einwohnerdichte des Betrachtungsgebietes [in EW/km²]

5.3.1 Raumstrukturdaten

Die Strukturdaten charakterisieren die Größe und Verteilung der Verkehr erzeugenden Potenziale im Planungsgebiet. Für die übliche 13er Einteilung der QZG sollten laut Boden (2007)¹¹⁸ für den Werktagverkehr für jeden Verkehrsbezirk folgende Raumstrukturdaten vorliegen:

- Einwohner,
- erwerbstätige Einwohner,
- Beschäftigte der ansässigen Firmen,
- Beschäftigte im tertiären Sektor,
- Schüler,
- Schulplätze,
- Kinder im Vorschulalter,
- Betreuungsplätze in Vorschuleinrichtungen,
- Verkaufsraumfläche
- Freizeitpotential.

Dabei können die Raumstrukturdaten grob in Informationen über Bezugspersonen (Einwohner, Erwerbstätige, Schüler usw.) und Strukturpotentiale (Verkaufsfläche,

¹¹⁸ Vgl.(Boden, 2007) Seite 7

Beschäftigte, Ausbildungsplätze, Angaben zu Freizeiteinrichtungen usw.) untergliedert werden. Davon können für den Freizeitverkehr, beziehungsweise speziell für den Samstagsverkehr, einige Daten vernachlässigt werden; so spielen genaueste schulische Einrichtungen oder Kinderbetreuungsplätze für den Samstagsverkehr kaum eine Rolle. Es kommen jedoch zusätzliche Forderungen hinzu, um die Verkehrsströme, welche durch die Freizeit induziert werden, abbildbar zu machen. Auf der Attraktionsseite benötigt man zur Abbildung des Freizeitverkehrs deutlich genauere Daten der Strukturpotentiale, um die Verkehrsnachfrage in ausreichender Genauigkeit berechnen zu können, als diese in üblichen Werktagsmodellen aufbereitet sind. Genaue Auflistungen der zusätzlichen Daten für die Freizeitverkehrsmodellierung sind in Abschnitt 5.2 ersichtlich, wie diese zur Berücksichtigung kommen wird in Abschnitt 5.4.1 gezeigt.

Die Strukturdaten für das Land Salzburg liegen zum Teil aus dem Vermosa 1 Projekt (*EUregionales Reiseinformationssystem „Saalachtal-Intermodal“ (EuRISS)*) für das Jahr 2006 vor. Laut Statistik Austria erhöhte sich die Einwohnerzahl von 2006 bis 2010 um lediglich 0,7%. Da in dieser Arbeit keinerlei Strukturdaten durch Befragungen erhoben werden, lediglich auf die Daten des zuvor genannten Projektes zurückgegriffen wird und diese verwendet werden, scheint es sinnvoll, die Datenbasis nicht zu adaptieren. Die relativ marginale Veränderung der Einwohneranzahl von 0,7% wird somit nicht in der vorliegenden Arbeit berücksichtigt. Tabelle 18 zeigt die für diese Arbeit relevanten Strukturdaten des Betrachtungsgebietes, welches das Bundesland Salzburg umfasst, samt ihren quantitativen Ausprägungen.

Strukturdaten - Betrachtungsgebiet Bundesland Salzburg	
Einwohner	526.463
Schulplätze	76.562
Beschäftigte am Arbeitsort (Arbeitsplätze)	268.465
Davon Beschäftigte im tertiären Sektor	193.272
VHG 1 (0-5 Jahre, nErw., keine PKW-Verfügbarkeit)	32.417
VHG 2 (6-17 Jahre, nErw., keine PKW-Verfügbarkeit)	74.803
VHG 3 (18-24 Jahre, Erw., keine PKW-Verfügbarkeit)	4.428
VHG 4 (18-24 Jahre, nErw., keine PKW-Verfügbarkeit)	7.018
VHG 5 (18-24 Jahre, Erw., PKW-Verfügbarkeit)	29.872
VHG 6 (18-24 Jahre, nErw., PKW-Verfügbarkeit)	13.025
VHG 7 (25-64 Jahre, Erw., keine PKW-Verfügbarkeit)	20.783
VHG 8 (25-64 Jahre, nErw., keine PKW-Verfügbarkeit)	15.935
VHG 9 (25-64 Jahre, Erw., PKW-Verfügbarkeit)	205.745
VHG 10 (25-64 Jahre, nErw., PKW-Verfügbarkeit)	44.520
VHG 11 (über 65 Jahre, keine PKW-Verfügbarkeit)	32.135
VHG 12 (über 65 Jahre, PKW-Verfügbarkeit)	45.782
Touristen (VHG 13) Februar	171.614
Touristen (VHG 13) Juni	74.469
An-/Abreisende (VHG 14) Februar	171.614
An-/Abreisende (VHG 14) Juni	74.469
Gesamte gewichtete Verkaufsraumflächen (m ²)	409.878
Anzahl der Übernachtungen im Winter 05.02.2011	171.614
Anzahl der Übernachtungen im Sommer 25.06.2011	74.469

Tabelle 18: Verwendete Strukturdaten des Betrachtungsgebietes zur Samstagsmodellierung

Wie bereits erwähnt, stammen die personenspezifischen Werte für die Anzahl der Einwohner, die Zuteilung zu verhaltenshomogenen Gruppen sowie die Beschäftigtenanzahl und Schulplätze aus dem Vorgängerprojekt Vermosa 1.

Anzahl der Übernachtungen (VHG 13)

Die Anzahl der Übernachtungen und damit auch die Anzahl der Touristen (VHG 13) stammen aus Monatsstatistiken des Februars und Junis des Bundeslandes Salzburg.¹¹⁹ Die Werte der Monatsstatistiken durch die Anzahl der Tage zu dividieren, um die Übernachtungen der Betrachtungstage herauszufinden, wurde als zu ungenau bewertet. Da zu erwarten ist, dass die Übernachtungen an Samstagen im Verhältnis zu den Übernachtungen an Wochentagen höher ist, wurde dies in der Berechnung der Übernachtungszahlen und damit auch der Touristenzahlen der jeweiligen Monate mit berücksichtigt.

¹¹⁹ <http://www.salzburg.gv.at/themen/wt/tourismus/tourismuspolitik/tourismusstatistik.htm> (12.09.2011 – 12:00)

Anhand der Werte des Projektes Vermosa 1 wurde ein Wochenendfaktor (f_{we}) berechnet, dessen Aufgabe es ist, die Übernachtungen an Wochenenden höher zu bewerten als die Übernachtungen an Werktagen. Die Werte des Projektes Vermosa 1 beziehen sich dabei auf den November des Jahres 2006

$$f_{we} = \frac{\Delta\ddot{u}}{\ddot{u}} \quad (5.1)$$

Mit: f_{we} = Wochenendfaktor, um die Übernachtungen an Wochenende höher zu gewichten als die Übernachtungen an Werktagen

$\Delta\ddot{u}$ = durchschnittliche Übernachtung pro Wochenendtag im November 2006

\ddot{u} = Anzahl der Übernachtungen pro Wochenendtag im November 2006 lt. Statistik

Dabei lassen sich die Anzahl der durchschnittlichen Übernachtung pro Wochenendtag im November 2006 wie folgt berechnen:

$$\Delta\ddot{u} = \frac{\ddot{u}_{we}}{t_{we}} \quad (5.2)$$

Mit: $\Delta\ddot{u}$ = durchschnittliche Übernachtung pro Wochenendtag im November 2006

\ddot{u}_{we} = Übernachtungen an Wochenendtagen im November 2006

t_{we} = Anzahl der Wochenendtage im November 2006

Da die Übernachtungsanzahl für den gesamten November 2006 aus Statistiken bekannt ist und die Übernachtung für die Werktage des Novembers 2006 errechnet werden kann (siehe Formel 5.4), stellt sich die Anzahl der Übernachtungen an den Werktag im November 2006 wie folgt dar:

$$\ddot{u}_{wo} = \Sigma\ddot{u} - \ddot{u}_{wo} \quad (5.3)$$

Mit: \ddot{u}_{we} = Übernachtungen an Wochenendtagen im November 2006

$\Sigma\ddot{u}$ = Gesamte Anzahl der Übernachtungen im November 2006

\ddot{u}_{wo} = Übernachtungen an Wochentagen im November 2006

Die Übernachtungen der Wochentage, lässt sich aus den Übernachtungen aus dem Projekt Vermosa 1 für einen speziellen Werktag errechnen, indem man den Wert mit der Anzahl an Wochentagen multipliziert:

$$\ddot{u}_{wo} = t_{wo} \times \ddot{u}_{Vermosa} \quad (5.4)$$

Mit: \ddot{u}_{wo} = Übernachtungen an Wochentagen im November 2006

$\ddot{u}_{Vermosa}$ = Übernachtungen an dem Betrachtungstag von Vermosa 1

t_{wo} = Anzahl Wochentage im November 2006

Schließlich wurde die Übernachtungsanzahl der einzelnen Bezirke mit dem Wochenendfaktor multipliziert, das Ergebnis sind die Übernachtungen an den einzelnen Betrachtungstagen, wie sie in Tabelle 18 bereits aufscheinen. Da die Zahlen der Übernachtungen lediglich gemeindefein vorliegen, mussten diese innerhalb der Gemeinden auf die Verkehrsbezirke aufgeteilt werden. Diese Aufteilung geschieht direkt proportional zur Anzahl der Einwohner in den Bezirken.

Anzahl der An-/Abreisenden (VHG 14)

Da nicht nur der Binnenverkehr abgebildet werden soll, sondern auch der Quell- und Zielverkehr, müssen weitere Berechnungen, die Personengruppen betreffend, durchgeführt werden. Der Quell- und Zielverkehr entspricht den An- und Abreisevorgängen an den jeweiligen betrachteten Samstagen. Aus den Tourismus Statistiken des Bundeslandes Salzburg kennt man die Gastnationen, aus welchen die Urlauber (VHG 14) das Betrachtungsgebiet aufsuchen. Es wird angenommen, dass die Anzahl der an- und abreisenden Personen dabei der bereits ermittelten Anzahl der Übernachtungen an den Betrachtungstagen entspricht.

Verkaufsraumflächen

Die Verkaufsraumflächen wurden vom Land Salzburg adressfein, und in sieben verschiedene Branchenkategorien gegliedert, zur Verfügung gestellt (siehe Abschnitt 5.1.1). Wichtig zu erwähnen ist, dass die Verkaufsflächen je nach Kategorie ($\Sigma VFL_{EK,n,i}$) mit den Erzeugungsratenfaktoren ($f_{ER,EK,n}$) der RVS 02.01.13 gewichtet wurden, um das anziehende Potential widerspiegeln zu können. Diese Erzeugungsratenfaktoren sind in Tabelle 10 bereits angegeben. Beispielsweise erzeugt ein Quadratmeter Verkaufsraumfläche eines Lebensmittelhandels mehr Einkaufsverkehr als ein Quadratmeter der Kategorie Baumärkte. Die Verkaufsraumflächen werden bezirksfein aufbereitet und genügen folgender Berechnungskonvention:

$$\Sigma VFL_i = \Sigma (\Sigma VFL_{EK,n,i} \times f_{ER,EK,n}) \quad (5.5)$$

Mit: ΣVFL = Summe der Verkaufsfläche

i = Index für Verkehrsbezirke

EK = Unterscheidung in sieben Einkaufskategorien, für die sieben unterschiedlichen Branchen

n = Index der sieben Einkaufsbranchen

ΣVFL_{EK} = Summe der Verkaufsfläche der einzelnen Einkaufskategorien pro Verkehrsbezirk

$f_{ER,EK,n}$ = Erzeugungsratenfaktoren der einzelnen Einkaufskategorien

Jegliche Berechnungsschritte sind in der digitalen Anlage dieser Arbeit zu finden. Zudem ist in den Tabellen des digitalen Anhangs eine Vergleichsrechnung anhand des Einkaufszentrums Europark, welches sich im Stadtgebiet von Salzburg befindet, angeführt. Während sich die mittlere Erzeugungsratenrate für jegliche betrachteten Geschäfte in Salzburg auf den Wert 1,11 beläuft, so besitzt der Europark eine mittlere Erzeugungsratenrate von 1,27 Wege pro Tag und Quadratmeter Verkaufsfläche. Dieser Unterschied der Erzeugungsratenrate begründet sich auf die Anteile der Branchenarten der Geschäfte innerhalb dieses Einkaufszentrums.

Freizeitverkehrspotentiale

Zudem kommen noch Daten welche die Anziehungskraft der Verkehrsbezirke für freizeitsuchende Personen repräsentieren. Über das ganze Jahr soll jeder Verkehrsbezirk eine gewisse Anziehung aufweisen, wobei jahreszeitliche Schwankungen innerhalb der Bezirke durch die Abbildung von saisonalen Attraktoren ermöglicht werden. Da die Berechnung der Freizeitattraktivität der einzelnen Bezirke ein Kerngebiet dieser Arbeit bildet,

wird die Berechnung jener, um dies zu unterstreichen, in einem eigenen Abschnitt (Abschnitt 5.4.1) gesondert behandelt. In aller Kürze setzt sich das Freizeitverkehrspotential aus einem Basispotential, welches das ganze Jahr über weitgehendst konstant ist, und einem jahresspezifischen Freizeitpotential, welches über das Jahr variabel ist und von infrastrukturellen Besonderheiten (beispielsweise Skigebiete im Winter und Bademöglichkeiten im Sommer) abhängt, zusammen.

5.3.2 Verkehrsverhaltensdaten

Wie Abbildung 22 gezeigt hat, wird die Verkehrsnachfrage, bestehend aus der Erzeugung, der Verteilung und der Aufteilung, neben den Raumstrukturdaten auch von der Datengrundlage des Verkehrsverhaltens beeinflusst. Die Wege der Einwohner und Touristen sowie die Wege von Tagesbesucher und die An- beziehungsweise Abreise der Touristen werden von den Verhaltensdaten erheblich beeinflusst. Während die An- und Abreise abhängig von den Ankünften im Betrachtungsgebiet sind, richten sich die übrigen Wege des Binnenverkehrs an den spezifischen Verkehrsaufkommen (SV) und Erzeugungsraten (ER). Für die An- und Abreise sind die Werte des SV und der ER jeweils 1, da eben die genaue Quantität der Fahrten bekannt ist und nicht aus den SV und ER errechnet werden muss.

Diese Art von Daten beschreiben also die Mobilität von einzelnen homogenen Personengruppen sowie die Art und die Intensität der Verkehrsmittelnutzung.¹²⁰ Es müssen für jede Quelle-Ziel-Gruppe das spezifische Verkehrsaufkommen, die Erzeugungsraten und der globale Modal-Split vorliegen, welche im Normalfall aus Haushaltsbefragungen ermittelt werden können. Grundlage für die Daten zum Verkehrsverhalten im Personenverkehr, welche aus dem Projekt Vermosa 1 stammen, sind die Ergebnisse der Verkehrserhebung Mobilitätsanalyse Stadt Salzburg und Umgebung 2004. Bei dieser Erhebung wurden Haushalte der EuRegio Salzburg - Berchtesgadener Land - Traunstein im Jahr 2004 zu ihrem Verkehrsverhalten befragt. Ziel der Erhebung war es, Erkenntnisse zum außerhäuslichen Verkehrsverhalten der Wohnbevölkerung ab 6 Jahren zusammenzutragen. Neben dem Verhalten der Stadt Salzburg, wurde auch jenes in den Gebieten Flachgau und Tennengau analysiert. Die Verhaltensdaten für den innerstädtischen Bereich der Stadt Salzburg weisen klare Unterschiede zu denen aus den ländlichen Gebieten auf, daher kommen die Werte für das Flachgau/Tennengau für das gesamte Betrachtungsgebiet des Land Salzburgs zur Verwendung und werden von den Verhaltensdaten der Stadt Salzburg abgegrenzt.

Für das Verkehrsmodell wurden die Erhebungsdaten aufbereitet und ausgewertet, dabei wurden Kennwerte ermittelt, die in Vermosa 1 jedoch lediglich für den Werktag vorliegen. Um selbige Daten auch für den Samstag zur Verfügung zu haben, müsste eine zeitintensive groß angelegte Befragung durchgeführt werden. Da dies nicht möglich war, behalf man sich, die Werte anhand von Faktoren für den Samstag hochzurechnen. Die detaillierte Berechnung wird in Abschnitt 5.4 näher erläutert. Nachstehend sollen jedoch die notwendigen Kennwerte genauer betrachtet und erläutert werden.

¹²⁰ <http://www.gvp2025.de/open/ap4.html> (22.08.2011 – 14:45)

Spezifisches Verkehrsaufkommen

Zentrale Idee des Modells EVA ist die Einteilung des Verkehrsgeschehens in homogene Schichten; diese werden innerhalb des Modells EVA Quelle-Ziel-Gruppen (QZG)¹²¹ genannt. Dies beruht darauf, dass für bestimmte Personengruppen bestimmte Wegeketten häufiger aufscheinen, als vergleichbar für manch andere Gruppen. Da jedoch die Betrachtung von Wegeketten sehr detailliert erfolgen müsste, werden die Ketten in VISEVA in jene QZG umgewandelt. Für die Umwandlung werden die einzelnen Ketten in Ortsveränderungen (OV) zerbrochen, dabei bilden die Ortsveränderungen mit identischer Aktivität an Quelle und Ziel eine Gruppe. Standard sind Gruppen Anzahl von 5, 13 oder 17 verschiedenen QZG, wobei lediglich 5 QZG ein sehr grobes Fassen und Differenzieren der OV bedeuten würde, und demnach für den stark differenzierten Freizeitverkehr nicht anwendbar ist.

Das spezifische Verkehrsaufkommen¹²² entspricht also der mittleren Anzahl der Ortsveränderungen (OV) pro maßgebender Personengruppe (BP) und Zeiteinheit (ZE), wobei in der Regel die Zeiteinheit 24 Stunden, also einen ganzen Tag, umfasst.

$$SV = \frac{OV}{BP \times ZE} \quad (5.6)$$

Mit: *SV* = Spezifisches Verkehrsaufkommen

OV = Ortsveränderungen

BP = Anzahl der Personen in der maßgebenden Bezugspersonengruppe

ZE = Zeiteinheit (24h)

Das spezifische Verkehrsaufkommen kann auch als Produktionsrate oder Mobilitätsrate bezeichnet werden, da die Menge der Ortsveränderungen pro Personengruppen und Zeiteinheit abgebildet wird und somit Verkehr „produziert“ wird, beziehungsweise zur Durchführung von Mobilität führt. Da jedoch die spezifischen Verkehrsaufkommen für Vermosa 1 für den Werktag ermittelt wurde und nicht für den Samstagsverkehr, müssen diese Werte mit geeigneten Faktoren gewichtet werden, um die jeweiligen Werte für den Verkehr am Samstag zu erhalten. Die Beschreibung zur Berechnung des spezifischen Verkehrsaufkommens der 13 Quellezielgruppen und 13 verhaltenshomogenen Personengruppen für den Binnenverkehr des Samstags ist im Abschnitt 5.4.3 zu finden und erfolgt getrennt für das Salzburger Stadtgebiet beziehungsweise für die übrigen Regionen. Die Tabellen der spezifischen Verkehrsaufkommen sind in der Anlage 2 und 3 für die Betrachtungsgebiete zudem aufbereitet.

Erzeugungsrate

Die Erzeugungsrate hat eine analoge Definition zum spezifischen Verkehrsaufkommen.¹²³ Somit ist die Erzeugungsrate die mittlere Anzahl der Ortsveränderungen (OV) pro Strukturgröße (SG), Personengruppe (BP) und Zeiteinheit (ZE), welche ebenfalls üblicher Weise einen Tag umfasst.

$$ER = \frac{OV}{SG \times BP \times ZE} \quad (5.7)$$

¹²¹ <http://vplno1.vkw.tu-dresden.de/vpl/viseva/> (29.06.2011 – 14:30)

¹²² Vgl.(Dugge, 2006) Seite 7

¹²³ Vgl.(Dugge, 2006) Seite 7

Mit: *ER = Erzeugungsrate*
 OV = Ortsveränderung
 SG = Strukturgröße
 BP = Personengruppe
 ZE = Zeiteinheit

Die Erzeugungsrate kann auch als Attraktionsrate aufgefasst werden, da die Anziehungskraft der Verkehrsbezirke auf die Personengruppen abgebildet wird. Innerhalb des Programmes VISUM spricht man hingegen von Quell-Aufkommens-Rate beziehungsweise Ziel-Aufkommens-Rate. Handelt es sich um einen QZG-Typ 1, so kommt die Zielaufkommensrate zur Anwendung, bei QZG-Typ 2 die Quellaufkommensrate. Wohingegen der QZG-Typ 3 von beiderlei Faktoren abhängig ist. Innerhalb der Berechnung (Abschnitt 5.4.4) werden nun nicht nur mehr die 13 Quellezielgruppen und 13 verhaltenshomogenen Personengruppen berücksichtigt, sondern auch die verschiedenen Raumstrukturgrößen, welche unterschiedlichen Einfluss auf die Quellezielgruppen ausüben. Diese Strukturgrößengewichtungsfaktoren sind im Abschnitt der Berechnung in Abbildung 26 ersichtlich und sollen hier nicht näher beschrieben werden.

Modalsplit

Auch hierbei ist es wichtig, die unterschiedlichen Gebiete differenziert zu betrachten, signifikante Abweichungen zwischen den Werten des Modal-Split im innerstädtischen Bereich (Stadt Salzburg) im Vergleich zu den Werte aus den regionalen Gebieten sind zu erwarten. Gerade bei der grundlegenden Verteilung des IV und ÖVs wird ein großer Unterschied bestehen, welcher auf dem, für den öffentlichen Verkehr in der Stadt Salzburg, infrastrukturell besserem Angebot basiert. Da jedoch das Ziel dieser Arbeit ein reines MIV-Modell ist, sollen die Wege, welche mit anderen Verkehrsmitteln durchgeführt werden, erst gar nicht berücksichtigt werden. Diese Randbedingung hat insbesondere in der Berechnung der Erzeugungsraten (Abschnitt 5.4.4) einen Einfluss.

Für diese Arbeit kann lediglich der Modalsplit des werktäglichen Betrachtungstages aus Vermosa 1 übernommen werden. Abweichungen zum Samstag müssten anhand einer eigens durchgeführten Befragung ermittelt werden.

Besetzungsgrad

Der Besetzungsgrad des Projektes Vermosa 1, welcher lediglich für den Werktag vorliegend ist, wurde empirisch für den Samstag hochgerechnet. Laut Literaturhinweisen¹²⁴ wird für den Werktagsverkehr ein Besetzungsgrad von etwa 1,3 Personen pro Kraftfahrzeug erreicht, wohingegen sich dieser Wert am Wochenende auf 1,7 erhöht. Es wurde angenommen, dass der Besetzungsgrad der sechs Quelle-Ziel-Gruppen WA, WD, WB, AW, DW und BW keine maßgebende Unterscheidung in Bezug auf den Wochentag aufweisen wird. Die Besetzungsgrade wurden für den Samstag mit einem Faktor erhöht, der den mittleren Besetzungsgrad am Samstag auf den Zielwert von 1,7 hebt.

¹²⁴ Vgl.(Sammer, 2010) Seite 4

Quelle-Ziel-Gruppe	Besetzungsgrad Werktag (Pers/ Kfz)	Besetzungsgrad Samstag (Pers/ Kfz)
WA	1,11	1,11
WD	1,10	1,10
WB	2,08	2,08
WE	1,29	1,75
WF	1,46	1,98
WS	1,17	1,59
AW	1,11	1,11
DW	1,07	1,07
BW	1,96	1,96
EW	1,28	1,73
FW	1,39	1,88
SW	1,19	1,61
SS	1,23	1,67
Alle QZG	1,30	1,70

Tabelle 19: Besetzungsgrad der KFZ für den Samstag

Der Besetzungsgrad wird bei der Verkehrsnachfrageberechnung, welche mittels der Software VISUM durchgeführt wird, angegeben, um aus Personenfahrten Fahrzeugfahrten generieren zu können. Rein empirisch wird der Besetzungsgrad für den Quell-/Zielverkehr, der die an- und abreisenden Urlauber beschreibt, auf den Wert 2,5 festgelegt. Es wurde der Gedanke zugelassen, ob es nicht vertretbar wäre, einen globalen Besetzungsgrad von 1,7 für alle 13 QZG festzusetzen, denn an der Anzahl an KFZ-Fahrten würde sich hierbei nichts ändern. Da jedoch grundlegend andere Ziele angefahren würden, wurde dieser Gedanke daraufhin verworfen. Zudem ist zu vermuten, dass der Besetzungsgrad des Binnenverkehrs grundsätzliche Unterschiede zu dem des Quell-/Zielverkehrs aufweist. Der Quell- und Zielverkehr der die anreisenden und abreisenden Urlaubsgäste umfasst, wird einen deutlich höheren Besetzungsgrad (hier 2,5) aufweisen, was modellmäßig berücksichtigt werden muss.

Tagesganglinien

Tagesganglinien dienen dazu Verkehrsströme, welche in einem engen kausalen Zusammenhang mit der Tageszeit stehen, abbildbar zu machen. Der Grund dafür ist, dass verschiedenen Fahrtzwecke zu großen Anteilen in typischen Zeitabschnitten des Tages realisiert werden, man denke nur an die typischen Zeiten um zur Arbeit zu gelangen beziehungsweise vice versa von der Arbeit nach Hause zu fahren. Es liegt auf der Hand, dass sich dieses Verhalten nicht zur Gänze auf den durch Spontanität getriebenen Freizeitverkehr umlegen lässt. Dennoch helfen Tagesganglinien für den Samstag die Zusammenhänge und Abläufe der Verkehrsströme abbildbar zu machen. Die modellhafte Anwendung in dieser Arbeit, soll jedoch lediglich für den Zeitraum eines gesamten Tages konzipiert werden. Eine stundenfeine Verkehrsmodellierung hat keinen Eingang in diese Arbeit. Für fortführende Arbeiten, welche sich auf die Nachfragemodellierung des Samstagverkehrs konzentrieren, empfiehlt es sich, ein stundenfeines Modell aufzubauen, da

gerade die engen Schranken der An- und Abreise in Tourismusgebieten an Samstagen für verkehrliche Probleme sorgen können.

5.3.3 *Angebotsdaten*

Die Angebotsdaten charakterisieren die vorliegenden infrastrukturellen Begebnisse. Neben den genauen Verläufen der Straßenzüge, deren Kapazitäten und weiteren Kennwerten, werden auch die Informationen zu den Fahrplänen des Öffentlichen Verkehrs den Angebotsdaten zugeordnet. Da die Fahrpläne jedoch lediglich für den Werktagsverkehr zur Verfügung stehen und keine Fahrpläne für den Samstag akquiriert werden konnten, wurde der Beschluss gefasst, die Modellierung speziell für den motorisierten Individualverkehr aufzubauen und die Fahrten des öffentlichen Verkehrs unberücksichtigt zu lassen, zumal der öffentliche Verkehr gerade im Freizeitverkehr eine relativ geringe Rolle zu spielen scheint.

5.3.4 *Zielgrößen der Kalibrierung*

Die Ergebnisse der Verkehrsumlegung beschreiben das Resultat der gesamten Verkehrsmodellierungsarbeit. Für die im Anschluss an die Verkehrsumlegung durchzuführende Kalibrierung sind Vergleichsdaten notwendig. Typische Daten zur Kalibrierung sind aggregierte Kenngrößen aus Haushaltsbefragungen (z.B. mittlere Reiseweite, mittlere Reisezeit, Tagesdistanzen, Binnenverkehrsanteile usw.) und Querschnittsbelastungen des Netzes (IV und ÖV) sein. Für den individuellen Straßenverkehr sind besonders die Kfz-Belastungen wichtiger Straßenzüge an bestimmten Querschnitten als Kalibrierungsgrößen gut geeignet. Die Erfassung der Zählraten beim ÖV ist im Gegensatz dazu mit erheblicherem Aufwand verbunden. Denn lediglich die Belastung durch die Fahrzeuge reicht nicht aus, vielmehr müssen Informationen zu den Fahrgastzahlen der einzelnen Strecken und Linien und auch Ein- und Aussteigerzahlen an den Haltestellen zur Verfügung stehen. Da jedoch der ÖV keinen Eingang in diese Arbeit finden soll, stellt dies kein weiteres Problem dar. Obwohl weder die Reiseweite noch die Reisezeit für die Nachfragemodellierung herangezogen werden, sind beide Werte notwendig, um als Zielgrößen für die Kalibrierung der Bewertungsfunktionen in VISEVA zu fungieren. Bei der Kalibrierung werden im Normalfall neben der mittleren Reiseweite und der mittleren Reisezeit auch die Reiseweiten- und die Reisezeitverteilung als Vergleich verwendet. Für das in dieser Arbeit aufgebaute Samstagsmodell kommen diese Kalibrierungsgrößen jedoch nicht zur Anwendung. Die einzigen Zielgrößen, die für diese Arbeit zur Verfügung stehen, sind die Zählraten von einer großen Anzahl an Querschnitten im Betrachtungsraum.

Für die Kalibrierung des Verkehrsmodells werden vorhandene Kfz-Zählraten herangezogen, wobei lediglich die Daten für die Samstage verwendet werden dürfen, an denen keine speziellen Gegebenheiten vorherrschen, wie beispielsweise Samstage in Ferienzeiten, da dort ein gänzlich anderes Bild zu erwarten ist. Die Zählraten basieren auf unterschiedlichen Erhebungsmethoden (z.B. Dauerzählstellen mit Induktionsschleifen, Radarmessungen etc.), zudem können unterschiedliche Erhebungszeiträume (Dauerzählstellen, temporäre Kurzzeitzählungen) auftreten. Wie die Zählraten der Straßenquerschnitte zur Verwendung kommen, ist in Abschnitt 6.4 näher beschrieben.

5.4 Datenaufbereitung und -analyse der Struktur- und Verhaltensdaten

Der Inhalt dieses Kapitels umfasst die durchzuführenden Arbeiten mit den Strukturdaten, die zum Aufbau eines Samstagsmodells notwendig wurden. Einerseits werden die Strukturdaten noch aufbereitet, um als Datengrundlage für die Verkehrsnachfrage dienen zu können, indem speziell für den Freizeitverkehr ein Attraktionspotential ermittelt wird. Auf der anderen Seite umfasst dieser Abschnitt die Berechnung der Eingangswerte, welche für die Nachfrageberechnung mittels VISEVA in der Software VISUM notwendig werden. Dabei handelt es sich um die spezifischen Verkehrsaufkommen der Quelle-Ziel- und verhaltenshomogenen Gruppen sowie den Erzeugungsraten der selbigen, welche eine zusätzliche Kopplung mit den Einfluss nehmenden Strukturgrößen vorweist. Die Modellierung der Attraktionsgewichte, kann als einer der gravierendsten Lücken in Punkto der Verkehrsnachfragemodellierung gesehen werden und wird häufig lediglich auf Erfahrung basierend durchgeführt. Diese Arbeit soll jedoch weitgehendst der Versuchung widerstehen auf subjektiv gefärbte Erfahrungen zurückzugreifen, viel eher soll versucht werden, rein objektive Kenngrößen für den Aufbau der Verkehrsnachfrage zu verwenden.

5.4.1 Berechnung des Freizeitpotentials

Die Berechnung des Freizeitverkehrspotentials muss gesondert für den Betrachtungstag des Winters und Sommers durchgeführt werden. Grund hierfür ist, dass unterschiedliche Aktivitäten unterschiedlich starke Anteile besitzen, welche abhängig von der Jahreszeit sind. Um die Verbindung mit dem Vorgänger Projekt Vermosa 1 zu wahren, stellt die Einteilung der beeinflussenden Parameter die Grundlage für weitere Berechnungen dar. Wie Tabelle 20 zeigt, bestehen grundlegende Unterschiede in der Aufteilung der Einflüsse der Freizeitaktivitäten zwischen dem Werktag und dem Samstag, wobei die Gewichtung des Samstags bereits das Ergebnis für den Sommersamstag darstellt.

Freizeitaktivität	Gewichtung Werktag	Gewichtung Sommersamstag
Besuch	26,4 %	34,5 %
Kultur	11,7 %	18,4%
Sport	29,0 %	16,8%
Ausgehen / Essen	19,6 %	16,0%
Natur / Wandern	13,3 %	14,3%

Tabelle 20: Gewichtung der Freizeitpotentiale im Sommer

Die Hochrechnung basiert auf den Ergebnissen einer Studie der ETH Zürich¹²⁵, dabei wurden die Aktivitäten pro Tag und Person jeweils für die Woche und das Wochenende aufbereitet (Tabelle 21). Die Kategorie des Spazierengehens erfährt demnach am Wochenende eine Zunahme von rund 31 %, der Besuch von Freunden um etwa 60 % und Kulturaktivitäten sogar um satte 92 %. Während das Ausgehen keine nennenswerten Veränderungen aufweist, sinken die sportlichen Aktivitäten zum Wochenende hin um 29 %.

¹²⁵ Vgl.(Schlich, Simma, Axhausen, 2003) Seite 34

	Zürich	Männedorf	Opfikon	Ø	
Spazieren Woche	0,12	0,23	0,13	0,1600	0,31
Spazieren Wochenende	0,17	0,29	0,17	0,2100	31% Zunahme am Wochenende
Ausgang Woche	0,28	0,09	0,08	0,1500	0,00
Ausgang Wochenende	0,30	0,06	0,09	0,1500	0% Zunahme am Wochenende
Sport Woche	0,14	0,13	0,14	0,1367	-0,29
Sport Wochenende	0,14	0,08	0,07	0,0967	29% Abnahme am Wochenende
Freunde Woche	0,12	0,09	0,09	0,1000	0,60
Freunde Wochenende	0,15	0,14	0,19	0,1600	60% Zunahme am Wochenende
Kultur Woche	0,05	0,04	0,04	0,0433	0,92
Kultur Wochenende	0,10	0,06	0,09	0,0833	92% Zunahme am Wochenende

Tabelle 21: Aktivitäten pro Tag und Person je Wochentagestyp¹²⁶

Anhand dieser Veränderungen der Häufigkeiten der Aktivitäten entstehen die Unterschiede, wie sie in Tabelle 20 vorliegen. Die Gewichtung für den Sommersamstag bildet die Basis für die weiteren Verfahrensschritte bei der Berechnung des Sommerfreizeitpotentials.

Sommerfreizeitverkehr

Die einzelnen Freizeitaktivitäten müssen durch geeignete Strukturgrößen beschrieben werden. Dabei müssen die Strukturgrößen verkehrsbezirksfein vorliegen. Die Kategorie der Besuche, soll zweckmäßig durch die Anzahl der Einwohner der einzelnen Bezirke ausgedrückt werden. Je mehr Einwohner in einem Bezirk ansässig sind, desto höher ist auch die Wahrscheinlichkeit, dass sich eine zu besuchende Person in diesem Bezirk befindet. Diffiziler wird die Angelegenheit bei dem Konsum von Kultur. Denn Kultur umschreibt einerseits den Besuch von Sehenswürdigkeiten und Museen, aber auch von Veranstaltungen und Events. Somit müssen beide Seiten berücksichtigt werden. 10 % der Kulturfahrten sollen zu bestimmten, ausgesuchten und wichtigen Sehenswürdigkeiten führen, für welche auch die Besucheranzahl verfügbar war (Anlage 1). Damit kann der größere Einfluss von besucherstarken Sehenswürdigkeiten mitberücksichtigt werden. Die restlichen 8,4 % der Kulturfahrten beziehen sich auf die Einwohnerdichte der Bezirke. Bezirke im Umland mit wenigen Einwohnern auf einer großen Fläche erscheinen damit als weniger attraktiv. Die Aufteilung von 10 % zu 8,4 % erfolgt hier rein subjektiv, könnte jedoch durch geeignete Befragungen ermittelt werden. Der Sportanteil wird zu 8 % auf diverse Bademöglichkeiten bezogen, davon 4 % auf Seengebiete und 4 % auf Standorte von Thermen oder Bädern. Die übrigen 8,8 % werden durch eine Strukturgröße beschrieben, welche weitere Sportmöglichkeiten beinhalten. Diese Strukturgröße nennt sich *Sport & Freizeit* und stammt aus den Daten von www.urlauburlaub.at¹²⁷, diese Seite verfügt über ein umfangreiches Datenangebot und stellt auch Lokalitäten zur Verfügung (*Essen & Trinken*) genauso wie *Bergtouren*. Diese Daten werden ebenfalls zur Berechnung des Freizeitpotentials herangezogen. Die Freizeitaktivität Ausgehen/Essen wird somit mittels der Daten zu *Essen & Trinken* abgebildet und Natur/Wandern zu 11,3 % mittels der Bergtourendaten der Internetseite, weitere 3 % der Freizeitfahrten werden von den Seengebieten zum Zwecke des Wanderns erzeugt. Die Internetseite stellt keinen Anspruch

¹²⁶ Vgl.(Schlich, Simma, Axhausen, 2003) Seite 34

¹²⁷ <http://www.urlauburlaub.at/> (13.09.2011 – 10:45)

auf Vollständigkeit, stellt jedoch eine sehr umfangreiche Grundlage dar. Tabelle 22 fasst die zuvor beschriebene Aufteilung zusammen und ordnet den Freizeitaktivitäten die beschreibenden Strukturgrößen zu.

Freizeitaktivität	Gewichtung Sommersamstag	Beschreibende Strukturgröße
Besuch	34,5%	Einwohner
Kultur (Museen, Sehenswürdigkeiten)	10,0%	Sehenswürdigkeiten
Kultur (Veranstaltung, Events)	8,4%	Einwohnerdichte
Sport (Badeausflüge)	8,0%	Thermen, Seen, Bäder
Sonstige sportliche Aktivitäten	8,8%	Sport & Freizeit
Ausgehen / Essen	16,0%	Essen & Trinken
Natur / Wandern (Seespaziergänge)	3,0%	Seen
Natur / Wandern	11,3%	Bergtouren

Tabelle 22: Gewichtung der Freizeitpotentiale je Strukturgröße im Sommer

Mit dieser Methode gelingt es, für jeden Verkehrsbezirk ein gewisses Basispotential für die Attraktivität für den Freizeitverkehr abzubilden und gleichzeitig gewisse gesondert ermittelte Attraktoren in die Berechnung miteinzubeziehen. Als schwierig gestaltet sich die Aufteilung des Einflusses einer Aktivität auf mehrere Strukturgrößen, da keinerlei Literaturreferenzen herangezogen werden konnten, mussten die Aufteilungswerte von Hand abgeschätzt werden. Ob nun Sehenswürdigkeiten einen zehn prozentigen Einfluss auf die Kulturwege ausüben, kann nur vermutet werden. Ebenso verhält es sich für die Bademöglichkeiten und Wandermöglichkeiten an den Seeufern. Bereits hier soll die Idee einer Differenzdarstellung angedacht werden, indem man bestimmte Aufteilungen variieren lässt und die Verkehrsnachfrage und die Umlegung für unterschiedliche Prozentsätze durchführt und einem Vergleich unterzieht (Abschnitt 7.2.3).

Folgende Abbildung 24 zeigt die aus den Berechnungen resultierenden Freizeitpotentiale des Sommers für die Verkehrsbezirke in Prozent des gesamten Freizeitpotentials des Betrachtungsgebietes (492 Bezirke). Jene Bezirke, welche über spezielle Attraktoren verfügen, stechen dabei eindeutig heraus. Im Sommer werden die Attraktoren stark von der Verfügbarkeit von Bademöglichkeiten beeinflusst, womit Seengebiete ein erhöhtes Freizeitpotential aufweisen. Auch die Feste Hohen Salzburg (2,24%) ist im vergrößerten Teil der Abbildung deutlich auszumachen, sowie der Standort Hellbrunn (0,70%) am südlichen Rand der Landeshauptstadt. Die Krimmler-Wasserfälle im Verkehrsbezirk Krimml (1,41%) im Westen des Betrachtungsgebietes sind ebenfalls auszumachen, sowie die Verkehrsbezirke rund um den Wolfgangsee.

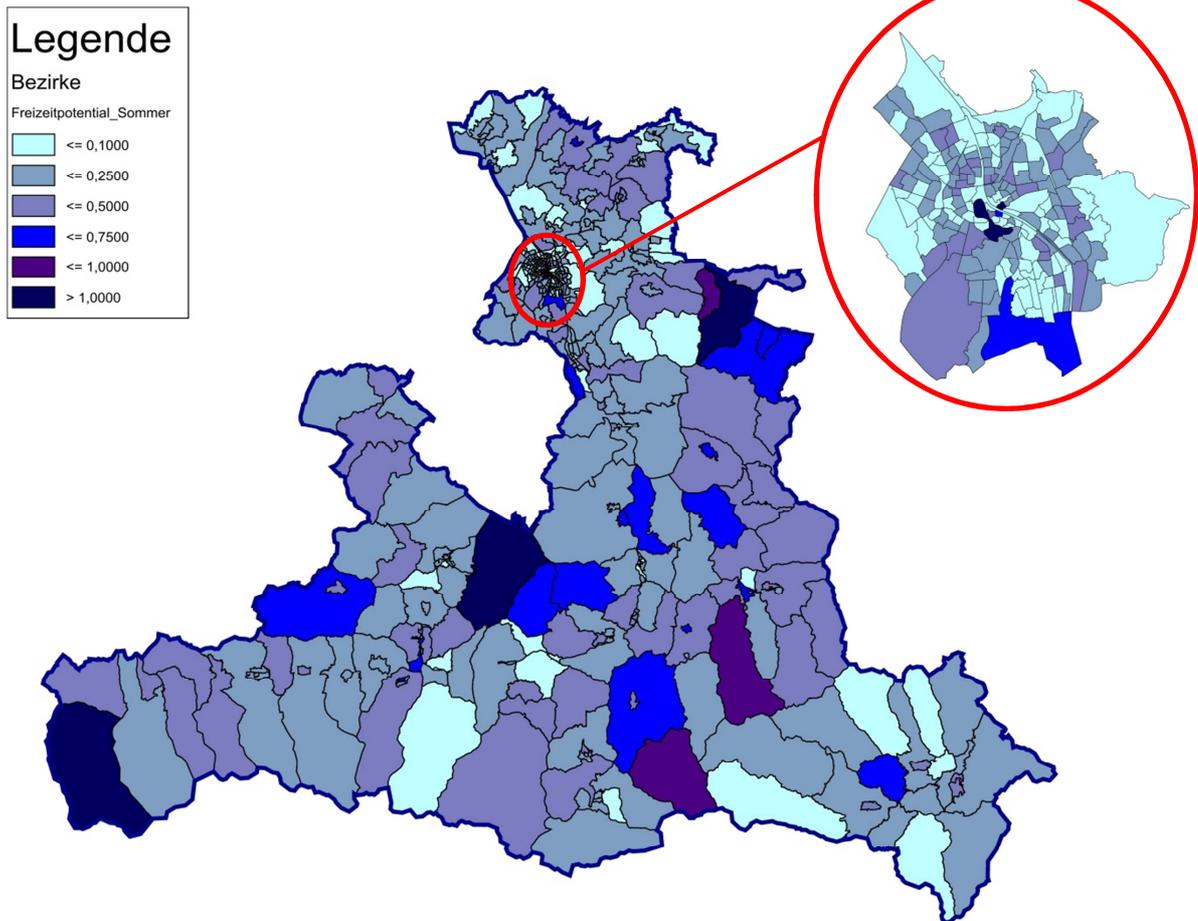


Abbildung 24: Freizeitpotential der einzelnen Verkehrsbezirke für den Sommer (in Prozent)

Winterfreizeitverkehr

Die Gewichtung der Anteile für den Winterfreizeitverkehr musste ein wenig adaptiert werden; die Adaption betrifft den Bereich des Sports und die Kategorie Natur/Wandern. Die Prozentsätze wurden rein qualitativ verändert um gewisse, im Winter vorherrschende Umstände zu berücksichtigen. Während das Wandern und das Spaziergehen im Winter mit aller Wahrscheinlichkeit eine unerheblichere Rolle spielen wird als in den temperaturmäßig wärmeren Monaten des Jahres, wird der Anteil des Sports angehoben. Dies begründet sich darauf, dass gerade der Skitourismus im Winter in den Blickpunkt rückt und somit ein Mehr an Sportaktivitäten induziert wird. Nach Durchführung dieser Änderungen ergibt sich die in Tabelle 23 angeführte Aufteilung.

Freizeitaktivität	Gewichtung Werktag	Gewichtung Wintersamstag
Besuch	26,4 %	34,5 %
Kultur	11,7 %	18,4%
Sport	29,0 %	24,0%
Ausgehen / Essen	19,6 %	16,0%
Natur / Wandern	13,3 %	7,1%

Tabelle 23: Gewichtung der Freizeitpotentiale im Winter

Tabelle 24 bleibt weitgehend unverändert im Vergleich zu Tabelle 22. Die Kategorie Natur/Wandern wird nun ausschließlich von den Bergtouren abgebildet. Der Einfluss der Bademöglichkeiten wird reduziert, da lediglich die Hallenbäder und Thermen angefahren werden, und stattdessen werden die Sportaktivitäten, wie bereits angedeutet, von einem Skipotential ausgedrückt, welches in den Bezirken mit Anschluss an ein Skigebiet vorhanden ist.

Freizeitaktivität	Gewichtung Wintersamstag	Beschreibende Strukturgröße
Besuch	34,5%	Einwohner
Kultur (Museen, Sehenswürdigkeiten)	10,0%	Sehenswürdigkeiten
Kultur (Veranstaltung, Events)	8,4%	Einwohnerdichte
Sport (Skiausflüge)	10,0%	Skipotential
Sport (Badeausflüge)	3,0%	Thermen, Hallenbäder
Sonstige sportliche Aktivitäten	11,0%	Sport & Freizeit
Ausgehen / Essen	16,0%	Essen & Trinken
Natur / Wandern	7,1%	Bergtouren

Tabelle 24: Gewichtung der Freizeitpotentiale je Strukturgröße im Winter

Anhand dieser Aufteilungen sowohl für den Sommer als auch den Winter, kann nun für jeden Verkehrsbezirk ein anteilmäßiges Freizeitpotential berechnet werden, das sich an den vorherrschenden Strukturgrößen orientiert. Das Freizeitpotential hat in weiterer Folge zwei Anwendungsfelder. Zum ersten werden die Erzeugungsraten auf Basis derer berechnet (Abschnitt 5.4.4). Zum zweiten werden in der Nachfrageberechnung mittels VISEVA die Fahrten, welche sich auf den Freizeitverkehr beziehen, anhand des Freizeitpotentials in Kombination mit der Erzeugungsraten ermittelt.

Auch für den Winter wird die Aufteilung der Freizeitpotentiale der einzelnen Verkehrsbezirke aufbereitet und ist in Abbildung 25 zu sehen. Die Aufteilung des Freizeitpotentials wird stark von den Orten der Skigebiete geprägt und beeinflusst. Das Saalachtal (0,95%), Maria Alm am Steinernen Meer (1,40%) und Flachau stechen (1,11%) dabei beispielsweise heraus. Auch der Verkehrsbezirk Krimml (2,09%) mit den Krimmler-Wasserfällen und dem Skigebiet Hochkrimml ist bei entsprechender Ortskenntnis erkenntlich. Das Freizeitpotential wächst im Winter demnach um beinahe 0,7 % im Vergleich zum Sommersamstag an; 0,7 % welche ausschließlich durch das Skipotential dieses Bezirkes zusätzlich angezogen werden.

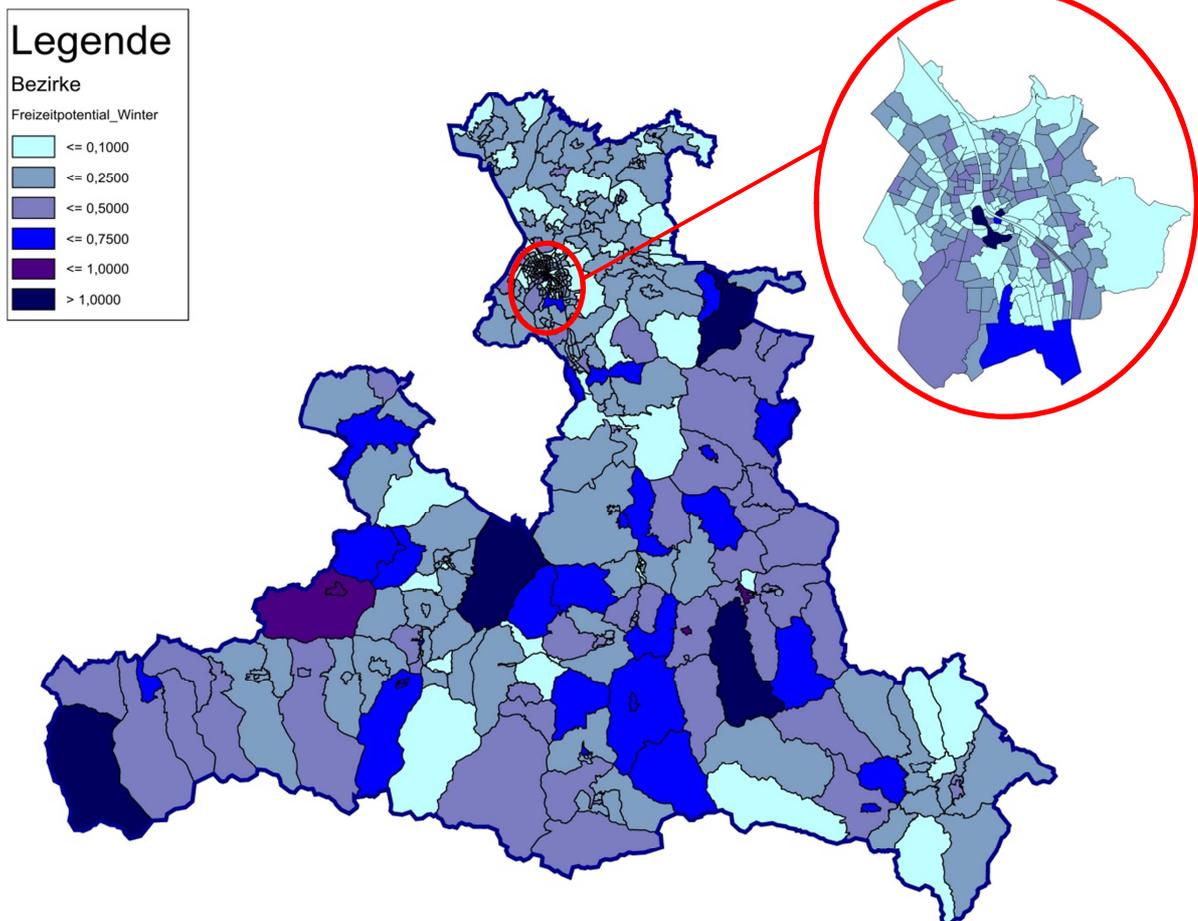


Abbildung 25: Freizeitpotential der einzelnen Verkehrsbezirke für den Winter (in Prozent)

5.4.2 Berechnung freizeitspezifischer Strukturgrößen

Die zuvor verwendeten Strukturgrößen, welche die fünf Freizeitaktivitätenkategorien beschreiben, sollen hier ausführlicher erörtert werden. Beginnend bei den Daten der Internetseite www.urlauburlaub.at sei zu erwähnen, dass die Daten gemeindefein zur Verfügung stehen, jedoch nicht für die einzelnen Verkehrsbezirke des Betrachtungsgebietes. Darum wurde die Anzahl der Strukturgrößen pro Gemeinde anhand der EW der Verkehrsbezirke auf jene aufgeteilt. Die Strukturgrößen der Einwohner beziehungsweise der Einwohnerdichte konnte direkt aus der Visumversion von Vermosa 1 für jegliche Verkehrsbezirke entnommen und verwendet werden.

Bereits erwähnt wurde, dass die wichtigsten Sehenswürdigkeiten des Bundeslandes Salzburg samt jährlicher Besucherzahl aus Vermosa 1 verfügbar waren (Anlage 1). Anhand der Besucherzahlen wurde die Attraktivität der Sehenswürdigkeit zudem gewichtet. Mit etwas mehr als 800.000 Besuchern pro Jahr zieht die Festung Hohensalzburg die meisten Personen an, das entspricht etwas mehr als 22 % der Attraktivität, welche von allen Sehenswürdigkeiten erzeugt wird. Es erfolgte eine manuelle Zuordnung der Sehenswürdigkeiten zu den jeweiligen Verkehrsbezirken, in denen diese lokalisiert sind.

Die Bademöglichkeiten entspringen einer selbst angelegten Internetrecherche und umfassen neben den fünf Thermen im Bundesland Salzburg auch eine große Anzahl an Hallen- und Freibäder sowie größere Seengebiete und Badeseen. Dabei wurden die großen Seen quantitativ stärker berücksichtigt als vergleichsweise kleinere Seen. Dies betrifft den

Fuschlsee, den Grabensee, den Mattsee, den Obertrumersee, den Wallersee, den Wolfgangsee und den Zeller See. Zudem grenzen die Ufer der größeren Seen häufig an mehrere Bezirke, womit der See als Attraktionspotential durch seine Ausdehnung zudem berücksichtigt wird. Für den Winterfreizeitverkehr bleiben die Hallenbäder und Thermen als Anziehungspunkte weiterhin erhalten.

Den letzten Absatz bildet die Beschreibung der Berechnung des Skipotentials, dessen Datenbasis basiert auf den Informationen der Internetseite www.bergfex.at. Laut dieser Seite existieren 51 Skigebiete unterschiedlichster Ausdehnung und Größe im Betrachtungsgebiet dieser Arbeit. Im Bundesland Salzburg existieren Skigebieten, welche lediglich über einen einzigen Skilift und wenigen hundert Pistenkilometer verfügen, bis hin zu Skischaukeln, mit bis zu 55 Skiliften und an die 200 Pistenkilometer (Bsp. Saalbach-Hinterglemm-Leogang). Außerdem sind die Tageskartenpreise sowie die Preise für Wochenkarten starken Schwankungen zwischen den Skigebieten unterlegen. Auch die Seehöhen der Skigebiete, bei Studien der ETH Zürich¹²⁸ dienen diese als Indikator für Schneesicherheit, besitzt eine breite Variabilität. Durch die infrastrukturell und preisliche große Spannbreite muss eine Funktion aufgestellt werden, welche die Anziehungskraft der Skigebiete unter zur Hilfenahme der zuvor erwähnten Unterschiede repräsentieren kann. Auch Klassen¹²⁹ stellt in der von ihm durchgeführten Untersuchung klar, dass die Ausflüge mit den Kosten des Skipasses abnehmen, jedoch mit der Größe des Skigebietes steigen. Der Simulationssamstag betrifft den 05. Februar 2011, ein Tag mitten in der touristischen Winterhauptsaison, womit eine ausreichende Schneelage in allen Skigebieten angenommen werden kann und die verschiedenen Höhenlagen der Skigebiete nicht in die Berechnung der Attraktivität mit aufgenommen werden müssen. Betrachtet man die Beförderungskapazitäten der verschiedenen Bauarten von Liftanlagen so stellt man eindeutige Unterschiede fest. Darum werden die Qualität der Gondeln und Sessellifte mit dem Faktor 3 beziehungsweise 2 qualitativ hochgerechnet, während die Schlepplifte den Faktor 1 beibehalten.

In der Studie *Einfluss der Information auf die individuelle Freizeitmobilität*¹³⁰ ist von einem Preis/Qualitätsverhältnis die Rede, welches die Kundenbindung an ein Skigebiet in günstigem Ausmaß erhöhen kann. Um die infrastrukturellen und preislichen Unterscheidung abzubilden, wird daher auch in dieser Arbeit ein Verhältnis gebildet, indem man die Qualität eines Skigebietes dem Preis des selbigen gegenüberstellt, wobei die Qualität in Abhängigkeit der bereits nach ihrer Bauart gewichteten Skilifte und auch Pistenkilometer steht.

$$P_s = \frac{V_{L,s} + V_{P,s}}{V_{K,s}} \times f_N \quad (5.8)$$

Mit: P_s = Wahrscheinlichkeit des Aufsuchens eines Skigebietes s

$V_{L,s}$ = Liftverhältnis (in Prozent) des Skigebietes s

$V_{P,s}$ = Verhältnis der Pistenkilometer (in Prozent) des Skigebietes s

$V_{K,s}$ = Verhältnis der Kosten (in Prozent) des Skigebietes s

s = Index für verschiedene Skigebiete

¹²⁸ Vgl.(Schlich, Simma, Axhausen, 2003) Seite 102

¹²⁹ Vgl.(Klassen, 2001) Seite 2-6

¹³⁰ Vgl.(Klassen, 2001) Seite 2-9

f_N = Normierungsfaktor der Wahrscheinlichkeit des Skibesuches

Nachdem das Resultat normiert wurde, gilt es, die Anziehungspotentiale der Skigebiete auf die Verkehrsbezirke umzulegen. Dies geschieht in manueller Art und Weise, um eine einhergehende Kontrolle der Zuordnung zu den Bezirken machen zu können. Die detaillierten Berechnungen zu diesem Abschnitt sind in den digitalen Unterlagen zu finden.

5.4.3 Berechnung des spezifischen Verkehrsaufkommens

Vorab sei zu erwähnen, dass die anschließenden Ermittlungen der spezifischen Verkehrsaufkommen und Erzeugungsraten lediglich für die im Anschluss stattfindende Nachfrageberechnung des Binnenverkehrs und deren 13 QZG sowie 13 VHG gelten und nicht für den Quell- und Zielverkehr, deren Kennwerte jeweils dem Wert 1 entsprechen, da die Anzahl der Fahrten bereits vorab bekannt ist.

Die spezifischen Verkehrsaufkommen der verhaltenshomogenen Gruppen je QZG liegen aus Vermosa 1 für den Werktag vor, wobei eine Trennung zwischen der Stadt Salzburg und den übrigen Landkreisen besteht. Es ist zu erwarten, dass es grundlegende Unterschiede zwischen den Mobilitätsraten werktags und samstags gibt. Zudem liegen für das Betrachtungsgebiet keine Befragungsergebnisse vor, mit welchen sich die Raten direkt ermitteln lassen würden. Diese können auch nicht direkt aus Vermosa 1 übernommen werden, sondern müssen auf den Samstag umgelegt werden. Es wurden bis dato keine Studien veröffentlicht, die es sich zur Aufgabe machten, das spezifische Verkehrsaufkommen des Werktags mit dem des Samstags zu vergleichen um auf gewisse Umrechnungsfaktoren schließen zu können, darum musste in dieser Arbeit ein alternativer Weg bestritten werden indem diese Umrechnungsfaktoren selbst berechnet wurden.

Aus dem vom Institut für Straßen- und Verkehrswesen der TU Graz durchgeführten Projekt *GUARD*¹³¹ konnten Wegeketten für beide Tagestypen extrahiert werden, sowohl für den Werktag als auch für den Samstag. Diese Wegeketten wurden in einzelne Aktivitätenpaare übergeführt, um diese mit den 13 Quellezielgruppen dieser Arbeit vergleichbar zu machen. Als Resultat besitzt man nun die durchgeführten Wege zwischen den Aktivitäten für Samstag und für einen typischen Werktag. Durch das Bilden des Verhältnisses bekommt man einen Faktor, welcher das spezifische Verkehrsaufkommen für den Samstag erhöhen oder verringern kann. Während die arbeits- und bildungsbezogenen Quellezielgruppen deutlich im Abnehmen begriffen sind, erhöhen sich indes die Wege in Bezug auf den Einkauf und die Durchführung von Freizeitaktivitäten. Jede der dreizehn QZG erhält somit einen hier benannten Samstagsfaktor. Da die Aktivität der Dienstoffahrten im Projekt *GUARD* nicht separat betrachtet wird, wird die Berechnung des Samstagsfaktors der QZG2 und 8 analog zu jener der QZG 1 und 7 gesehen.

¹³¹ Vgl.(Grössl, Fellendorf, Marauli, 2010)

Quellezielgruppen	Aktivitätenpaare Guard - Samstag	Aktivitätenpaare Guard - Werktag	Samstagsfaktor der QZG
WA	62,28	230,04	0,271
WD	62,28	230,04	0,271
WB	3,50	30,17	0,116
WE	815,57	745,94	1,093
WF	888,49	663,15	1,340
WS	0,98	76,69	0,013
AW	56,53	212,45	0,266
DW	56,53	212,45	0,266
BW	3,03	25,55	0,119
EW	807,18	771,89	1,046
FW	909,81	683,07	1,332
SW	0,40	71,15	0,006
SS	487,47	479,45	1,017

Tabelle 25: Samstagsfaktoren der Quellezielgruppen zur Gewichtung der Verhaltensparameter

Mit dem Wissen, dass im Schnitt die Wegehäufigkeit von 3,5 Wegen pro Tag an Werktagen auf 3,0 Wege pro Tag an Samstagen abnimmt, wurden zusätzliche Faktoren für alle dreizehn verhaltenshomogenen Gruppen (für den Binnenverkehr) gebildet. Die Faktoren der verhaltenshomogenen Gruppen werden deswegen notwendig, da sich das Verkehrsverhalten zwischen Werktag und Samstag bei unterschiedlichen Personengruppen verschieden stark verändert. Nicht erwerbstätige Personen sowie Personen im pensionsfähigen Alter haben an Wochenenden einen kaum vermehrten Drang nach Freizeitaktivitäten, da sie diese größtenteils auch unter der Woche durchführen können. Erwerbstätige und Schüler hingegen werden ihre Freizeitaktivitäten speziell auf die Wochenenden legen, da des Werktags die Zeiten anderweitig okkupiert sind.

Die hier vorliegenden Faktoren wurden den verhaltenshomogenen Obergruppen rein qualitativ zugeordnet, wobei als Zielgröße stets die Abnahme der Wegehäufigkeit um etwa 0,5 Wege (von ca. 3,5 auf ca. 3,0) im Blickfeld behalten wurde und somit als Zielgröße fungiert. Wichtig dabei ist, dass die Anzahl der Personen innerhalb der einzelnen Gruppen stets berücksichtigt werden, da die Zuordnungen der Faktoren ansonsten nicht fehlerfrei sein würden.

Verhaltenshomogene Gruppe	Verhaltenshomogene Obergruppe	Verhaltenshomogener Faktor
VHG 1	VHOG 1	1,3
VHG 2	VHOG 1	1,3
VHG 3	VHOG 2	1,4
VHG 4	VHOG 3	0,9
VHG 5	VHOG 2	1,4
VHG 6	VHOG 3	0,9
VHG 7	VHOG 2	1,4
VHG 8	VHOG 3	0,9
VHG 9	VHOG 2	1,4
VHG 10	VHOG 3	0,9
VHG 11	VHOG 4	1,1
VHG 12	VHOG 4	1,1
VHG 13	VHOG 5	1,2

Tabelle 26: Verhaltenshomogenen Obergruppen und Faktoren zur Gewichtung der Verhaltensparameter

Die ermittelten Mobilitätsraten für die zwei Gebiete, Stadt Salzburg und übrige Regionen, besitzen keine Unterscheidung zwischen Sommer und Winter und dienen als Eingangsgröße in die Nachfragemodellierung durch die Software VISUM mittels VISEVA. Daher wurde es bereits an dieser Stelle notwendig auch den Modalsplit zu berücksichtigen. Die Wegezanzahl der einzelnen QZG und VHG müssen mit den in Tabelle 27 angegebenen Prozentwerte für den MIV gewichtet werden, da lediglich ein MIV-Modell im Blickpunkt des Interesses dieser Arbeit steht.

Quelle-Ziel-Gruppen	Modalsplit - MIV für Salzburg Stadt	Modalsplit - MIV für Regionen Salzburg
WA	51,3%	74,3%
WD	65,8%	93,2%
WB	19,1%	27,9%
WE	34,1%	66,5%
WF	46,4%	65,3%
WS	48,5%	76,3%
AW	49,9%	72,2%
DW	64,6%	87,3%
BW	16,1%	24,2%
EW	38,8%	70,2%
FW	50,2%	70,5%
SW	49,2%	75,6%
SS	52,4%	74,2%
Alle QZG	45,4%	66,9%

Tabelle 27: Modalsplit-Anteil der QZG für betrachtete Regionen

Tabelle 27 zeigt eindeutig die Sinnhaftigkeit der Trennung der zwei Betrachtungsregionen. In der Landeshauptstadt Salzburg ist die Qualität des ÖV scheinbar erheblich besser und die Wege sind durch das gedrungene Stadtbild relativ kurz, weswegen andere Modi zur Zurücklegung von Wegen herangezogen werden können. Ganz deutlich zeigt sich auch, wie sinnvoll die Untergliederung in dreizehn QZG ist, da erhebliche Unterschiede der MIV-Anteile zwischen den QZG auftreten. Auch die Datengrundlage dieser Tabelle bezieht sich auf einen Werktag und nicht auf einen Samstag. Ob erhebliche Unterschiede der MIV-Anteile werktags oder samstags bestehen, ist nicht bekannt und könnten nur aus Befragungen abgeleitet werden.

Da diese Arbeit speziell den An- und Abreisetag der Touristen modellieren soll, weswegen der Quell-/Zielverkehr gesondert berücksichtigt wird, ist eine relative geringe Anzahl an Fahrten am Urlaubsort selbst, der dreizehnten verhaltenshomogenen Gruppe, zu erwarten. Um diese Erwartungshaltung zu berücksichtigen werden die spezifischen Verkehrsaufkommen der VHG 13 auf 20 % reduziert.

Die Berechnungen sind in den digitalen Unterlagen zu finden, die Ergebnisse der spezifischen Verkehrsaufkommen sind wiederum in den Anlagen 2 und 3 aufgeführt.

5.4.4 Berechnung der Erzeugungsraten

Die Berechnung der Erzeugungsraten gestaltet sich als durchwegs diffiziler als die Berechnung der spezifischen Verkehrsaufkommen. Während die Mobilitätsraten mittels Faktoren von werktags auf samstags umgerechnet werden konnten, gelingt dies hierfür nicht, da keinerlei Angaben der Erzeugungsraten im Projekt Vermosa 1 zur Verfügung stehen, obwohl die Nachfrageberechnung ebenfalls mittels VISEVA berechnet wurde. Da in Vermosa 1 jedoch die Verkehrserzeugung, der besseren Nachvollziehbarkeit wegen, losgelöst in Excel berechnet wurde, gab es keine Notwendigkeit, Erzeugungsraten zu

generieren. Eine komplexe Berechnung der Erzeugungsraten (ER) für das hier aufzubauende Samstagsmodell ist die Folge dessen.

Basis der Berechnung, die für jede der 13 Quelle-Ziel-Gruppen separat und zudem für den Winter und Sommer getrennt durchgeführt werden muss, bildet die folgende, ganz allgemein formulierte Gleichung, welche ausdrückt, wie viel Zielverkehr (ZV) aufgrund welches Ausmaßes an Strukturpotential (SG) erzeugt wird.

$$ER = \frac{ZV}{\Sigma SG} \quad (5.9)$$

Mit: $ER = \text{Erzeugungsrate}$

$ZV = \text{Zielverkehr}$

$\Sigma SG = \text{Gesamtes beeinflussendes Strukturpotential}$

Eine hohe Erzeugungsrates stammt somit aus einem hohen Zielverkehr und niedrigen Werten der Strukturgrößen (beispielsweise bei der Berücksichtigung des Freizeitpotentials, das lediglich in prozentuellen Anteilen vorliegt). Vice versa ergibt ein geringer Zielverkehr mit hohen Werten der Strukturpotentials eine geringe Erzeugungsrates.

Der Zielverkehr ist bis dato jedoch nicht bekannt, steht aber in Abhängigkeit zum Quellverkehr, der mit folgender Formel für jeden einzelnen Verkehrsbezirk des Betrachtungsgebietes berechenbar ist. Der MIV-Anteil am Gesamtverkehr kann aus dem Basisprojekt Vermosa 1 herangezogen werden und gewährleistet, dass ab nun bei der Berechnung der Erzeugungsrates lediglich der MIV berücksichtigt wird.

$$QV_i = \Sigma (VHG_p \times SV_p) \times A_{IV} \times u \times v \quad (5.10)$$

Mit: $QV_i = \text{Quellverkehr der einzelnen Verkehrsbezirke}$

$VHG_p = \text{Personenanzahl innerhalb der 13 Verhaltenshomogenen Gruppen}$

$SV_p = \text{Spezifisches Verkehrsaufkommen der 13 Verhaltenshomogenen Gruppen}$

$A_{IV} = \text{MIV-Anteil am Gesamtverkehr, in Abhängigkeit der Betrachtungsregion und QZG}$

$p = \text{Index für die 13 Bezugspersonengruppe}$

$u, v = \text{Binnenverkehrsanteile}$

Die Werte für den MIV-Anteil (A_{IV}) sind bereits in Tabelle 27 angegeben, wobei einerseits zwischen den Betrachtungsregionen und andererseits auch zwischen den 13 QZG des Binnenverkehrs unterschieden wird. Die üblicherweise anzugebenden Faktoren u und v welche den Binnenverkehrsanteil widerspiegeln erhalten den Wert 1, womit zu Grund gelegt wird, dass alle Fahrten innerhalb des Betrachtungsgebietes verbleiben.

Um den Quellverkehr in den Zielverkehr überführen zu können, muss ein Strukturgrößenfaktor f_{SG} vorab berechnet werden. Der Strukturgrößenfaktor (f_{SG}) setzt sich aus den einzelnen quantitativen Werten der Strukturgrößen (z.B. EW, APL etc.) zusammen und wird mit den Strukturgrößengewichtungsfaktoren der einzelnen Strukturgrößen (z.B. SG_EW, SG_APL etc.) multipliziert (Formel 5.11). Diese Strukturgrößengewichtungsfaktoren sind von der Quelle-Ziel-Gruppe abhängig und enthalten die in der folgenden Tabelle beschriebenen Werte für das Samstagsmodell.

		SAMSTAGSMODELL								
		SG_EW	SG_APL	SG_APL_T	SG_Handel_Besch	SG_KP	SG_SP	SG_VKF	SG_Freizeit	Summe
WA	QZG1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
WD	QZG2	0,1	0,8	0,1	0	0	0	0	0	1
WB	QZG3	0	0	0	0	0	1	0	0	1
WE	QZG4	0	0	0	0	0	0	1	0	1
WF	QZG5	0	0	0	0	0	0	0,1	0,9	1
WS	QZG6	0,2	0	0,2	0	0	0	0,3	0,3	1
AW	QZG7	0	1	0	0	0	0	0	0	1
DW	QZG8	0,1	0,8	0,1	0	0	0	0	0	1
BW	QZG9	0	0	0	0	0	1	0	0	1
EW	QZG10	0	0	0	0	0	0	1	0	1
FW	QZG11	0	0	0	0	0	0	0,1	0,9	1
SW	QZG12	0,2	0	0,2	0	0	0	0,3	0,3	1
SS	QZG13	0,2	0	0,1	0	0	0,1	0,3	0,3	1

Abbildung 26: Strukturgrößengewichtungsfaktoren der QZG des Samstagsmodells

Die oben angegebenen Werte sind rein qualitativ vergeben und stützen sich auf die in Vermosa 1 analog verwendete Methode. Da jedoch in Vermosa 1 der Werktag abgebildet wurde, mussten leichte Adaptionen durchgeführt werden. Die veränderten Werte sind in den Tabellen in roter Farbe gekennzeichnet. Die Strukturgröße der Kindergartenplätze kann an Samstagen entfallen. Da die Strukturgröße der Beschäftigten im Handel in starker Abhängigkeit zu den Verkaufsflächen modelliert wurde, die Verkaufsflächen jedoch für das Samstagsmodell adaptiert wurden, konnten die Werte aus Vermosa 1 nicht verwendet werden, weswegen die Strukturgröße der im Handel beschäftigten Personen in dieser Arbeit nicht enthalten sein soll.

		VERMOSA 1								
		SG_EW	SG_APL	SG_APL_T	SG_Handel_Besch	SG_KP	SG_SP	SG_VKF	SG_Freizeit	Summe
WA	QZG1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
WD	QZG2	0,1	0,8	0,1	0	0	0	0	0	1
WB	QZG3	0	0	0	0	0	1	0	0	1
WE	QZG4	0	0	0	0,3	0	0	0,7	0	1
WF	QZG5	0	0	0	0,2	0	0	0	0,8	1
WS	QZG6	0,2	0	0,2	0,4	0,1	0	0	0,1	1
AW	QZG7	0	1	0	0	0	0	0	0	1
DW	QZG8	0,1	0,8	0,1	0	0	0	0	0	1
BW	QZG9	0	0	0	0	0	1	0	0	1
EW	QZG10	0	0	0	0,3	0	0	0,7	0	1
FW	QZG11	0	0	0	0,2	0	0	0	0,8	1
SW	QZG12	0,2	0	0,2	0,4	0,1	0	0	0,1	1
SS	QZG13	0,1	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	1

Abbildung 27: Strukturgrößengewichtungsfaktoren der QZG des Werktagsmodells (Vermosa 1)

Prinzipiell können die Faktoren der Tabelle als anteilmäßige Berücksichtigung jener Strukturgröße in Bezug auf die QZG gesehen werden. Betrachtet man die erste QZG, welche das Wohnen mit dem Arbeiten verbindet, so erkennt man, dass die Fahrten zu 100 % von der Strukturgröße der Arbeitsplätze abhängig sind. Die Fahrten der QZG 5 hingegen werden zu 10 % von den Verkaufsflächen und zu 90 % von den Freizeitpotentialen erzeugt. Laut Informationen durch Dr. Röschel, der bei der Bearbeitung von Vermosa 1 mitwirkte, ist es eine gangbare Lösung, diese Strukturgrößengewichtungsfaktoren auf Erfahrung basierend zu verteilen. Basiert ein Verkehrsmodell auf einer groß angelegten Befragung, so kann es als sinnvoll erachtet werden, dass die Beweggründe für die Durchführung der

Fahrten mit befragt werden, womit die Werte der Tabellen für die QZG separat bestimmbar werden. Die Werte müssten somit nicht rein empirisch festgelegt werden.

$$f_{SG,i} = SG_{EW} \times V_{EW_i} + SG_{APL} \times V_{APL_i} + SG_{APL_T} \times V_{APL_Tert_i} + SG_{SP} \times V_{SCH_Pl_i} + SG_{VKF} \times V_{Handel_Fl_i} + SG_{Freizeit} \times V_{Freizeitpotential_i} \quad (5.11)$$

Mit: $f_{SG,i}$ = Strukturgrößenfaktor pro Verkehrsbezirk und QZG

SG_{APL} = Strukturgrößengewichtungsfaktor der gesamten Arbeitsplätze je QZG

SG_{APL_T} = Strukturgrößengewichtungsfaktor der Arbeitsplätze im tertiären Sektor je QZG

SG_{EW} = Strukturgrößengewichtungsfaktor der Einwohner je QZG

$SG_{Freizeit}$ = Strukturgrößengewichtungsfaktor des Freizeitpotentials je QZG

SG_{SP} = Strukturgrößengewichtungsfaktor der Schulplätze je QZG

SG_{VFL} = Strukturgrößengewichtungsfaktor der Verkaufsraumfläche je QZG

V_{APL_i} = Verhältnis der gesamten Arbeitsplätze pro Bezirk i zur Summe aller Arbeitsplätze

$V_{APL_Tert_i}$ = Verhältnis der Arbeitsplätze im tertiären Sektor pro Bezirk i zur Summe aller Arbeitsplätze im tertiären Sektor

V_{EW_i} = Verhältnis der Einwohner pro Bezirk i zur Summe aller Einwohner

$V_{Freizeitpotential_i}$ = Verhältnis des Freizeitpotentials pro Bezirk i zur Summe aller Freizeitpotentiale

$V_{Handel_Fl_i}$ = Verhältnis der Verkaufsraumfläche pro Bezirk i zur Summe aller VFL

$V_{SCH_Pl_i}$ = Verhältnis der Schulplätze pro Bezirk i zur Summe aller Schulplätze

i = Index für Verkehrsbezirke

Die einzelnen Summanden der zuvor beschriebenen Gleichung können durchaus auch den Wert Null ergeben, und seien hier nur der Vollständigkeit angeführt. Berechnet man beispielsweise die QZG 5, welche die Ortsveränderungen von der Wohnung zu einen Freizeitpotential abbildet, so wird die Strukturgröße der Verkaufsraumflächen zu 10 % berücksichtigt und die Freizeitpotentiale zu 90 %. Alle übrigen Summanden der Formel 5.11 besitzen den Wert 0.

Da nun der Strukturgrößenfaktor für jeden Verkehrsbezirk der einzelnen QZG vorhanden ist, kann mit der Berechnung des ZV der einzelnen Verkehrsbezirke fortgefahren werden. Dabei wird der besagte verkehrsbezirksspezifische Strukturgrößenfaktor mit der Summe aller Quellverkehre aller Bezirke multipliziert.

$$ZV_i = \Sigma QV_i \times f_{SG,i} \quad (5.12)$$

Mit: ZV_i = Zielverkehr der einzelnen Verkehrsbezirke

ΣQV_i = Summation aller Quellverkehre der Verkehrsbezirke

$f_{SG,i}$ = Strukturgrößenfaktor pro Verkehrsbezirk i und QZG

i = Index für Verkehrsbezirke

Der Strukturgrößenfaktor ($f_{SG,i}$) entspricht einem prozentuellen Anteil, der die Strukturstärke der jeweils betrachteten Strukturgrößen abbildet. Strukturstarke Bezirke besitzen einen

hohen Strukturgrößenfaktor und ziehen somit mehr Verkehr an als strukturschwache, mit einem niedrigen Strukturgrößenfaktor behaftete Bezirke.

Die Erzeugungsrate wird nach der allgemein gültigen Formel 5.9 und der aus 5.12 ermittelten Zielverkehre der einzelnen Bezirke (ZV_i) wie folgt berechnet.

$$ER_i = ZV_i / (SG_{EW} \times EW_i + SG_{APL} \times APL_i + SG_{APL_T} \times APL_{Tert_i} + SG_{SP} \times SCH_{Pl}_i + SG_{VKF} \times Handel_{Fl}_i + SG_{Freizeit} \times Freizeitpotential_i) \quad (5.13)$$

Mit: ER_i = Erzeugungsrate pro Verkehrsbezirk und QZG

SG_{APL} = Strukturgrößengewichtungsfaktor der gesamten Arbeitsplätze je QZG

SG_{APL_T} = Strukturgrößengewichtungsfaktor der Arbeitsplätze im tertiären Sektor je QZG

SG_{EW} = Strukturgrößengewichtungsfaktor der Einwohner je QZG

$SG_{Freizeit}$ = Strukturgrößengewichtungsfaktor des Freizeitpotentials je QZG

SG_{SP} = Strukturgrößengewichtungsfaktor der Schulplätze je QZG

SG_{VFL} = Strukturgrößengewichtungsfaktor der Verkaufsraumfläche je QZG

APL_i = Arbeitsplätze pro Bezirk i

APL_{Tert_i} = Arbeitsplätze im tertiären Sektor pro Bezirk i

EW_i = Einwohner pro Bezirk i

$Freizeitpotential_i$ = Freizeitpotentials pro Bezirk i

$Handel_{Fl}_i$ = Verkaufsraumfläche pro Bezirk i

SCH_{Pl}_i = Schulplätze pro Bezirk i

i = Index für Verkehrsbezirke

Somit liegt für jeden Verkehrsbezirk separat eine Erzeugungsrate vor. Daraufhin werden die mittleren Erzeugungsraten für die zwei unterschiedliche Regionen (Salzburg Stadt und Salzburg Land) gebildet. Als Ergebnis erzielt man Erzeugungsraten für jede QZG in Abhängigkeit der beeinflussenden Strukturgrößen (siehe Anlage 4 und 5) jeweils für den Sommersamstag und Wintersamstag. Bis dato sind jedoch die Erzeugungsraten für jede der 13 VHG dieselben und ungewichtet, was in dieser Form nicht zufriedenstellend ist. Aus den spezifischen Verkehrsaufkommen lässt sich ein Aufteilungsfaktor (f_A) errechnen, der aus dem Verhältnis des spezifischen Verkehrsaufkommens einer QZG und einer VHG zur Summe der spezifischen Verkehrsaufkommen dieser QZG über alle VHG stammt.

$$f_A = \frac{SV}{\sum SV} \quad (5.14)$$

Mit: f_A = Aufteilungsfaktor des spezifischen Verkehrsaufkommens

SV = Spezifisches Verkehrsaufkommen einer QZG und einer VHG

$\sum SV$ = Summe der spezifischen Verkehrsaufkommen einer QZG über alle VHG

Innerhalb einer QZG sind die Aufteilungsfaktoren für die unterschiedlichen Strukturgrößen dieselben und werden nicht weiter differenziert. Sehr wohl bestehen jedoch Unterschiede in punkto der betrachteten Regionen (Anlage 6 und 7).

Durch die Multiplikation der ungewichteten Erzeugungsratentabelle mit den Werten der Aufteilungsfaktoren erreicht man die endgültigen Werte der spezifischen Erzeugungsraten,

differenziert nach QZG, VHG und Strukturgrößen, wie sie in Anlage 8 und 9 für die zwei Regionstypen und Jahreszeiten aufscheinen. Aus den Werten der Strukturgrößen und der zugehörigen Erzeugungsraten ergeben sich schließlich die Strukturpotentiale der einzelnen Bezirke, die zur Nachfrageberechnung mittels VISEVA in Visum verwendet werden. Weitere digitale Tabellen zu den Berechnungen sind zusätzlich als Anlage vorhanden.

6 Anwendung der Methodik des Samstagsverkehrsmodelles

Wie in den vorangehenden Abschnitten bereits vorweggenommen, soll die Anwendung der Verkehrsmodellierung des Samstagsverkehrs zwei unterschiedliche Sektoren betreffen. Die verkehrsplanerische Untersuchung kann, anhand der vorhandenen Strukturgrößen und hochgerechneten Verhaltensdaten, sowohl den Binnenverkehr des Betrachtungsgebietes abbilden, als auch den Quell- und den Zielverkehr, welche die Anreisen und Abreisen charakterisieren. Der Außenverkehr hingegen bedarf keiner näheren Betrachtung und soll nicht berücksichtigt werden. Für den Durchgangsverkehr müssten Daten der benachbarten Gebiete ebenfalls vorliegen, um diesen mitabbilden zu können. Häufig wird für die Berechnung des Durchgangsverkehrs ein gesamt Österreich umfassendes Verkehrsmodell verwendet. Da dies jedoch für diese Arbeit nicht vorhanden ist, soll ein alternativer Weg angedacht werden, der in Abschnitt 6.3 noch näher erörtert werden soll. Zu erwähnen sei hierbei, dass die folgenden Ausführungen, den Aufbau des Verkehrsmodelles betreffend, sowohl für den speziellen Sommersamstag (25.06.2011), als auch für den Wintersamstag (05.02.2011) allgemeine Gültigkeit besitzen.

6.1 Vorgehensweise der Verkehrsmodellierung

Den ersten Schritt der Berechnung der Verkehrsbelastung im Betrachtungsgebiet bildet der Aufbau der Nachfragemodelle, getrennt für den Binnenverkehr beziehungsweise den Quell- und Zielverkehr, unter der Annahme, dass das Verkehrsangebotsmodell, welches für diese Arbeit aus dem Projekt Vermosa 1 übernommen werden konnte, ausreichende Genauigkeit besitzt. Die Nachfrageobjekte, welche die Nachfragemodelle des Typs VISEVA zwingend zu enthalten haben, sind bereits in Abschnitt 4.5 beschrieben und in weiterer Folge ermittelt worden.

Es werden also zwei separate Verkehrsnachfragemodelle aufgebaut. Jenes für den Binnenverkehr umfasst die dreizehn verhaltenshomogene Personengruppen (VHG) (Tabelle 17), die bereits erläutert wurden, sowie die dreizehn Aktivitätenpaare (QZG) (Tabelle 16). Unter die Kategorie der Strukturgrößen fallen die Einwohneranzahl, die Summe aller Arbeitsplätze und die tertiären Arbeitsplätze, die Schulplätze, die Verkaufsflächen sowie die Freizeitpotentiale, wie sie getrennt für den Winter- und Sommersamstag errechnet wurden. Die dreizehn VHG und dreizehn QZG erzeugen 169 Nachfrageschichten mit den Randsummenbedingungen wie in Tabelle 5 zugeordnet. Der Randsummenausgleich soll für den Binnenverkehr in der 169ten Nachfrageschicht (QZG 13 und VHG 13) vollzogen werden. Diese Nachfrageschicht verbindet sonstige Aktivitäten mit weiteren sonstigen Aktivitäten und betrachtet die verhaltenshomogene Gruppe der Touristen (VHG 13). Da die Nachfragemodellierung des Freizeitbinnenverkehrs auch weiche Randsummen betrifft, kann der Randsummenausgleich nicht direkt im Anschluss an die Verkehrserzeugung stattfinden, sondern erst nach der EVA-Verteilung und Moduswahl. Die Moduswahlmatrizen betreffen lediglich den Binnenverkehr des MIVs, da der ÖV in dieser Arbeit nicht inkludiert ist. Stets ist darauf Bedacht zu nehmen, dass die QZG-Typen den Nachfrageschichten korrekt zugeordnet sind, da unterschiedliche Berechnungskonventionen für die unterschiedlichen Typen herangezogen werden, wie bereits in Abschnitt 4.6 beschrieben. Dies gilt sowohl für

die Nachfragemodellierung des Binnenverkehrs als auch für die Berechnung des Quell- und Zielverkehrs.

Das zweite Nachfragemodell soll die An- und die Abreisen in und aus dem Betrachtungsgebiet abbildbar machen. Dafür wird eine neue Personengruppe eingeführt, welche die Urlauber auf ihrem Weg zum Urlaubsort und vom Urlaubsort weg umfassen soll. Die einzige Strukturgröße bildet die bereits mittels Excel ermittelten Werte der Übernachtungen, die verkehrsbezirksfein aufbereitet wurde. Dieses Nachfragemodell umfasst die zwei Aktivitätenpaare (QZG), welche den Heimatort (H) mit dem Urlaubsort (U) verbinden und umgekehrt, somit resultieren daraus dieselben zwei Nachfrageschichten (HU und UH). Da die genaue Anzahl der Übernachtungen im Betrachtungsgebiet bekannt ist, werden harte Randsummen vorausgesetzt und die Moduswahlmatrizen ebenfalls nur für den MIV für den Quell- und Zielverkehr berücksichtigt. Ein Randsummenausgleich ist hier nicht von Nöten, da lediglich harte Randsummen vorliegend sind.

Anmerkung: Wichtig zu erwähnen ist hierbei, dass die Nachfrageberechnung für jede einzelne Nachfrageschicht eine eigene Nachfragematrix verlangt. Visum bietet zwar die Möglichkeit die ermittelte Nachfrage in lediglich einer einzigen Nachfragematrix zu speichern, scheinbar werden jedoch die Werte der Nachfrage lediglich überschrieben und nicht aufsummiert, was nicht zielführend ist.

Den zweiten Schritt zur Berechnung der Verkehrsbelastungen im Betrachtungsgebiet bildet die Implementierung der Eingangsdaten in das Verkehrsangebotsmodell, welches aus dem Projekt Vermosa 1 übernommen werden konnte. Die Zusammenstellung der Nachfragemodelle erzeugt automatisch die für die Berechnung der Modellierung notwendigen Bezirksattribute. Neben den Werten für das spezifische Verkehrsaufkommen und den Erzeugungsraten müssen ebenfalls die Strukturgrößen und die Personengruppen in die, vom Verkehrsmodell erzeugten, Bezirksattribute eingegliedert werden. Während die Erzeugungsraten und Mobilitätsraten für den Binnenverkehr in aufwendigen Berechnungen ermittelt wurden (Abschnitt 5.4), konnten diese Werte für den An- und Abreiseverkehr mit dem Wert 1 angenommen werden, da die genaue Anzahl der Übernachtungen pro Bezirk im Betrachtungsgebiet aus den Strukturdaten stammt und auch die Herkunftsorte der Urlauber bekannt sind. Jede Strukturgröße des QZ-Verkehrs erzeugt somit eine Personenfahrt ($ER=1$) und auch jede Person innerhalb der Personengruppe erzeugt eine Personenfahrt ($SV=1$). Der Besetzungsgrad von 1,7 für die Binnenfahrten und 2,5 für die Quell- und Zielfahrten sind zudem den entsprechenden Nachfragesegmenten zuzuordnen. Wobei für den Binnenverkehr der Aufwand betrieben wurde den mittleren Besetzungsgrad über alle Quelle-Ziel-Gruppen auf die dreizehn unterschiedlichen QZG aufzuteilen (siehe Tabelle 19), um somit differenzierte Berechnungsergebnisse ermitteln zu können. Eine erheblich erhöhte Rechenzeit wird dabei ebenfalls in Kauf genommen, da jede Quelle-Ziel-Gruppe einem eigenen Nachfragesegment zugeordnet werden muss.

Die Größenordnung des Projektes ergibt sich anhand einiger Parameter. Zum einen spielt die Anzahl der untersuchten Verkehrsmittel eine Rolle. Die modellhafte Methodik wird lediglich für den MIV aufgebaut, was die Größenordnung in günstiger Art und Weise minimiert. Das Verkehrsmodell verfügt über 942 Verkehrsbezirke, davon befinden sich 469

Verkehrsbezirke im Betrachtungsgebiet Salzburg, davon 192 feingliedrige in der Stadt Salzburg. Ebenfalls beeinflusst die Anzahl der Quelle-Ziel-Gruppen (hier 13) die Größenordnung des Verkehrsmodells, gerade auch weil für jede QZG ein eigener Besetzungsgrad verwendet wird. Zumal existieren 13 verhaltenshomogene Personengruppen. Insgesamt ergeben sich damit grundsätzlich 169, 13×13 (13 QZG und 13 VHG), Verkehrsstrommatrizen der Dimension 942×942 , für den Binnenverkehr und 2 weitere Verkehrsstrommatrizen mit ebenfalls der Dimension 942×942 , für den anreisenden und abreisenden Verkehr. Hinzu kommen die stark differenzierten Datengrundlagen der Raumstruktur für die Verkehrsbezirke sowie die Verkehrsnetzmerkmale und die Aufwandsmatrizen (Kenngrößenmatrizen) des Verkehrsangebots für das Untersuchungsgebiet.

Im Anschluss an den Aufbau der Nachfragemodelle wird ein Berechnungsverfahren adaptiert, welches in folgendem Abschnitt erklärt werden soll.

6.2 Berechnung der Fahrtenmatrizen mit VISEVA

Die Berechnung der Belastungen des Betrachtungsgebietes in Abhängigkeit von dem Binnen-, Quell- und Zielverkehr erfolgt mit dem Verfahrensablauf wie er in Abbildung 28 dargestellt ist. Einen wichtigen Punkt des Aufbaus des Verfahrensablaufes bildet das simultane Betrachten der zwei unterschiedlichen Nachfragemodelle, des Binnenverkehrs auf der einen Seite und des Quell-/Zielverkehrs auf der anderen Seite. So werden, nach dem initialisieren einer etwaigen vorhergehenden Umlegungsberechnung und dem Aufbau der Nachfragemodelle, wie bereits erläutert, beide Verkehrserzeugungen mittels des Kennwertmodells berechnet. Die Berechnung der Kenngrößenmatrizen, sowie die Matrizen der EVA-Bewertung folgen der Erzeugung. Darauf hin, werden die Schritte der Verteilung und Moduswahl hintereinander ausgeführt, um darauf eine Matrixaggregation folgen zu lassen, in der die Verkehrsstrommatrizen abgebildet werden. Wichtig ist nun, dass die Umlegung für beide Nachfrageschichten (sowohl Binnenverkehr als auch Quell-Ziel-Verkehr) in einem Schritt erfolgt. Wäre dies nicht der Fall, dann wäre das Netz bereits nach der Umlegung der ersten Nachfrageschicht belastet und die Umlegung der zweiten Nachfrageschicht würde in Abhängigkeit davon entstehen. Dieser Umstand ist jedoch hier nicht erwünscht. Als Umlegungsverfahren wird, wie bereits erläutert, das Lernverfahren mit 5 Iterationsschritten zu Anwendung gebracht. Nach dem Mitteln der Kenngrößenmatrizen, was eine Konvergenzverbesserung bewirkt, erfolgt als letzter Schritt eine Rückkopplung mittels einer zweimaligen iterativen Wiederholung, die stets auf den Verfahrensschritt der EVA-Bewertung des ersten Nachfragemodells zurückspringt.

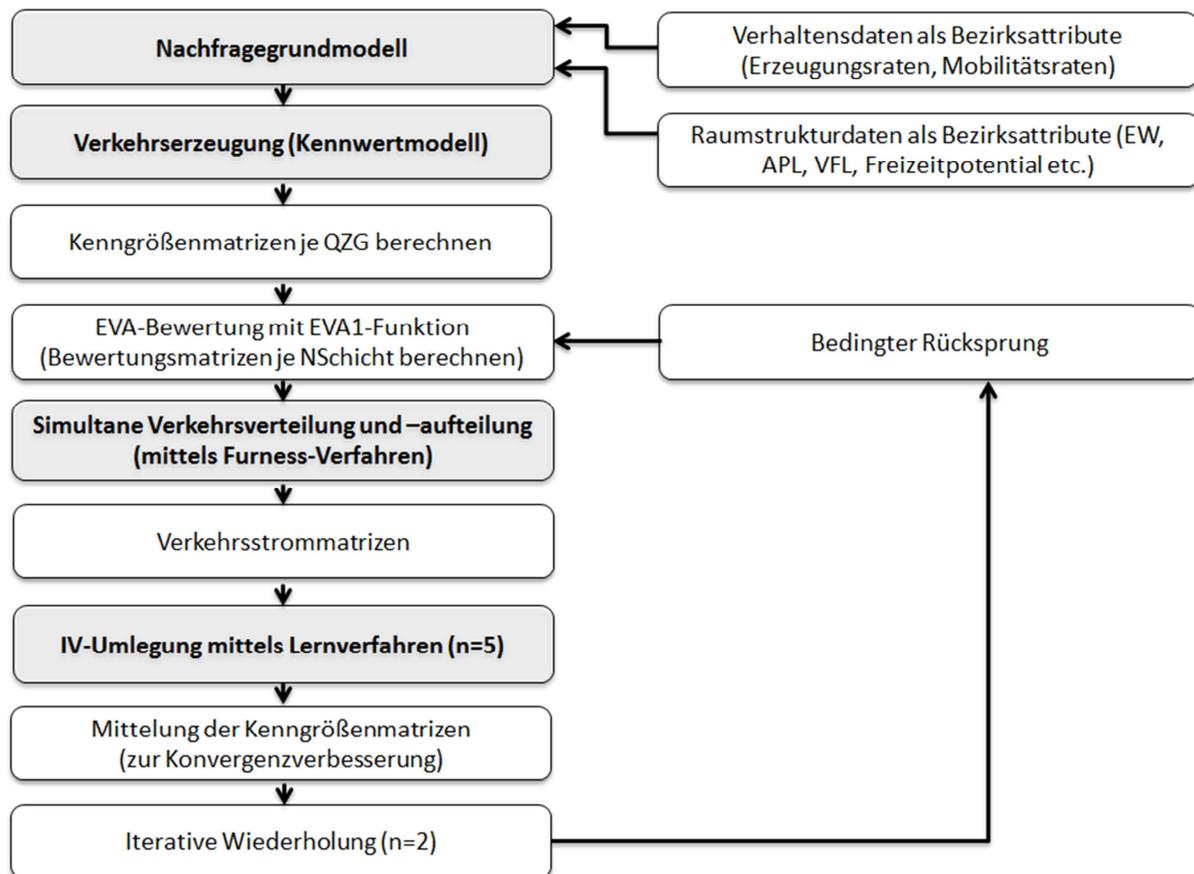


Abbildung 28: Verfahrensablauf der Nachfrageberechnung mittels VISEVA-Modul

Nachdem der Verfahrensablauf hier bereits grob beschrieben wurde, soll in weiterer Folge auf die einzelnen Punkte näher eingegangen werden.

Nachfragegrundmodell

Das Grundmodell beinhaltet jegliche Daten, sowohl der Verhaltensdaten als auch der Raumstrukturdaten, welche für jeden Bezirk, wie beschrieben, aufbereitet wurden.

EVA-Verkehrserzeugung

Wie bereits erwähnt, soll die Verkehrserzeugung vorab für beide Nachfragemodelle und alle derer Nachfrageschichten errechnet werden. Dabei soll die EVA-Erzeugung für jegliche Bezirke durchgeführt werden, Obacht muss gegeben werden, dass die Verkehrserzeugung nicht nur für aktive Bezirke durchgeführt wird.

Verteilung und Moduswahl

Die Gruppe der Verteilung und Moduswahl setzt sich aus drei Schritten zusammen. Erstens wird die **IV-Kenngrößenmatrix berechnet** und im jeweiligen Ordner der Berechnung abgespeichert. Daraufhin folgt die **EVA-Bewertung**, wobei lediglich die Reisezeit als Bewertungsgröße fungiert. Die Modusverfügbarkeit, sowie die Kapazitätsauslastung soll den Wert 1 entsprechen und der Heimatbezirk für Nachfrageschichten vom Typ 3 berücksichtigt werden. Dies induziert, dass Fahrten, die nicht im unmittelbaren Kontext mit dem Heimatstandort stehen, sprich die Fahrten der QZG 13 des Binnenverkehrs, dennoch präferiert in der Nähe des Heimatbezirks durchgeführt werden. Das Parameterset der Bewertungsfunktion wurde auf den Default-Einstellungen belassen, da keine Zielgrößen

(Reiseweiten- oder Reisezeitenverteilungen) in dieser Arbeit zur Anwendung kommen, und daher kein justieren der Parameter möglich gemacht wird. Zur Anwendung kommt die EVA1-Funktion mit den Parameterwerten $a = 1$, $b = 5$ und $c = 0,3$. Diese Parameterwerte sind für alle Nachfrageschichten dieselben und müssten für die unterschiedlichen Aktivitätenpaare und Personengruppen unterschiedliche Ausprägungen haben. Die Reisezeit bei Einkaufsfahrten müsste beispielsweise als unangenehmer bewertet werden, als die Reisezeit bei Dienstfahrten. Dienstfahrten unterliegen einem gewissen Zwang und müssen an den Standorten durchgeführt werden, an denen diese anfallen. Einkaufsfahrten werden jedoch häufig von der Nähe zu den Standorten gewählt. Dies sei hier jedoch nur qualitativ angeführt, in welche Richtung die Bewertung, bei näherer Betrachtung derer, gehen müsste; die Funktionsparameter werden jedoch in dieser Arbeit nicht verändert. Der letzte Punkt dieser Gruppe bildet die **EVA-Verteilung und Moduswahl** selbst, wobei die Moduswahl in dieser Arbeit sehr vereinfacht ist, da lediglich ein IV-Modell aufgebaut wurde, es sich somit stets um „captive-drivers“ handelt, die an den MIV gebunden sind. Der Modal Split entspricht somit für den PKW genau dem Wert 1. Die Projektart entspricht der einer Analyse, wobei der Randsummenausgleich zumindest für den Binnenverkehr durchgeführt werden kann. Neben einer maximalen Anzahl von 25 Iterationen, wird eine Toleranz der Werte von 5 akzeptiert. Für alle Nachfrageschichten wird, wie bereits beschrieben, das Furness-Verfahren zur Lösung des trilinearen Problems angewandt.

Matrixaggregation

In Punkto der Matrixaggregation werden die Nachfragematrizen der einzelnen Nachfrageschichten mit dem Koeffizient des Besetzungsgrades gewichtet. Während der Koeffizient des Quell-/Zielverkehrs den Wert 0,4, der sich auf einen Besetzungsgrad von 2,5 begründet, entspricht, besitzt jede QZG des Binnenverkehrs einen eigenen Koeffizienten, je nach der Ausprägung des jeweiligen Besetzungsgrades aus Tabelle 19.

Umlegung

Wie bereits erwähnt wird besonderes Augenmerk auf eine gleichzeitige Umlegung der Nachfragemodelle des BV und des QZ-Verkehrs gelegt. Während die einzelnen Parameter des Lernverfahrens auf den Default-Werten belassen werden, wird die maximale Anzahl der Iterationen auf 5 begrenzt.

Mittlung der Kenngrößenmatrizen

Auf Basis der zuvor erstellten Umlegung werden hier die IV-Kenngrößenmatrizen erneut berechnet und eine Mittelwertbildung der Kenngrößenmatrizen, hier lediglich für die Reisezeit, angehängt. Diese Funktion der Mittelwertbildung dient der Konvergenzverbesserung in rückgekoppelten Nachfragemodellen.

Iterative Wiederholung

Der bedingte Rücksprung erfolgt stets bis zur der EVA-Bewertung des Binnenverkehrs. Der Rücksprung, der sich auf das Streckenattribut der IV-Belastung bezieht, wird zwei Mal durchgeführt.

Resultierend erhält man die Belastungen des Streckennetzes innerhalb des Betrachtungsgebietes für den gesamten Samstag, Abbildung 29 zeigt sowohl die Belastungen des Sommer- als auch des Wintersamstag. Nähere Beschreibungen zu den

Ergebnissen sind in Abschnitt 7 zu finden, wobei bereits hier auf die unterschiedlich belasteten Strecken aufmerksam gemacht werden soll.

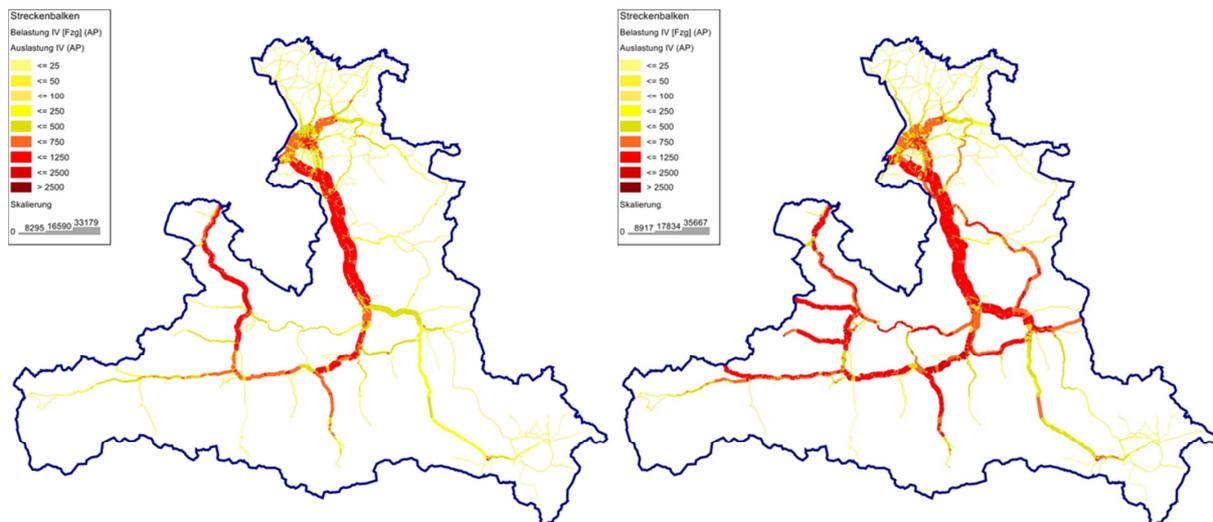


Abbildung 29: Exemplarische Darstellung der Belastung und Auslastungen der Streckenzüge am Sommer- und Wintersamstag

Der Durchgangsverkehr wird bis dato noch nicht betrachtet und abgebildet. Wie der Durchgangsverkehr ermittelt werden könnte, beschreibt der nächste Abschnitt (6.3).

6.3 Ermittlung des Durchgangsverkehrs

Nachdem der Verfahrensablauf für den Binnenverkehr und den Quelle-Ziel-Verkehr durchgeführt wurde, verfügt man über die Belastungen der einzelnen Streckensegmente. Als Kalibrierungsgrößen stehen Zählwerte zur Verfügung, die von Detektoren des Bundesland Salzburg ausgelesen werden konnten. Es soll nun die Idee verfolgt werden, die Differenz zwischen den in der Realität gezählten Daten (b_{ZS}) und den modellierten Belastungen ($b_{BV} + b_{QZ}$) zu errechnen um damit auf den Durchgangsverkehr (b_{DV}) schließen zu können, der bis dato noch nicht modellmäßig Berücksichtigung gefunden hat. Durch die Differenzbildung der Belastung bekommt, man nicht nur die Residuenwerte für den Durchgangsverkehr, ebenfalls enthalten sind die Verkehrsströme des Quell- und Zielverkehrs, welche lediglich an den Betrachtungstagen durchgeführt werden, sprich der Tagesgäste. Der Belastungswert (b_{DV}) enthält also den Durchgangsverkehr genauso wie den angesprochenen Quell-/Zielverkehr von Tagesbesucher ohne Nächtigungen.

Das Betrachtungsgebiet verfügt über 43 Querschnitte, welche über Dauerzählstellen verfügen. Jene Dauerzählstellen, verteilen sich über das gesamte Gebiet und liegen an Straßenquerschnitten, von verschiedenen Straßenkategorien. Sechs Standorte liegen auf diversen Autobahnquerschnitten, die restlichen 37 Querschnitte verteilen sich auf das übergeordnete Landesstraßennetz. Dabei sollen vor allem Zählstellen berücksichtigt werden, welche an wichtigen Grenzübergängen aus dem Betrachtungsgebiet führen, zusätzlich sollen einige Zählstellen innerhalb des Betrachtungsgebietes zur Regulierungszwecken mitberücksichtigt werden (siehe Abbildung 30). Neben den sechs Standorten an den Autobahnquerschnitten, wurden neun weitere Standorte ausgewählt, welche strategisch günstig in der Nähe von Grenzübergängen lokalisiert sind. Diese 15 Zählstellenstandorte, wie sie in der der folgenden Abbildung aufscheinen, enthalten bereits die Informationen zu den KFZ-Belastungen des Betrachtungstages (05.02.2011).

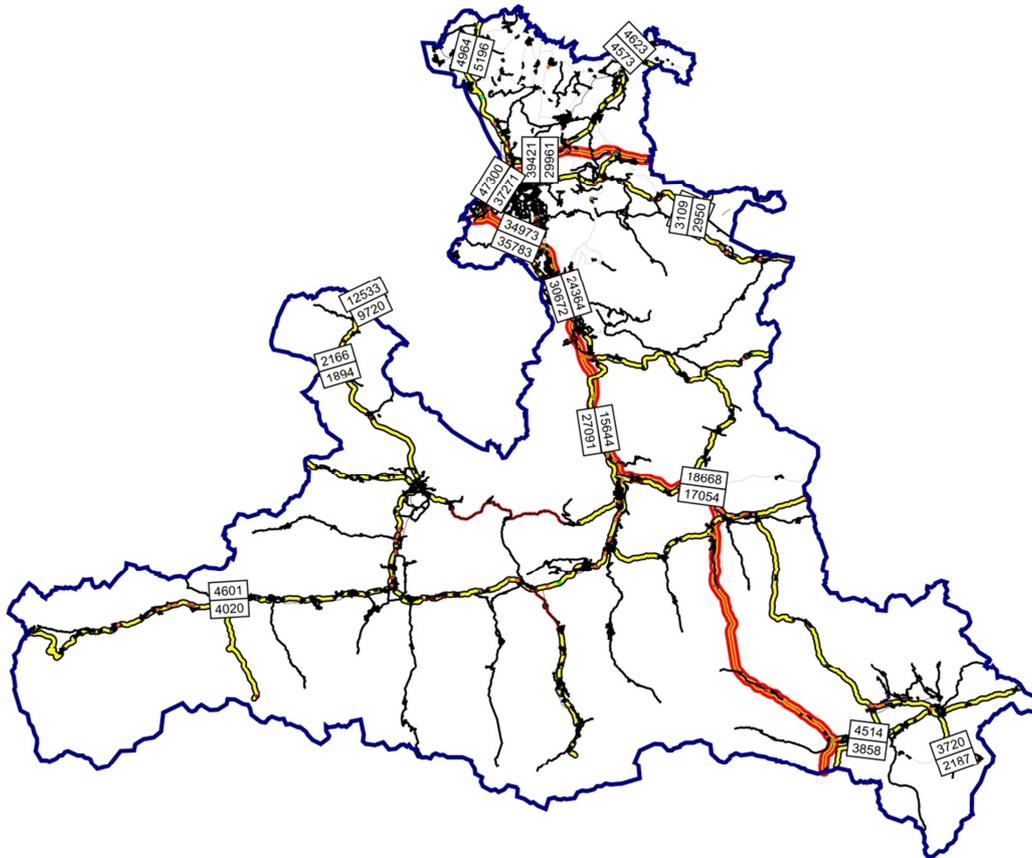


Abbildung 30: Verteilung der betrachteten Zählstellenstandorte im Betrachtungsgebiet

Die Ermittlung des Durchgangsverkehrs soll keinem Kerngebiet dieser Arbeit entsprechen, der Vollständigkeit halber soll der Versuch der Abbildung des Durchgangsverkehrs jedoch in dieser Arbeit beschrieben werden. Die Wahl des Samstages der für die Betrachtung des Durchgangsverkehrs herangezogen wird, begründet sich darauf, dass für den Sommersamstag des Jahres 2011 keine Zählstellendaten vorliegend waren und lediglich die Daten eines vergleichbaren Sommersamstags des Jahres 2010 herangezogen werden könnte. Darum wird der 05. Februar 2011 zur exemplarischen Berechnungen des Durchgangsverkehrs herangezogen, jene Berechnungen gelten jedoch analog auch für einen etwaigen Sommersamstag.

$$b_{DV} = b_{ZS} - (b_{BV} + b_{QZ}) \quad (6.1)$$

Mit: b_{DV} = Streckenbelastung, welche durch den Durchgangsverkehr erzeugt wird

b_{BV} = Streckenbelastung, welche durch den Binnenverkehr erzeugt wird

b_{QZ} = Streckenbelastung, welche durch den Quell-/Zielverkehr der An- und Abreisenden erzeugt wird

b_{ZS} = Streckenbelastung die aus realen Detektorzählungen stammen

Somit könnte neben dem Binnen-, Quell- und Zielverkehr auch der Durchgangsverkehr ermittelt werden. Der Durchgangsverkehr würde an Kordonsbezirken, welche an den Grenzen des Betrachtungsgebietes installiert werden, angebunden und von dort als zusätzliche Belastung in das Netz geschickt werden.

Nähere Betrachtungen in diese Richtung, ergaben jedoch, dass die Standorte der Dauerzählstellen, nicht günstig für eine Abbildung des Durchgangsverkehrs liegen. An

wichtigen Einspeisungspunkten des Durchgangverkehrs in das Betrachtungsgebiet, stehen keine Zählstellendaten zur Verfügung, womit die Abdeckung des Netzes nicht gewährleistet ist und gewisse Lücken an wichtigen und stark belasteten Querschnitten entstehen. Mit den für diese Arbeit vorliegenden Ressourcen kann demnach der Durchgangsverkehr nicht anhand von Zählstellen berechnet werden.

6.4 Kalibrierung

Aus Befragungen hervorgehende und durch Umlegung berechnete Verkehrsnetze unterliegen stets gewissen Fehlern und kann die Realität nie zur Gänze korrekt abbilden. Zumal die Kennwerte in dieser Arbeit nicht direkt aus Befragungen gewonnen werden konnten, sondern erst berechnet werden mussten, müssen gewisse Fehler erwartet werden. Da aus Befragungen jedoch auch keine Kalibrierungsgrößen für die Betrachtungstage zur Verfügung stehen, kann eine übliche Kalibrierung nicht durchgeführt werden. Wie in Abschnitt 4.6.4 bereits beschrieben, sind gängig Zielgrößen beispielsweise der Modal-Split, mittlere Reiseweiten beziehungsweise mittlere Reisezeiten, Reiseweitenverteilungen, Verkehrsaufkommen oder einzelne Querschnittsbelastungen an Detektorstandorten. Es liegen demnach keine Kenngrößen vor, die es ermöglichen, eine Kalibrierung (beispielsweise mittels KALIBRI) durchzuführen. Lediglich Querschnittsbelastungen liegen vor, mit welchen zumindest ein Matrixkorrekturverfahren (beispielsweise mittels VStromFuzzy) realisiert werden könnte. Da jedoch davon abgesehen werden soll, die durch VISEVA erzeugten Nachfragematrizen zu verändern, kommt kein Matrixkorrekturverfahren für diese Arbeit zur Anwendung.

7 Auswertungen der erzielten Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Berechnungsergebnisse dieser Arbeit dargestellt und zusammengefasst. Es handelt sich bei den vorliegenden Ergebnissen lediglich um eine Auswahl derer. Detailliertere Informationen zu diversen Ergebnissen, sind in den jeweiligen Listen der Versionsdateien von Visum der digitalen Anlagen zu finden und werden aus Gründen der Übersichtlichkeit in der vorliegenden schriftlichen Arbeit nicht inkludiert und vollständig abgebildet. Zudem soll in diesem Kapitel eine Diskussion über die Qualität der Ergebnisse geführt werden und bewertet werden, inwiefern die Umrechnung eines vorliegenden Werktagmodells in ein Samstagsmodell die Modellgüte minimiert und wie notwendig es dadurch wird umfangreiche Befragungen vor der Erstellung eines Verkehrsmodells vorzuschalten.

7.1 Kennwerte der Nachfrageberechnung

Dieser Abschnitt beschreibt die Ergebnisse der Umlegungen, welche auf den berechneten Nachfragematrizen basieren. Es wird die Quantität der Ortsveränderungen analysiert, sowie die durchschnittlichen Werte der Reisweite und Reisezeit des Binnenverkehr betrachtet.

7.1.1 Ortsveränderungen

Zuerst werden die Ortsveränderungen der einzelnen QZG betrachtet, wie sie in den Nachfragematrizen, nach der Durchführung des Verfahrensablaufes, gespeichert werden.

Sommersamstag

QZG	OV Sommer [Pers./24h]	Besetzungsgrad Samstag (Pers/ Kfz)	KFZ-Belastung Sommer [KFZ/24h]
WA	54.691	1,11	49.271
WD	4.712	1,10	4.284
WB	3.682	2,08	1.770
WE	80.295	1,75	45.883
WF	152.632	1,98	77.087
WS	1.088	1,59	684
AW	40.819	1,11	36.774
DW	6.437	1,07	6.016
BW	2.940	1,96	1.500
EW	92.804	1,73	53.644
FW	162.507	1,88	86.440
SW	480	1,61	298
SS	281.318	1,67	168.454
Alle QZG	884.405		532.105

Tabelle 28: Ergebnisse des Verkehrsaufkommens des Binnenverkehrs in OV und KFZ-Belastungen

Tabelle 27 zeigt die Ortsveränderungen des Binnenverkehrs für den Sommersamstag. Zudem ergeben sich die KFZ-Belastungen unter der Berücksichtigung des jeweiligen

Besetzungsgrades der einzelnen Quelle-Ziel-Gruppen (Personen pro Personenkraftwagen siehe auch Tabelle 19).

Am 25.06.2011, dem Betrachtungssommersamstag, werden somit über 880.000 Ortsveränderungen erzeugt, welche anhand der Besetzungsgrade der QZG über 530.000 KFZ-Fahrten entsprechen. Die zahlenmäßig relevantesten Quelle-Ziel-Gruppen sind in Bezug zum Einkaufen und zur Freizeit generierte Fahrten, sowie die Residuengruppe SS. Die zahlenmäßige Relevanz jener Aktivitätenpaare soll durch die nachfolgende Abbildung verdeutlicht werden. Aktivitätenpaare, welche dem Quelle-Ziel-Gruppen-Typ 3 entsprechen würden, wie Fahrten zwischen Arbeitsplatz und Einkaufsmöglichkeiten, werden alle samt in der Residuenkategorie SS abgebildet und haben deshalb den Wert Null in Abbildung 31. Auch die Fahrten von und zur Arbeitsstelle dürfen nicht unterschätzt werden, gerade deswegen, weil bei einem Besetzungsgrad von 1,11 Personen pro Personenkraftwagen, entsprechend viele KFZ-Fahrten generiert werden.

Ortsveränderungen je QZG im Sommer

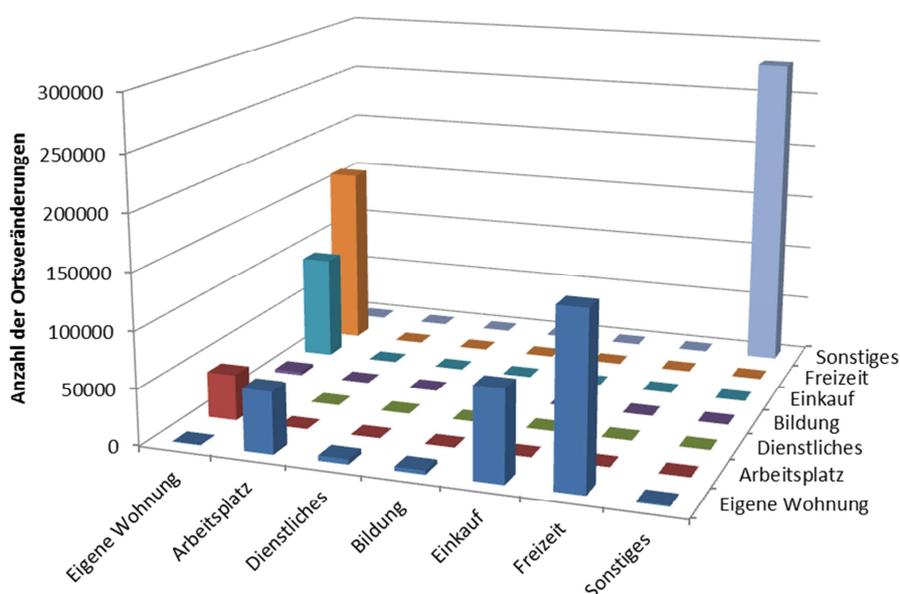


Abbildung 31: Ortsveränderungen je Aktivitätenpaar für den Sommersamstag

Die Ortsveränderungen für die An- und Abreisefahrten ergeben sich zu 74.469, genau dem Wert der Nächtigungen. Dies wurde durch die harten Randsummen, sowie den spezifischen Verkehrsaufkommen und Erzeugungsraten vom Wert 1, erzwungen. Die KFZ-Belastung ergibt sich aus dem angenommenen Besetzungsgrad von 2,5 Personen pro Personenkraftwagen.

QZG	OV MIV Sommer [Pers./24h]	Besetzungsgrad Samstag (Pers/ Kfz)	KFZ-Belastung MIV Sommer [KFZ/24h]
HU	74.469	2,5	29.788
UH	74.469	2,5	29.788
Alle QZG	148.938		59.576

Tabelle 29: Ergebnisse des Verkehrsaufkommens des Quell-Zielverkehrs in OV und KFZ-Belastungen

Wintersamstag

Im Vergleich zu den Werten der Ortsveränderungen des Sommersamstags, verzeichnen die Ortsveränderungen am Wintersamstag Zuwächse von mehr als 60.000 Ortsveränderungen. Einen erheblichen Anteil der Zunahme, bewirkt die verhaltenshomogene Personengruppe 13, welche die Touristen abbildet. Während am Sommersamstag lediglich 74.469 Personen in der VHG 13 enthalten sind, so sind es am Wintersamstag mit 171.614 Touristen, mehr als doppelt so viele. Auffällig ist außerdem, dass die Ortsveränderungen jener QZG, welche nicht von den Unterschieden der Freizeitpotentiale des Sommers im Vergleich zum Winter beeinflusst werden, wie beispielsweise WA und dergleichen, am Sommersamstag und Wintersamstag identische Werte aufweisen, da die Strukturgrößen dieselben bleiben.

QZG	OV MIV Winter [Pers./24h]	Besetzungsgrad Samstag (Pers/ Kfz)	KFZ-Belastung MIV Winter [KFZ./24h]
WA	54.691	1,11	49.271
WD	4.712	1,10	4.284
WB	3.682	2,08	1.770
WE	83.788	1,75	47.879
WF	173.406	1,98	87.579
WS	1.181	1,59	743
AW	40.819	1,11	36.774
DW	6.437	1,07	6.016
BW	2.940	1,96	1.500
EW	96.323	1,73	55.678
FW	184.800	1,88	98.298
SW	523	1,61	325
SS	295.645	1,67	177.033
Alle QZG	948.947		567.150

Tabelle 30: Ergebnisse des Verkehrsaufkommens des Binnenverkehrs in Ortsveränderungen und KFZ-Belastung

Auch am speziellen Wintersamstag (05.02.2011) werden die meisten Ortsveränderungen durch die Handlung des Einkaufens beziehungsweise durch das Verbringen von Freizeit generiert. Abermals beinhaltet die Quelle-Ziel-Gruppe 13 die meisten Fahrten, wie folgende Darstellung anschaulich zu belegen versucht.

Ortsveränderungen je QZG im Winter

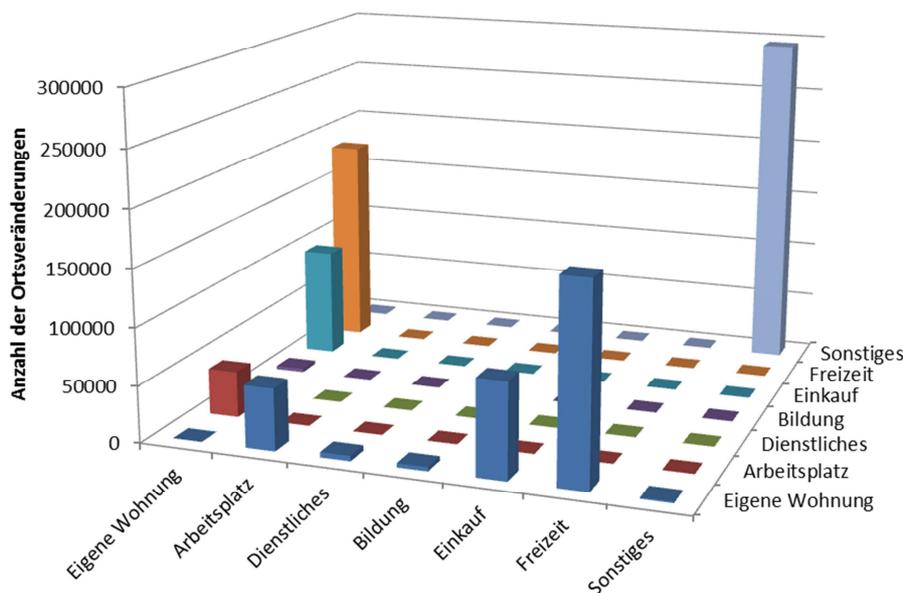


Abbildung 32: Ortsveränderungen je Aktivitätenpaar für den Wintersamstag

Es wurde bereits angedacht für eine Samstagsmodellierung, eine andere Einteilung der Quelle-Ziel-Gruppen zu verwenden. Eine 17er Einteilung mit den Aktivitätenpaaren EE, FF, FE und EF wäre ratsam. Damit würde auch die dreizehnte QZG (SS) differenzierter betrachtet werden können.

Analog zu Tabelle 29 sind auch hier die Ortsveränderungen gleich der Nächtigungszahl am speziellen Wintersamstag, je für Anreise und Abreise. Wiederum wird die KFZ-Belastung durch den Besetzungsgrad von 2,5 berechnet. Waren es am Sommersamstag noch knapp 150.000 Ortsveränderungen durch die An- und Abreise, so sind es für den speziellen Wintersamstag beinahe 350.000. Dass die erheblichen Steigerungen der Ortsveränderungen, sich auch in den Belastungen des Streckennetzes widerspiegeln, wird zudem klar und ist Teil der Analysen des Abschnittes 7.2.

QZG	OV MIV Winter [Pers./24h]	Besetzungsgrad Samstag (Pers/ Kfz)	KFZ-Belastung MIV Winter [KFZ./24h]
HU	171.614	2,5	68.646
UH	171.614	2,5	68.646
Alle QZG	343.228		137.292

Tabelle 31: Ergebnisse des Verkehrsaufkommens des Quell-Zielverkehrs in Ortsveränderungen und KFZ-Belastung

7.1.2 Reiseweite und Reisezeit

Da die Verkehrsanbindungen der Quell- und Zielfahrten der an- und abreisenden Urlauber nur stilistisch gemacht wurde, führt eine Auswertung der Reiseweite des Quell- und Zielverkehrs zu keinen sinnvollen Ergebnissen. Darum werden in diesem Abschnitt lediglich die Ergebnisse des Binnenverkehrs genauer betrachtet. Auch die Reisezeit steht in Abhängigkeit der Anbindungen, weshalb auch dieser Punkt nur für den Binnenverkehr analysiert wird und der Quell-/Zielverkehr außen vorgelassen wird. Die Berechnungen der

mittleren Reisezeiten und mittleren Reiseweiten stützen sich auf einer Matrizenmultiplikation zwischen den Nachfragematrizen und den jeweiligen Kenngrößenmatrizen, der Kenngrößen Reiseweite und Reisezeit. Während die Diagonale in den Nachfragematrizen besetzt ist, Fahrten innerhalb eines Verkehrsbezirkes demnach durch aus möglich sind, so sind die Diagonalen der Kenngrößenmatrizen konstant mit dem Wert Null belegt. Durch die Multiplikation werden somit die Diagonalen zu Null und der Binnenverkehr der einzelnen Zellen nicht berücksichtigt.

Sommersamstag

Für den Sommersamstag bedeutet dies, dass beinahe 6 % der KFZ-Fahrten (etwa 30.000 Fahrten von mehr als 530.000) bei der Berechnung der mittleren Reiseweite und Reisezeiten nicht betrachtet werden.

QZG	KFZ-Fahrten der QZG	KFZ-Fahrten des Zellbinnenverkehrs	Mittlere Reiseweite in Kilometer	Mittlere Reisezeit in Minuten	Mittlere Geschwindigkeit in km/h
WA	49.271	2.648	27,5	31,5	52,35
WD	4.284	251	24,2	28,9	50,25
WB	1.770	107	27,5	31,5	52,27
WE	45.883	1.947	29,0	32,7	53,15
WF	77.087	5.160	27,5	31,5	52,47
WS	684	41	27,4	31,3	52,49
AW	36.774	1.966	27,9	31,8	52,71
DW	6.016	366	25,0	29,4	50,97
BW	1.500	90	27,8	31,7	52,67
EW	53.644	2.467	28,4	32,1	53,12
FW	86.440	5.855	27,7	31,5	52,68
SW	298	18	27,0	31,0	52,41
SS	168.454	9.555	4,9	14,3	20,75
Alle QZG	532.105	30.471	20,6	26,2	47,16

Tabelle 32: Kfz-Fahrten der einzelnen QZG und Summe des Zellbinnenverkehrs für den Sommersamstag

Da anzunehmen ist, dass die Fahrten des Zellbinnenverkehrs kurze Reiseweiten besitzen und dadurch auch kurze Reisedauern resultieren, diese jedoch nicht betrachtet werden, sind die Werte der mittleren Kenngrößen der Abbildung 30 deutlich höher zu erwarten. Eine mittlere Reiseweite von mehr als 20 Kilometer ist die Folge dessen. Diese 20 Kilometer werden im Durchschnitt innerhalb von 26 Minuten zurückgelegt, was einer mittleren Geschwindigkeit von etwa 47 km/h entspricht. Auffällig ist die geringe Kilometeranzahl zwischen Sonstigen Einrichtungen (dreizehnte Quelle-Ziel-Gruppe), gekoppelt mit einer geringen mittleren Geschwindigkeit. Die restlichen Kennwerte der einzelnen Quelle-Ziel-Gruppen stellen sich durchwegs als sehr homogen heraus mit lediglich marginalen Unterschieden.

Vergleicht man die mittlere Reiseweite dieser Arbeit mit der mittleren Reiseweite des Vorgänger Projektes Vermosa 1, so verzeichnet man deutliche Anstiege am Samstag. Der

werktägliche Betrachtungstag bei Vermosa 1 liegt im November, was eine Vergleichbarkeit weiter erschwert. Zudem ist auch das Planungsgebiet nicht ident, da bei Vermosa 1 Teile Bayerns, Tirols, Oberösterreichs und der Steiermark mit betrachtet wurden. Die mittlere Reiseweite steigt nun von werktäglichen 12,45 Kilometer Länge auf 20,6 Kilometer, um satte 40 %. Es ist jedoch nicht bekannt ob der Zellbinnenverkehr in Vermosa 1 bei der Ermittlung der mittleren Reiseweite berücksichtigt wurde oder nicht. Da in dieser Arbeit der Zellbinnenverkehr keine Berücksichtigung findet, kann erwartet werden, dass die mittlere Reiseweite höher ist, als der Realität entsprechend. Analog dazu steigt auch die mittlere Reisezeit von knapp 19 Minuten auf mehr als 26 Minuten, was einer Änderung von nicht ganz 30 % bedeutet. Vergleicht man zudem die mittlere Reiseweite dieser Arbeit mit jener welche Abbildung 4 wiedergibt, so lässt sich ein übereinstimmender durchschnittlicher Wert für die Reiseweite erkennen. Während die Reiseweite in dieser Arbeit knapp über 20 Kilometer liegt, ist die mittlere Reiseweite der Schweizer Studie¹³² knapp unter 20 Kilometer an Wochenenden. Damit kann gezeigt werden, dass das Verhältnis der werktäglichen Kennwerte zu jenen des Samstags durch aus als realistisch betrachtet werden kann.

Wintersamstag

Der Zellbinnenverkehr ist für den Wintersamstag noch relevanter als für den Sommersamstag, da knapp 7 % aller KFZ-Fahrten innerhalb desselben Verkehrsbezirkes seine Quelle wie auch Ziel haben. In Zahlen bedeutet das: knapp 40.000 Kfz-Fahrten des Binnenverkehrs zu mehr als 567.000 Kfz-Fahrten jeglicher QZG.

QZG	KFZ-Fahrten der QZG	KFZ-Fahrten des Zellbinnenverkehrs	Mittlere Reiseweite in Kilometer	Mittlere Reisezeit in Minuten	Mittlere Geschwindigkeit in km/h
WA	49.271	3.289	27,6	38,3	43,28
WD	4.284	312	23,7	33,8	42,08
WB	1.770	127	27,1	37,6	43,18
WE	47.879	2.446	32,1	44,2	43,50
WF	87.579	4.719	32,2	44,6	43,24
WS	743	55	29,4	40,8	43,34
AW	36.774	2.440	27,8	37,7	44,22
DW	6.016	454	24,5	34,5	42,58
BW	1.500	107	27,4	37,6	43,78
EW	55.678	3.103	31,5	43,5	43,54
FW	98.298	5.242	32,4	44,1	44,07
SW	325	23	29,4	39,9	44,13
SS	177.033	16.977	4,9	14,5	20,34
Alle QZG	567.150	39.294	23,0	34,0	40,60

Tabelle 33: Kfz-Fahrten der einzelnen QZG und Summe des Zellbinnenverkehrs für den Wintersamstag

¹³² Vgl. (Schlich, Simma, Axhausen, 2003) Seite 30

Da nun etwa 7 Prozent der Fahrten, welche relative kurze Reiseweiten und Reisezeiten besitzen, wiederum nicht berücksichtigt werden, steigen die mittlere Reiseweite und die mittlere Reisdauer, im Vergleich zum Sommersamstag, weiter an. Eine mittlere Reiseweite über alle Quelle-Ziel-Gruppen von 23 Kilometer und eine mittlere Reisezeit von 34 Minuten sind die Resultate des Wintersamstags. Da im Winter mehr Verkehr innerhalb des Verkehrsnetzes generiert wird als im Sommer, kommt es zu höheren Verkehrsbelastungen auf den Streckenzügen, womit die niedrigere mittlere Geschwindigkeit im Winter zu erklären ist. Auch für den Betrachtungstag des Winters, fällt die geringe Reiseweite der dreizehnten Gruppe (SS) auf. Im Vergleich zum Sommertag, werden nun für die Einkaufsfahrten und Freizeitfahrten längere Wege zurückgelegt. Speziell für den Freizeitverkehr ist zu vermuten, dass die längeren Reiseweiten auf das Skipotential zurückzuführen ist. Da 10 % Skipotential innerhalb des Freizeitattraktionspotentials enthalten ist und längere Wege in die Skigebiete zurückgelegt werden müssen.

Vergleicht man die werktäglichen Kennwerte aus Vermosa 1 mit den Kennwerten des Wintersamstags, so erhöht sich sowohl die mittlere Reiseweite als auch die mittlere Reisezeit um 45 %.

7.2 Umlegungsergebnisse

Die durch die Verkehrsumlegung der ermittelten Nachfragematrizen erzielten Ergebnisse, sollen hier grafisch aufbereitet werden, um einen Überblick des umgelegten Verkehrs zu gewährleisten. Die grafische Aufbereitung konzentriert sich zum einen auf die Belastungen und Auslastungen der einzelnen Streckensegmente und zum anderen auch auf die Quell- und die Zielverkehrsaufkommen der Verkehrsbezirke innerhalb des Betrachtungsgebietes, sowie deren Verbindungen untereinander, welche mittels Matrixspinnen dargestellt werden können.

7.2.1 Sommersamstag

Es sollen hier für den Sommersamstag gewisse Kennwerte grafisch aufbereitet werden. Übrige Kennwerte sind in den digitalen Unterlagen dieser Arbeit zu finden. Beginnend soll die Konzentration auf die KFZ-Belastungen auf den Streckenzügen gelegt werden, sowie den daraus resultierenden Auslastungen der selbigen.

Streckenbelastungen und Auslastungsgrade

Die Belastungen und Auslastungen umfassen jeglichen erzeugten Verkehr des Binnenverkehrs, gleichwohl wie des Quell- und Zielverkehrs der an- und abreisenden Urlauber. Man erkennt bereits bei kurzer Betrachtung des Belastungsbildes, dass der Durchgangsverkehr und der Quell-/Zielverkehr von Tagesgästen nicht abgebildet wurde, da zu den Grenzen des Betrachtungsgebietes hin die Belastungen deutlich im Abnehmen begriffen sind.

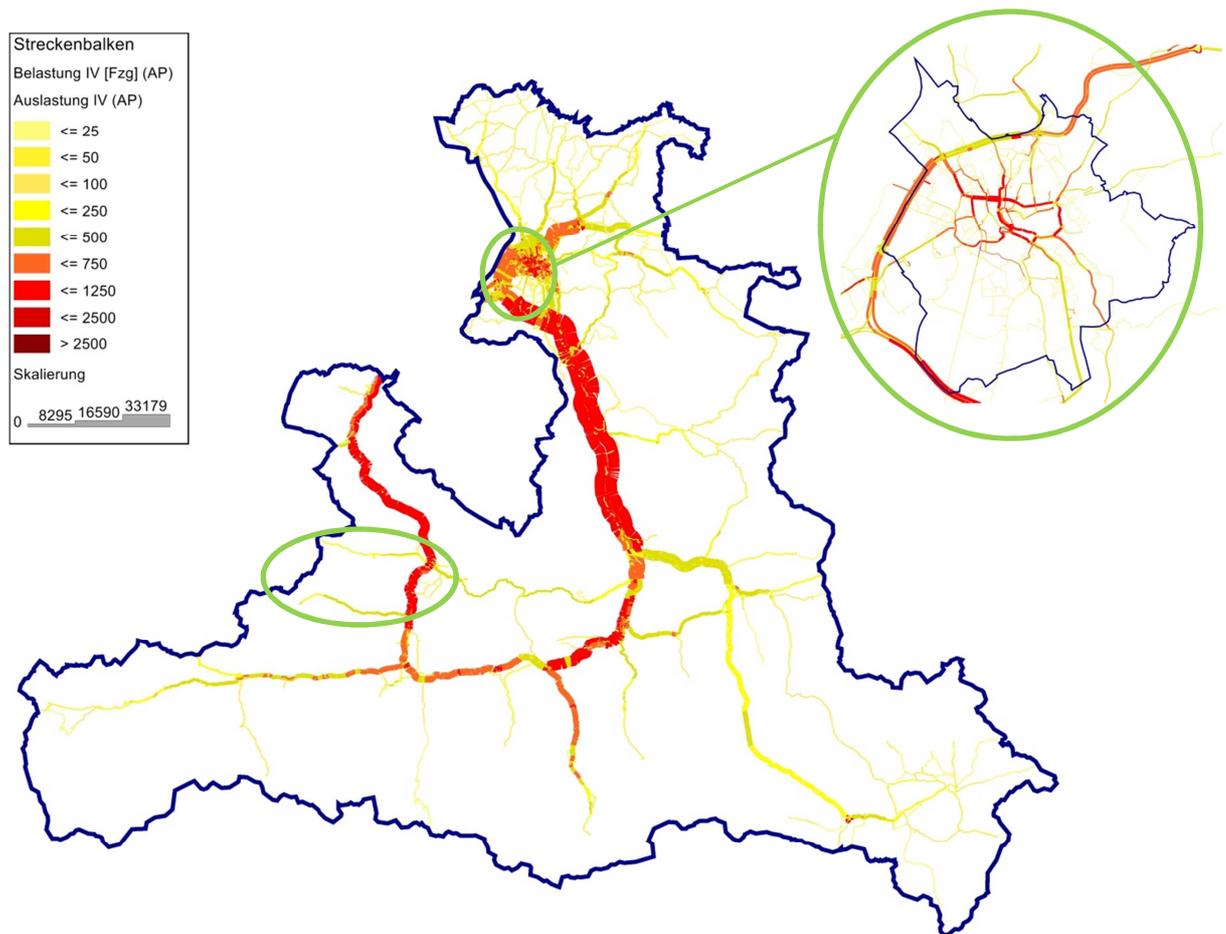


Abbildung 33: Belastungen und Auslastungen der Streckenzüge am Sommersamstag für das Betrachtungsgebiet

Im Vergleich mit dem Winter (Abbildung 37) sei hier die Belastung des Saalachtals festzuhalten (grüne Markierung). Ein Tal welches speziell für den Wintertourismus bekannt ist und daher deutliche jahreszeitliche Differenzen aufweisen wird, für den Sommersamstag jedoch keine nennenswert hohe Belastung erfährt. Auffällig ist ebenfalls, dass hauptsächlich die Hauptrouten stark belastet werden, Ausweichrouten hingegen werden scheinbar kaum verwendet, da auf den Hauptrouten scheinbar genügend Kapazitäten vorhanden sind.

Quellverkehr und Zielverkehr pro Verkehrsbezirk

Der Quellverkehr wird lediglich für den Binnenverkehr betrachtet. Der Strukturschwache Süd-Osten des Betrachtungsgebietes, rund um den Lungau, erzeugt relativ wenig Verkehr und zieht auch wenig Verkehr an. Wohingegen speziell die Stadt Salzburg über Verkehrsbezirke verfügt, welche von einem hohen Quellverkehr charakterisiert wird (siehe Vergrößerung). Da der Quellverkehr von der heimatortspezifischen Einwohnerdichte beeinflusst wird, erscheint zudem logisch. Weiters erkennt man die Bezirke um Zell am See, sowie den Verkehrsbezirk Maria Alm am Steinernen Meer, welche auch über einen relativ großen Anteil an Quellverkehr verfügen.

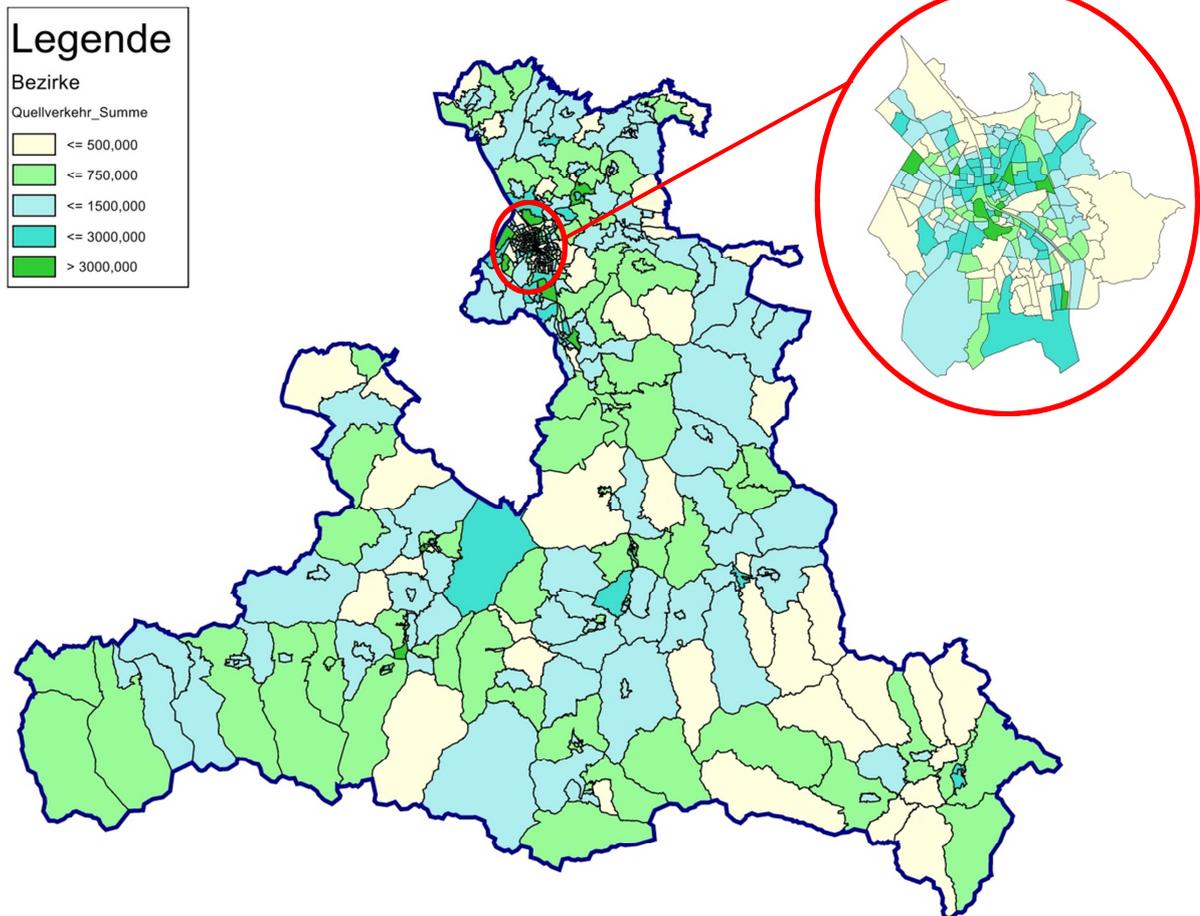


Abbildung 34: Quellverkehr des Binnenverkehrs im Betrachtungsgebiet am Sommersamstag

Da die Verkehrsmodellierung stets von geschlossenen Wegeketten ausgeht, erzeugen auch die Verkehrsbezirke mit erhöhtem Anziehungspotential Quellverkehr. In der Vergrößerung der Stadt Salzburg ist somit deutlich der Verkehrsbezirk der Festung Hohensalzburg auszumachen, sowie der Standort von Schloss Hellbrunn oder dem Mozartgeburts-beziehungsweise Wohnhaus.

Da die Berechnung des Binnenverkehrsaufkommens eben jene geschlossenen Wegeketten voraussetzt, ist die Verteilung des Zielverkehrs der des Quellverkehrs beinahe identisch. Lediglich kleine Abweichungen, welche auf der dreizehnten Quelle-Ziel-Gruppe begründet liegen, sind zu verzeichnen. Der Vollständigkeit halber soll dennoch das Betrachtungsgebiet für den Zielverkehr dargestellt werden.

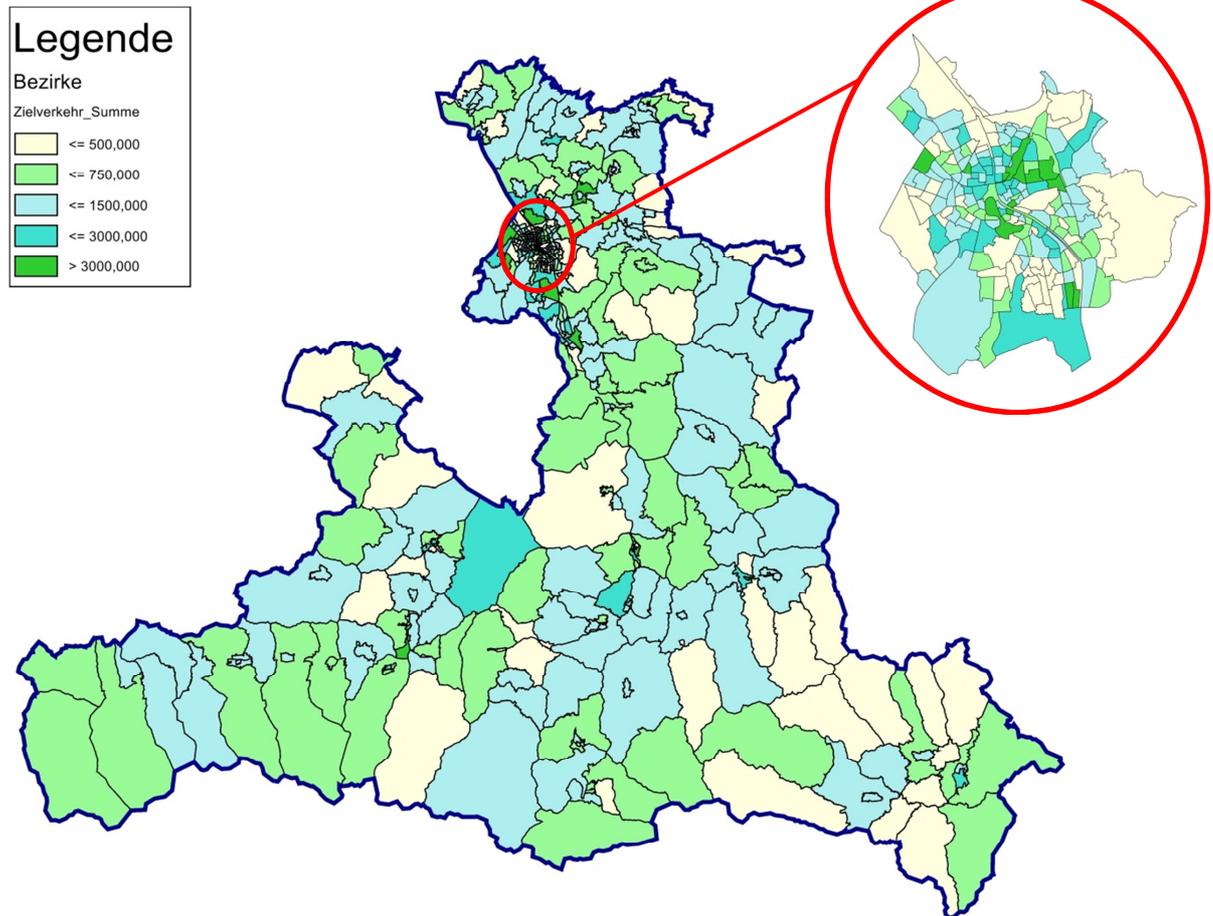


Abbildung 35: Zielverkehr des Binnenverkehrs im Betrachtungsgebiet am Sommersamstag

Matrixspinne

Eine Matrixspinne visualisiert die Werte für Verkehrsbeziehungen zwischen Bezirken. Die Werte, die auf der Matrixspinne dargestellt werden, können aus verschiedenen Quellen kommen. Hier sollen die 1000 quantitativ größten Verkehrsrelationen der Bezirke des Betrachtungsgebietes für den Sommersamstag dargestellt werden, wobei lediglich die Beziehungen des Binnenverkehrs berücksichtigt werden.

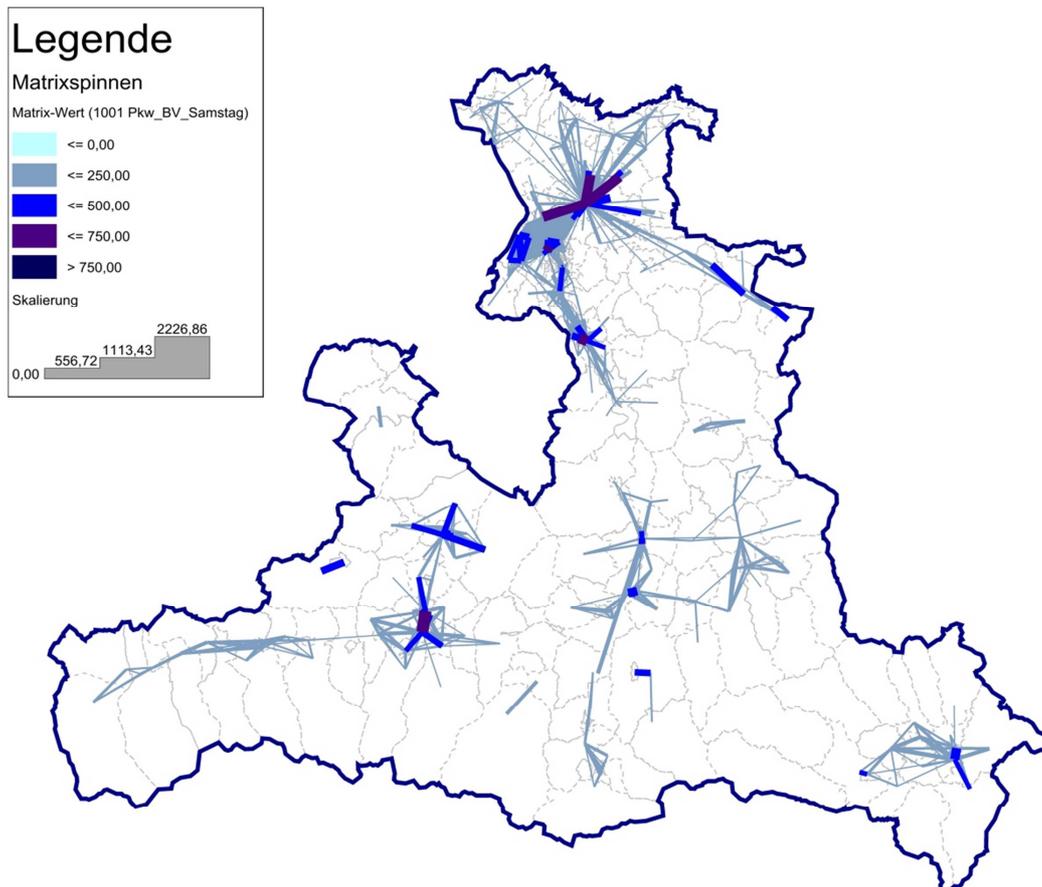


Abbildung 36: Matrixspinne des Binnenverkehrs im Betrachtungsgebiet am Sommersamstag

Der größte Anteil der verkehrsrelevanten Beziehungen am Sommersamstag befindet sich in der Region der Stadt Salzburg. Auch rund um Hallein, Eugendorf, Radstadt, Bischofshofen, St. Johann im Pongau, Tamsweg, Mittersill oder Zell am See sind größere Agglomerationen von relevanten Verkehrsbeziehungen ausmachbar. Klar erkenntlich ist dabei, dass sich die Verkehrsbeziehungen hauptsächlich im Nahraum der großen Ballungszentren des Bundeslandes befinden.

7.2.2 Wintersamstag

Auch der Wintersamstag soll durch gewisse grafisch aufbereitete Kennwerte, welche durch das aufgebaute Verkehrsmodell berechnet wurden, dargestellt werden. Auch hierzu sind Details in der Versionsdatei der digitalen Unterlagen zu finden. Darüber hinaus sollen die hier gewonnen Abbildungen auch mit jenen des Sommersamstags verglichen werden, um etwaige Rückschlüsse auf das Verkehrsverhalten der Personen ziehen zu können, welches auf den unterschiedlichen, jahreszeitlichen Strukturdaten beruht.

Streckenbelastungen und Auslastungsgrade

Im Vergleich zur Abbildung 33 zeigt Abbildung 37 eine höhere Belastung im gesamten Betrachtungsgebiet; hierfür ist das deutliche Plus an Touristen ausschlaggebend. Während am Sommersamstag rund 74.000 Urlauber Fahrten am Urlaubsort generieren und auch lediglich dieselbe Anzahl an- und abreisen. So sind dies am Wintersamstag mehr als 171.000 Personen, demnach mehr als doppelt so viele.

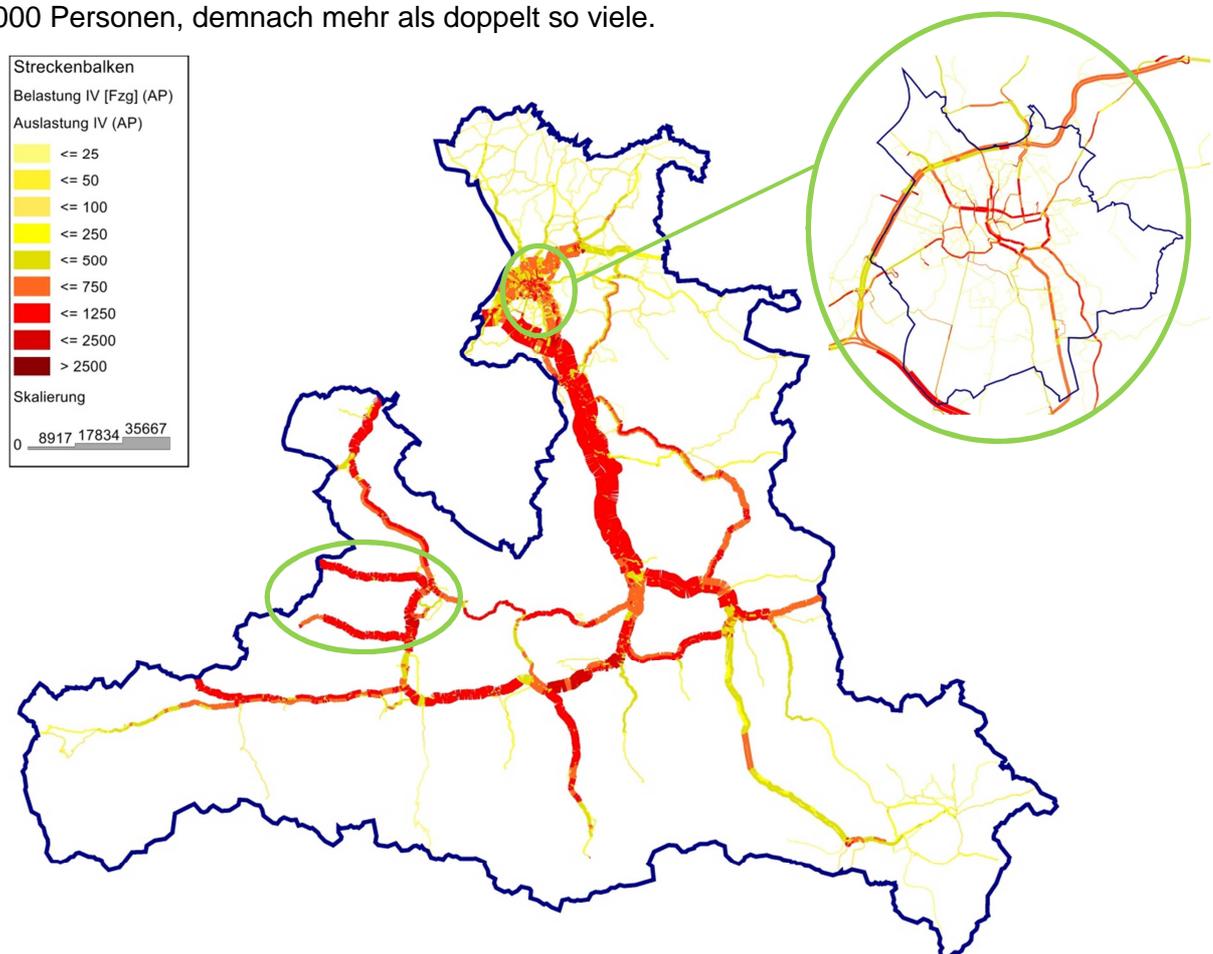


Abbildung 37: Belastungen und Auslastungen der Streckenzüge am Wintersamstag im Betrachtungsgebiet

Die Auswirkungen des Winterfreizeitverkehrs sei anhand eines Beispiels erklärt: Hierfür betrachtet man das Saalachtal (wiederum grün markiert), welches im Winter stark vom Skitourismus geprägt ist, der Abbildung 37 und vergleicht es mit dem selbigen aus Abbildung 33. Die deutliche Zunahme ist klar erkenntlich und begründet sich auf der Vielzahl an großen Skigebieten in dieser Region. Neben den Haupttrouten werden im Winter auch die parallel laufenden Alternativrouten häufiger gewählt, was auf der zunehmenden Verkehrsbelastung beruht und den bereits erreichten Streckenkapazitäten. Auch hier erkennt man, dass der

Durchgangsverkehr nicht abgebildet wird, da die Belastungen zu den Grenzen des Betrachtungsgebietes deutlich abnehmen.

Quellverkehr und Zielverkehr pro Verkehrsbezirk

Bei entsprechender Ortskenntnis, lassen sich deutlich jene Verkehrsbezirke ausmachen welche sich speziell durch ihren Wintertourismus auszeichnen und stellen somit im Winter strukturstarke Bezirke dar.

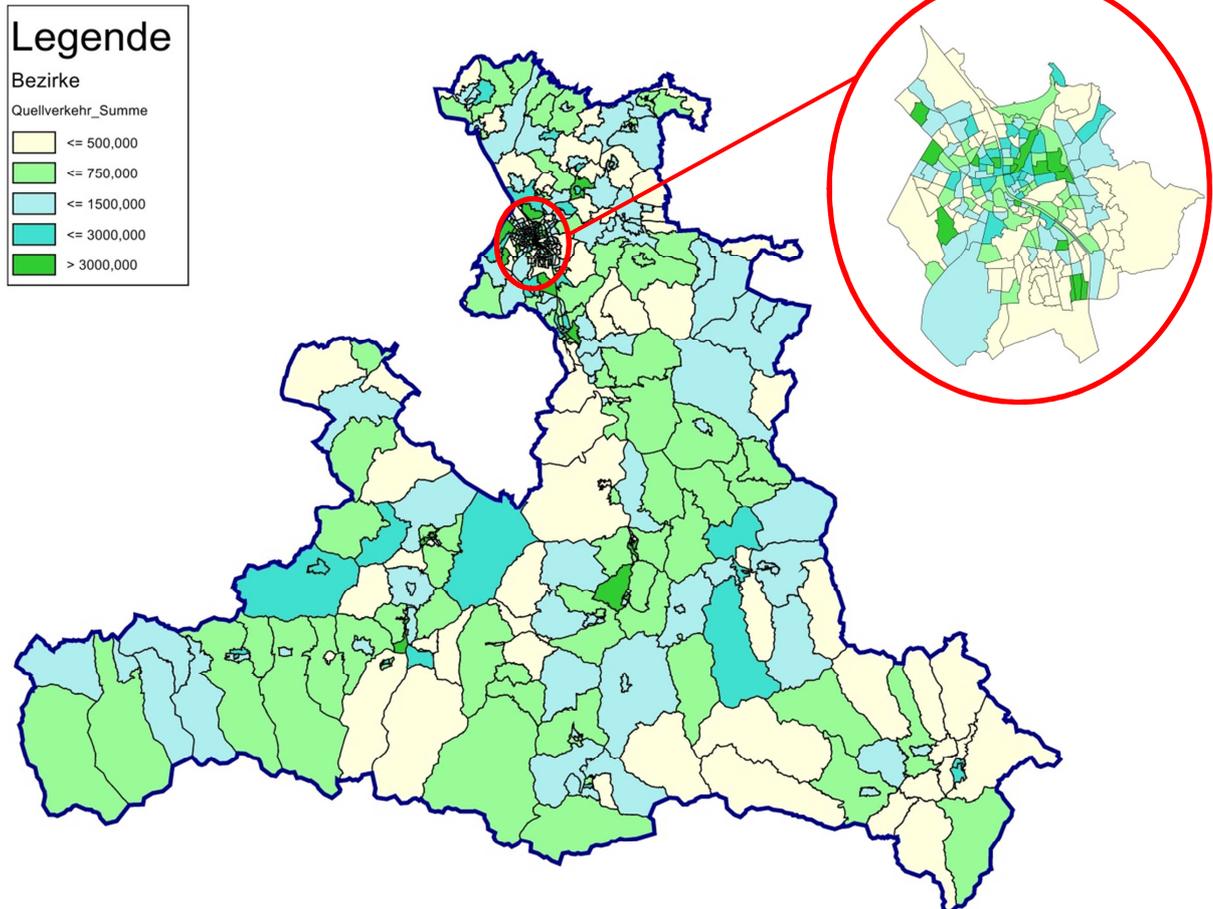


Abbildung 38: Quellverkehr des Binnenverkehrs im Betrachtungsgebiet am Wintersamstag

Auch der Lungau verfügt über strukturstarke Verkehrsbezirke, die durch das Skigebiet Obertauern geprägt sind. Auch das zuvor schon erwähnte Saalachtal tritt im Westen von Salzburg abermals deutlich in Erscheinung.

Wie bereits für den Sommersamstag beschrieben, wurden geschlossene Wegeketten zur Verkehrserzeugung herangezogen, womit der Quellverkehr mehr oder weniger dem Zielverkehr entspricht.

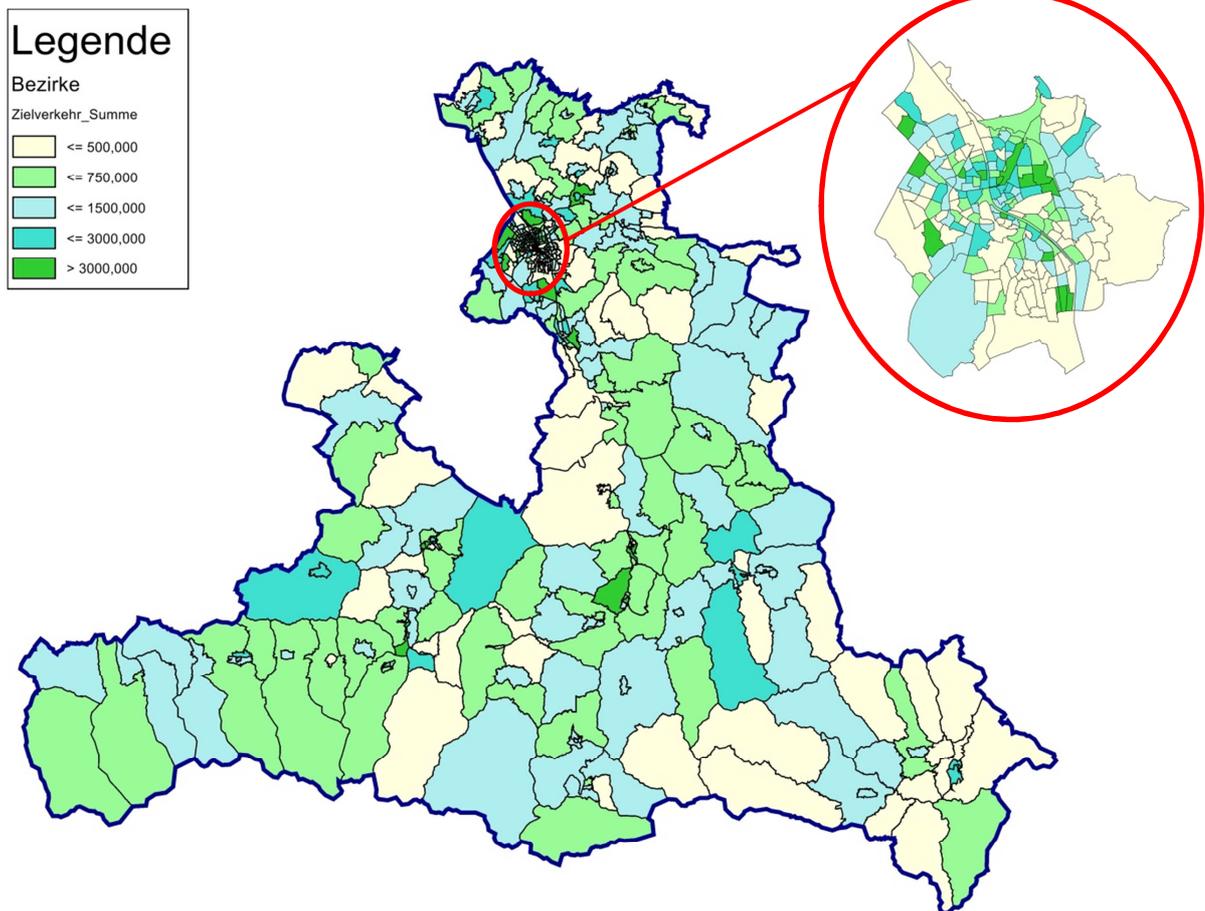


Abbildung 39: Zielverkehr des Binnenverkehrs im Betrachtungsgebiet am Wintersamstag

Da der Zielverkehr lediglich die durch den Binnenverkehr erzeugten Fahrten enthält, werden die Bezirke, welche ein Skigebiet enthalten, deutlich unterrepräsentiert, da die Anfahrten zum Urlaubsort nicht abgebildet werden. Zudem fehlen auch die Ankünfte von Tagesgästen, deren Anzahl auf keinen Fall unterschätzt werden darf.

Matrixspinne

Größere Agglomerationen von starken Verkehrsbeziehungen sind wiederum in Salzburg, Zell am See, Saalfelden, Tamsweg, Mittersill, Bischofshofen, St. Johann im Pongau, Radstadt Hallein oder auch Eugendorf zu verzeichnen. Im Vergleich zur Matrixspinne des Sommersamstags (Abbildung 36) treten nun auch wichtige Verkehrsrelationen von weiter entfernten Bezirken auf. Dies begründet sich darauf, dass 10 % Skipotential innerhalb des Winterfreizeitpotentials vorhanden ist, und somit die Bezirke der Skigebiete, große Verkehrsströme anziehen. Dabei ist besonders zu beachten, dass hier lediglich der Binnenverkehr abgebildet wird. Der Quell-Ziel-Verkehr, sei es nun von anreisenden oder abreisenden Urlaubern oder von Tagesgästen, würde ein deutliches Plus bei den Verkehrsrelationen zu den Bezirken der Skigebiete hervorrufen.

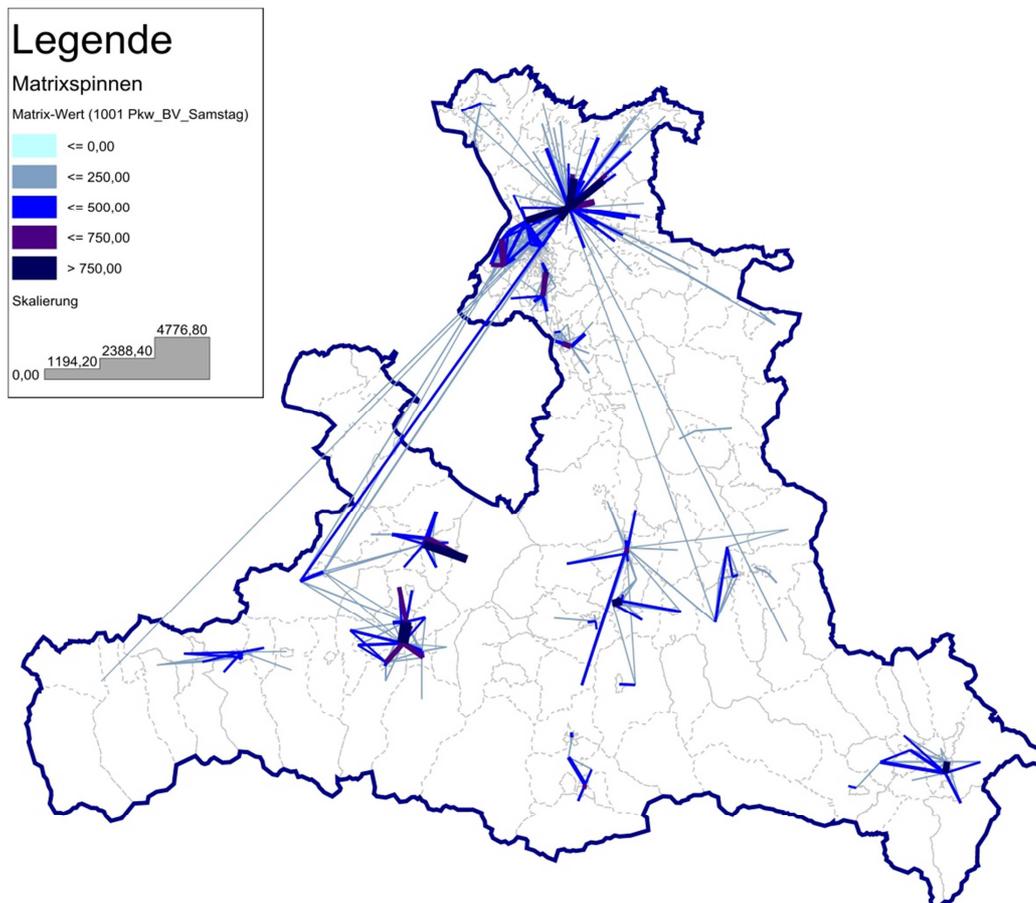


Abbildung 40: Matrixspinne des Binnenverkehrs im Betrachtungsgebiet am Wintersamstag

7.2.3 Differenz bei Variation des Skipotentials

Wie bereits zuvor in dieser Arbeit erwähnt, soll ein Vergleich angestellt werden, wie stark sich die getroffenen Annahmen der Freizeitpotentialberechnungen auf die Umlegungsergebnisse auswirkt. Aus den Annahmen wird eine spezielle herausgepickt und variiert. Es handelt sich dabei um die Annahme, dass das Skipotential 10 % des gesamten Freizeitpotentials im Winter ausmacht. Dieser Wert wird nun auf 5 % minimiert, die übrigen 5 % wiederum auf das Basisfreizeitpotential gelegt. Somit ergeben sich für die Verkehrsbezirke innerhalb des Betrachtungsgebietes neue Freizeitverkehrspotentiale für den Wintersamstag. Die Gewichtung der Freizeitpotentiale ändert sich für den Wintersamstag somit wie folgt:

Freizeitaktivität	Gewichtung Samstag	Beschreibende Strukturgröße
Besuch	34,5%	Einwohner
Kultur (Museen, Sehenswürdigkeiten)	10,0%	Sehenswürdigkeiten
Kultur (Veranstaltung, Events)	8,4%	Einwohnerdichte
Sport (Skiausflüge)	5,0%	Skipotential
Sport (Badeausflüge)	3,0%	Thermen, Hallenbäder
Sonstige sportliche Aktivitäten	16,0%	Sport & Freizeit
Ausgehen / Essen	16,0%	Essen & Trinken
Natur / Wandern	7,1%	Bergtouren

Tabelle 34: Änderung der Gewichtung der Freizeitpotentiale je Strukturgröße im Winter

Es wurde ein Verkehrsmodell für das fünf-prozentige Skipotential extra aufgebaut und mit demselben Verfahrensablauf, wie bereits in Abschnitt 6.2 beschrieben, versehen. Als Resultat bekommt man ebenfalls Belastungen der einzelnen Streckensegmente. In weiterer Folge wurde ein Differenznetz erstellt, welches die Resultate des Verkehrsmodelles mit 5 % Skipotential dem mit 10 % Skipotential vergleicht. Abbildung 41 zeigt die Differenzen der zwei separat berechneten Verkehrsmodelle in absoluten Zahlen. Die Ergebnisse zeigen, dass es zu deutlichen Differenzen an gewissen, spezifischen Streckenabschnitten kommt.

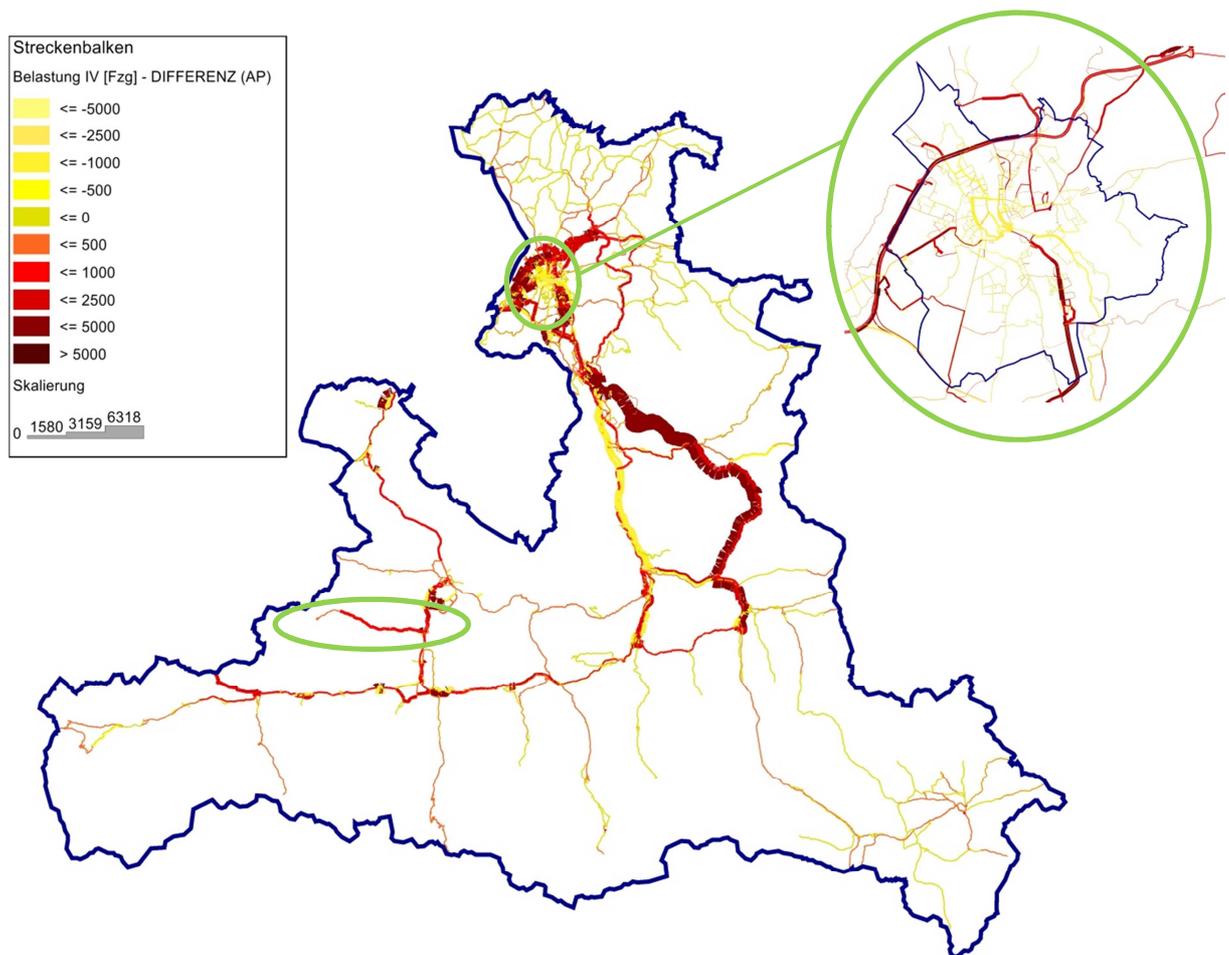


Abbildung 41: Absolute Differenz zwischen dem Verkehrsaufkommen bei 10% und bei 5% Skipotential

Abermals erweist sich das Saalachtal (grüne Markierung) als repräsentatives Beispiel. Die Strecken, in das von Tourismus geprägte Tal, wird mehr belastet, wenn das Skipotential zehn Prozent beträgt im Vergleich zu lediglich 5 % Skipotential.

Am auffälligsten ist jedoch der im dunklen Rot eingefärbte Streckenabschnitt der B162 und B166. Während die Kapazität der parallel laufenden Autobahn (A10) bei 5 % Skipotential noch ausreichend ist, so kommt es bei 10 % Skipotential bereits zu einem Kapazitätsengpass auf der A10, weswegen die östliche Alternativroute häufig gewählt wird. Dabei werden mehr als 3.000 Fahrzeuge je Fahrtrichtung pro Tag mehr über die Alternativroute geschickt. Auch die stadtnahen Autobahnabschnitte weisen deutliche Differenzen auf.

Diese Erkenntnis soll nur allzu deutlich unterstreichen, wie wichtig die richtigen Annahmen, die bereits in der Verkehrserzeugung getroffen werden müssen, für die Qualität des Ergebnisses des Verkehrsmodells ist. Möchte man nun ein detailliertes Samstagsverkehrsmodell aufbauen, so wird eine zu Grunde gelegte umfangreiche Befragung immens wichtig, um nicht schon bei qualitativ getroffenen Annahmen in der Verkehrserzeugung die Qualität des Modells deutlich zu senken.

8 Schlussfolgerungen

8.1 Zusammenfassung

Nachdem anhand der Literaturrecherche das Thema des Freizeitverkehrs in den ersten Teilen dieser Arbeit beleuchtet werden konnte, schließt sich eine eingehende Analyse der Möglichkeiten zur modellmäßigen Abbildung des Freizeitverkehrs an. Dabei stellen sich die Simultan-Modelle im Allgemeinen als günstig heraus. Im Speziellen ermöglicht das Simultan-Verfahren nach Lohse, VISEVA, die beste Abbildung von Verkehrsströmen, welche stark durch den Freizeitverkehr induziert werden. Als Betrachtungstag der modellhaften Anwendung wurde der Samstag gewählt. Zum einen Überlagern sich an Samstagen die Freizeitverkehrsfahrten mit arbeitsinduzierten Fahrten, zum anderen werden auch die An- und Abreisen der Urlauber zumeist an Samstagen realisiert. Es wurde dargelegt, dass somit Samstage durchaus auch als der dimensionierende Wochentag fungieren können. Speziell in den von Touristen beliebten Tälern der Alpen kommt es wesentlich häufiger zu Verkehrsüberlastungen an Samstagen, weswegen das Betrachtungsgebiet der Samstagsverkehrsmodellierung im tourismusstarken Bundesland Salzburg als ideal anzusehen ist.

Des Weiteren wurde in dieser Arbeit der Versuch gestartet, aus einem bis dato lediglich für den Werktag vorliegenden Verkehrsmodell, aus Vermosa 1, ein Samstagsmodell zu generieren. Im Bereich der Angebotsdaten wurden dem ÖV die fehlenden Fahrpläne für den Samstag zum Verhängnis, weswegen die modellhafte Anwendung mittels eines reinen MIV-Modells durchgeführt wurde. Auch die übrigen Datenstrukturen konnten häufig nicht direkt aus dem Werktagsmodell übernommen werden. Während einige Raumstrukturdaten noch übernommen werden konnten, mussten andere wiederum gänzlich neu akquiriert werden. Beispielsweise betrifft dies die Verkaufsflächen, aber speziell auch die Freizeitpotentiale. Jene wurden in einer aufwendigen Berechnung für jeden einzelnen der 469 Bezirke im Betrachtungsgebiet ermittelt. Als größtes Manko präsentieren sich jedoch die Verhaltensstrukturdaten, im Speziellen die Erzeugungsraten und die spezifischen Verkehrsaufkommen, welche im Normalfall aus aufwendigen Befragungen der Bevölkerung im Betrachtungsgebiet errechnet werden. Da jedoch keine Befragung für das Betrachtungsgebiet bezüglich des Samstagverkehrsverhalten durchgeführt wurde, bedurfte es neuartigen, jedoch weniger populären Methoden, um Rückschlüsse auf die Verkehrsverhaltensdaten zu bekommen. So wurde in dieser Arbeit, wie es bis dato in der Literatur nicht zu finden ist, die gesamte Verkehrserzeugung des MIV für die dreizehn unterschiedlichen Quelle-Ziel-Gruppen des Binnenverkehrs bereits vorab berechnet, um in weiterer Folge die Erzeugungsraten, der Quelle-Ziel-Gruppen, der verhaltenshomogenen Personengruppen sowie für die unterschiedlichen verkehrserzeugenden Strukturgrößen berechnen zu können. Auch die werktäglichen Zielgrößen aus Vermosa 1 machen es schwierig, das Samstagsmodell in ausreichendem Maße kalibrieren zu können.

Die Arbeit versucht stets zu betonen, dass eine möglichst fehlerfreie Datengrundlage das Um und Auf des Aufbaus eines Verkehrsmodells ist. Inwiefern die eigens formulierten Umrechnungsalgorithmen demnach fehlerfreie Daten gewährleisten können, muss an dieser Stelle bezweifelt werden. Vielmehr soll unterstrichen werden, dass eine umfangreiche Befragung zum Verkehrsverhalten an Samstagen innerhalb eines großräumigen Betrachtungsgebietes und für eine fehlerfreie Gewährleistung der Daten äußerst essentiell

ist. Dabei ist auf jeden Fall auf die regionalen Unterschiede zu achten. Während das aufgebaute Samstagsmodell lediglich zwischen der Stadt Salzburg und den restlichen Regionen unterscheidet, kann für weiterführende Arbeiten eine genauere Unterteilung der Landkreise erfolgen, um dem Verkehrsmodell noch differenziertere Daten zu Grunde zu legen. Es ist jedoch ein schmaler Grat, auf dem man unweigerlich wandert. Auf der einen Seite verbessert sich zwar das Verkehrsmodell anhand gesicherter Daten enorm. Auf der anderen Seite erhöht sich jedoch ebenfalls der Aufwand der Durchführung der Modellierung in hohem Maße. Der Freizeitverkehr, der durch freie Wahlmöglichkeiten charakterisiert wird, ist in günstiger Art und Weise jedoch zwingend möglichst differenziert zu betrachten. Der Aufwand der Modellierung von Freizeitverkehrsmodellen muss somit stets als größer betrachtet werden als vergleichsweise für Verkehrsmodelle an Werktagen.

Zusammenfassend soll dieser Abschnitt mit einem Flussdiagramm enden, welches die einzelnen Schritte der Verkehrsmodellierung zum wiederholten Male aufzeigt. Die Abbildung zeigt auch die Verhaltensdaten und Raumstrukturdaten, welche für die weitere Vorgehensweise der Nachfragemodellierung notwendig wurden. Wie bereits in dieser Arbeit beschrieben, konnten einige Daten aus einem vorliegenden Werktagsmodell übernommen werden, einige andere wiederum mussten selbst berechnet werden. Das vorhandene Verkehrsangebot bildet die Basis für die durchgeführten Schritte der Verkehrsmodellierung.

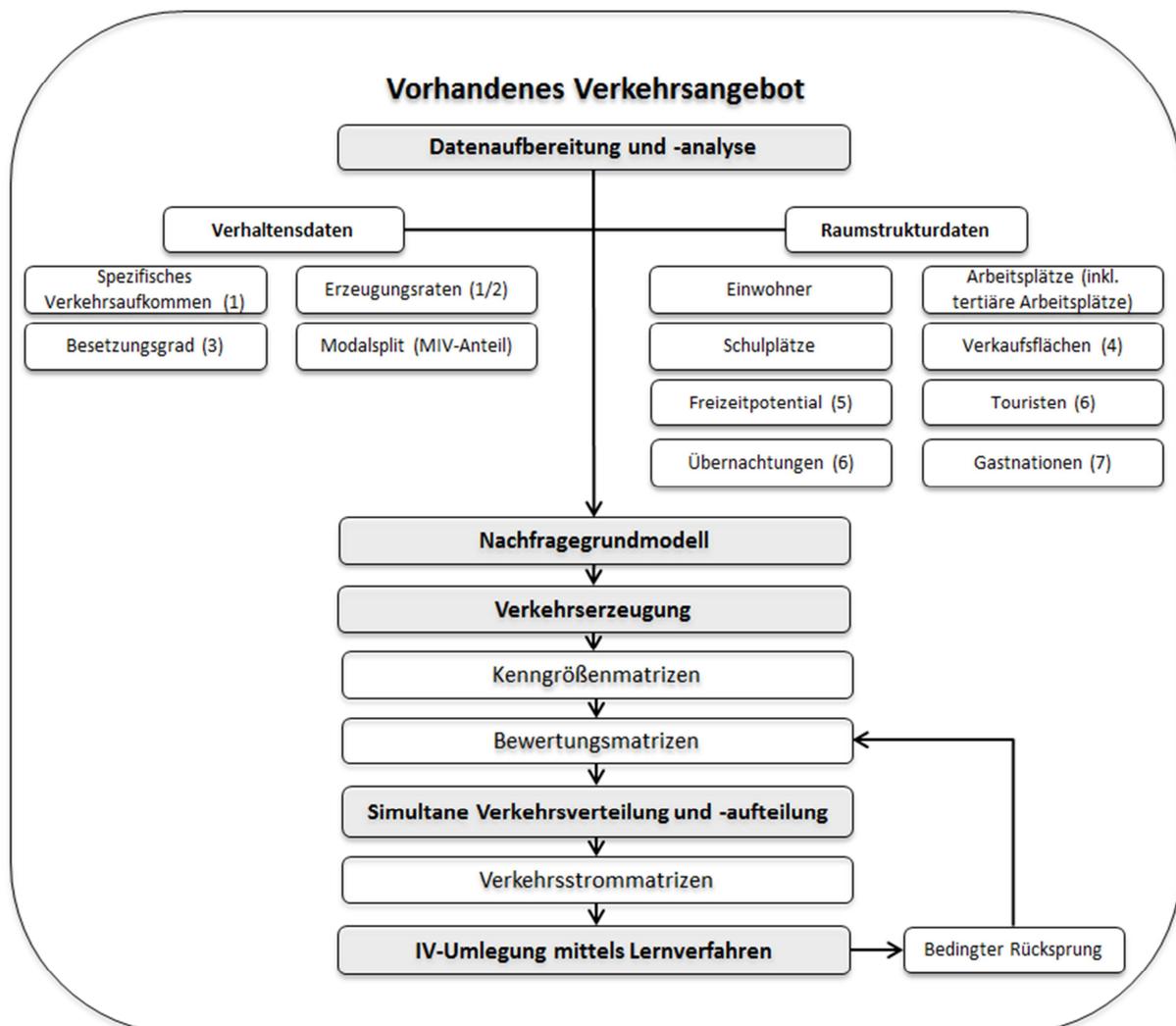


Abbildung 42: Flussdiagramm der Verkehrsmodellierung des Samstagverkehrs mittels VISEVA

Die nachfolgende Tabelle soll zudem die nummerierten Elemente näher beschreiben und insbesondere die Dateinamen der Dateien, welche im digitalen Anhang einzusehen sind, beinhalten. Der Anteil der Dateien, welche zur Ermittlung der Erzeugungsraten dienen, ist nicht nur quantitativ am größten. Auch der Aufwand bei der Erstellung dieser Arbeit, ist im Bereich der Erzeugungsraten am umfangreichsten gewesen.

Fortlaufende Nummerierung	Dateinamen des digitalen Anhangs
1.1	Sommer_Verhaltensdaten.xlsx
1.2	Winter_Verhaltensdaten.xlsx
1.3	Winter5%_Verhaltensdaten.xlsx
1.4	Ketten_Guard.xlsx
2.1	QZG01_WA_ErzeugungsratenErmittlung.xlsx
2.2	QZG02_WD_ErzeugungsratenErmittlung.xlsx
2.3	QZG03_WB_ErzeugungsratenErmittlung.xlsx
2.4	QZG04_WE_ErzeugungsratenErmittlung.xlsx
2.5	QZG05_WF_ErzeugungsratenErmittlung.xlsx
2.6	QZG06_WS_ErzeugungsratenErmittlung.xlsx
2.7	QZG07_AW_ErzeugungsratenErmittlung.xlsx
2.8	QZG08_DW_ErzeugungsratenErmittlung.xlsx
2.9	QZG09_BW_ErzeugungsratenErmittlung.xlsx
2.10	QZG010_EW_ErzeugungsratenErmittlung.xlsx
2.11	QZG011_FW_ErzeugungsratenErmittlung.xlsx
2.12	QZG012_SW_ErzeugungsratenErmittlung.xlsx
2.13	QZG013_SS_ErzeugungsratenErmittlung.xlsx
2.14	QZG01_WA_ErzeugungsratenErmittlung_Winter.xlsx
2.15	QZG02_WD_ErzeugungsratenErmittlung_Winter.xlsx
2.16	QZG03_WB_ErzeugungsratenErmittlung_Winter.xlsx
2.17	QZG04_WE_ErzeugungsratenErmittlung_Winter.xlsx
2.18	QZG05_WF_ErzeugungsratenErmittlung_Winter.xlsx
2.19	QZG06_WS_ErzeugungsratenErmittlung_Winter.xlsx
2.20	QZG07_AW_ErzeugungsratenErmittlung_Winter.xlsx
2.21	QZG08_DW_ErzeugungsratenErmittlung_Winter.xlsx
2.22	QZG09_BW_ErzeugungsratenErmittlung_Winter.xlsx
2.23	QZG010_EW_ErzeugungsratenErmittlung_Winter.xlsx
2.24	QZG011_FW_ErzeugungsratenErmittlung_Winter.xlsx
2.25	QZG012_SW_ErzeugungsratenErmittlung_Winter.xlsx
2.26	QZG013_SS_ErzeugungsratenErmittlung_Winter.xlsx
2.27	QZG01_WA_ErzeugungsratenErmittlung_Winter_5%.xlsx
2.28	QZG02_WD_ErzeugungsratenErmittlung_Winter_5%..xlsx

Fortlaufende Nummerierung	Dateinamen des digitalen Anhangs
2.29	QZG03_WB_ErzeugungsratenErmittlung_Winter_5%..xlsx
2.30	QZG04_WE_ErzeugungsratenErmittlung_Winter_5%..xlsx
2.31	QZG05_WF_ErzeugungsratenErmittlung_Winter_5%..xlsx
2.32	QZG06_WS_ErzeugungsratenErmittlung_Winter_5%..xlsx
2.33	QZG07_AW_ErzeugungsratenErmittlung_Winter_5%..xlsx
2.34	QZG08_DW_ErzeugungsratenErmittlung_Winter_5%..xlsx
2.35	QZG09_BW_ErzeugungsratenErmittlung_Winter_5%..xlsx
2.36	QZG010_EW_ErzeugungsratenErmittlung_Winter_5%..xlsx
2.37	QZG011_FW_ErzeugungsratenErmittlung_Winter_5%..xlsx
2.38	QZG012_SW_ErzeugungsratenErmittlung_Winter_5%..xlsx
2.39	QZG013_SS_ErzeugungsratenErmittlung_Winter_5%..xlsx
3	Besetzungsgrad.xlsx
4	Verkaufsraumflächen.xlsx
5.1	Basispotential.xlsx
5.2	Sommer_Freizeitpotential.xlsx
5.3	Winter_Freizeitpotential.xlsx
5.4	Winter_Freizeitpotential_5%.xlsx
6	Touristen_Übernachtungen.xlsx
7	Gastnationen.xlsx

Tabelle 35: Dateinamen der Berechnungstabellen des digitalen Anhangs

8.2 Ausblick

Noch nicht alle Möglichkeiten des Programmsystems VISEVA wurden in der vorliegenden Arbeit ausgenutzt. So wurden weder die Bewertungsparameter kalibriert noch die Verkehrsaufteilung auf mehrere Modi angewandt. Durch weitere praktische Erprobungen mit den vertieften Ansätzen des EVA-Moduls könnten weitere Erfahrungen gesammelt und Forschungsarbeiten initiiert werden. Für vertiefende Untersuchungen des Themengebietes dieser Arbeit kann somit empfohlen werden, Befragungen und Forschungen zu Freizeitverhalten an sich zu intensivieren. Nachstehende und abschließende Tabelle 36 soll als Empfehlung angesehen werden können, welche Bausteine zur Freizeitverkehrsmodellierung, an einem Samstag, vorhanden sein sollten um eine einwandfreie und lückenlose Modellierung realisieren zu können. Die Aufzählung stützt sich auf den in dieser Arbeit gewonnenen Erfahrungen im Umgang mit der Nachfragemodellierung mittels VISEVA. Wählt man jedoch einen anderen Typus um die Nachfrage zu modellieren, so sind womöglich abweichende Kennwerte und Datenstrukturen bereitzustellen.

Empfohlene Datengrundlage für die Freizeitverkehrsmodellierung an Samstagen mittels VISEVA	
Strukturdaten	Beschreibung und Empfehlung
Einwohner	Eine aktuelle Volkszählung sollte als Grundlage für ein valides Verkehrsmodell zur Verfügung stehen.
Beschäftigte	Die Anzahl der Beschäftigten an Samstagen ließe sich durch eine geeignete Befragung eruieren.
Arbeitsplätze	Jegliche Arbeitsplätze (auch im tertiären Sektor), welche auch an Samstagen besetzt werden müssen, gilt es zudem herauszufinden.
Ausbildungsplätze	In dieser Arbeit wurden Schulplätze für diese Kategorie herangezogen. Günstiger wären hingegen Ausbildungsplätze zu erörtern, welche speziell an Samstagen Kurse anbieten.
Verkaufsraumflächen (m ²) nach Branchen	In dieser Arbeit liegt eine empfehlenswerte Informationsbasis vor, indem die Verkaufsflächen nach Branchen klassifiziert werden.
Freizeitverkehrspotential	Die Anwendung eines Freizeitverkehrspotentials kann als positiv bewertet werden. Eine Unterscheidung in ein Freizeitpotential für die Einwohner des Betrachtungsgebietes und die Touristen am Urlaubsort erscheint jedoch sinnvoll zu sein.
Freizeitaktivitäten	Zur Ermittlung eines Freizeitpotentials müssen geeignete Freizeitaktivitäten ausgewählt werden, welche mit beschreibenden Strukturgrößen hinterlegt werden. Der Einfluss der einzelnen Freizeitaktivitäten auf das Potential kann aus Befragungen gewonnen werden.
Touristische Ziele	Eine umfangreichere Recherche der touristischen Ziele und Sehenswürdigkeiten im Betrachtungsgebiet ist von Nöten. Dabei soll wie in dieser Arbeit auf Besucherzahlen zurückgegriffen werden können.
Freizeitinfrastruktur	Die Standorte von Freizeitinfrastrukturen (Sportmöglichkeiten, Bademöglichkeiten, Wanderwege etc.) gilt es detailliert herauszufinden. Die Auslastungen derer würden weitere Informationen mit sich bringen.
Ausgelmöglichkeiten	Standorte von Restaurants, Bars, Diskotheken und dergleichen.
Skiinfrastrukturen	Die Beweggründe für die Auswahl eines Skigebietes könnten differenzierter ermittelt werden, um ein Skipotential genauer analysieren zu können. Beförderungskapazitäten der Lifte könnten zusätzliche Modellierungsinformationen bringen.
Raumstruktur	Anhand der Raumstruktur, wie Flächennutzungstypen oder Vegetationstypen ließen sich Aktivitäten wie Wandern und Spazieren gehen leichter abschätzen.
Übernachtungen	Die Übernachtungen standen für diese Arbeit nur für den gesamten Monat zur Verfügung; Tageswerte würden die Modellierung erleichtern.
Urlauber Anreise/Abreise	Die Anzahl der Gastnationen sind für diese Arbeit bekannt, jedoch wäre es wünschenswert, wenn man wissen würde, wie sich diese im Betrachtungsgebiet verteilen. Auch die Anzahl der anreisenden und abreisenden Personen wäre als Tageswert sehr wertvoll.

Empfohlene Datengrundlage für die Freizeitverkehrsmodellierung an Samstagen mittels VISEVA	
Verhaltensdaten	Beschreibung und Empfehlung
Einteilung der VHG	Für den Binnenverkehr bilden 13 VHG eine gute Basis, die Touristen genauer zu klassifizieren (nach Alter, Pkw-Verfügbarkeit) erscheint jedoch empfehlenswert, da unterschiedliches Verhalten zu erwarten sind.
Einteilung der QZG	Die hier angewandte 13er Einteilung könnte durch weitere Aktivitätenpaare (EF, FE, EE, FF) erweitert werden. Inwiefern die Ausbildungsfahrten an Samstagen eine Rolle spielen gilt es zudem zu erörtern.
Spezifisches Verkehrsaufkommen	Bereits mehrmals wurde darauf hingewiesen, dass die Werte des SV durch Befragungen den Samstagverkehr betreffend akquiriert werden sollten.
Erzeugungsraten	Diese Arbeit zeigt, dass sich die Erzeugungsraten berechnen lassen, wobei empirische Annahmen zu Grunde gelegt werden. Anhand von geeigneten Befragungen lassen sich die Erzeugungsraten direkt ermitteln.
Wege von Touristen	Das Verhalten der Touristen am Urlaubsort sollte durch Befragungen näher bestimmt werden.
Tagesgäste	Durch Befragungen ließe sich das Ausmaß an Tagesgästen, sowie deren Verhalten eruieren, um diese für den Quell-Ziel-Verkehr berücksichtigbar zu machen.
Tagesganglinien	Um die Spitzenstunden der an- und abreisenden Urlauber genauer betrachten zu können, werden Ganglinien notwendig, die es zu ermitteln gilt.
Besetzungsgrade	In dieser Arbeit wurden die Besetzungsgrade für den Samstag hochgerechnet, wohingegen anhand einer Befragung jene gezielt ermittelbar ist.
Modalsplit	Diese Arbeit musste auf den Modalsplit des werktäglichen Basismodells zurückgreifen. Eine erhöhte Qualität kann man erzielen, wenn speziell für den Samstag vorliegende Verkehrsaufteilungen auf unterschiedliche Modi vorliegen.
Netzdaten	Beschreibung und Empfehlung
Netzangebotsdaten	Die Netzdaten dieser Arbeit können als ausreichend und in sich schlüssig bewertet werden.
Abbildung des ÖV	Zur Abbildung des öffentlichen Verkehrs, müssen Fahrpläne hinterlegt werden.
Kalibrationsdaten	Beschreibung und Empfehlung
Reiseweitenverteilung	Anhand einer Reiseweitenverteilung innerhalb des Betrachtungsgebiets ließe sich das Modell kalibrieren.
Reisezeitenverteilung	Analog dazu hilft auch eine Reisezeitenverteilung bei der Kalibration.
Modalsplit	Wird der ÖV mitberücksichtigt, kann der Modalsplit als Kalibrationsgröße dienen.

Tabelle 36: Empfohlene Datengrundlage bei intensiverer Freizeitverkehrsmodellierung an Samstagen mittels VISEVA

Glossar - Begriffsbestimmung

Aggregierte Verkehrsmodelle:	Das Verkehrsverhalten der Verkehrsteilnehmer soll lediglich durch äußere Merkmale bestimmt werden.
Aktivitäten:	Außerhäusliche Aktivitäten stellen die Ursache für Mobilität dar, man unterscheidet in die Aktivitäten: Arbeit, Einkauf, Ausbildung, Freizeit, Wohnung.
Aktivitätenketten:	Beschreibt eine Folge von Aktivitäten die lediglich an verschiedenen Orten realisiert werden können, bei Standard-4-Stufen-Modellen und EVA-Personenverkehrs-Modellen entspricht eine Aktivitätenkette genau einem Aktivitätenpaar.
Aktivitätenpaar:	Ein Aktivitätenpaar entspricht dem Weg zwischen zwei aufeinander folgenden Aktivitäten im Tagesablauf einer Person.
Alltäglicher Freizeitverkehr:	Freizeitverkehr, der im üblichen und unmittelbaren alltäglichen Wohn- und Arbeitsumfeld stattfindet, spricht routine- und regelmäßige Wege mit einschließt.
Angebotsdaten:	Daten, welche die zu betrachtende Verkehrsarten näher beleuchten, enthalten Fahrplandaten, Liniennetze, Informationen aus Straßendatenbanken.
Aufwandsmatrizen:	Werden aus den Angebotsdaten, welche das Angebots-/Netzmodell bildet, berechnet und beschreiben den vorhandenen Verkehrsaufwand (z.B. Reisezeit, Entfernung, Kosten) zwischen den Verkehrsbezirken des Untersuchungsraumes.
Besetzungsgrad:	Gibt die Anzahl der Personen pro Kfz an und dient damit im Modell der Umrechnung von Ortsveränderungen von Personen zu MIV-Fahrzeugfahrten, wobei der Besetzungsgrad nach QZG differenziert werden kann.
Bewertungsmatrizen:	Werden bei der Berechnung der Stufe Bewertung von Nachfragemodellen des Typs EVA-P eingesetzt.
Disaggregierten Verkehrsmodelle:	Das zu modellierende Verkehrsgeschehen wird stark bezüglich verhaltenshomogener Personengruppen und Aktivitäten differenziert.
Diskrete Entscheidungsmodelle:	Eine Person muss sich in der Regel zwischen sich einander ausschließenden Alternativen entscheiden.
Erzeugungsrate:	Gibt die Ortsveränderungen an, die je nach Strukturgröße pro Tag angezogen werden (für alle QZG separat).

Freizeit:	Es ist die freie Zeit gemeint, die nicht durch Arbeit, Berufsnebenzeiten, körperliche Regeneration, Fahrten von und zur Arbeit und durch soziale Verpflichtungen okkupiert wird, die aber dennoch komplett autonom und ohne jeglicher Zwänge freiwillig durchgeführt werden.
Freizeitverkehr:	Freizeitverkehr ist Verkehrszweck, der im Rahmen von außerhäuslichen Aktivitäten unter dem Vorzeichen des relativen Freiseins von Verpflichtungen durchgeführt wird.
Ganglinien:	Stellen den Verlauf einer Variablen (z.B. Verkehrsstärke) über einen definierten Zeitraum (z.B. Tag) dar.
Individualverkehr:	Verkehre mit PKW, Motorrad, Fahrrad und zu Fuß.
Kalibrierungsdaten:	Zählraten zur Gegenüberstellung der Modellgenauigkeit mit der Realität.
Kenngößenmatrizen:	Stellen die Kenngrößen (z.B. Reisezeit) zwischen Bezirken oder Oberbezirken dar.
Kurzreiseverkehr:	Freizeitfahrt, welcher sich auf einen Urlaub bezieht, der sich über eine Dauer von 2 bis 4 Tagen erstreckt.
Mobilitätsrate:	Die Mobilitätsrate einer Personengruppe ist definiert als mittlere Anzahl der Ortsveränderungen pro Tag und Person, siehe spezifische Verkehrsaufkommen.
Modal Split:	Entspricht der Verkehrsmittelaufteilung: Verteilung der Verkehrsbewegungen (Personenwege, Verkehrsleistung etc.) nach Anteilen der unterschiedlichen Verkehrsmitteln (ÖV, MIV, nMIV) in Prozent.
Motorisierter Individualverkehr:	Verkehre mit PKW oder Motorrad.
Multinominales Logit-Modell:	Diskretes Wahlmodell mit mehreren Auswahlalternativen, wobei die Logit-Modellannahmen gelten.
Nachfragematrizen:	Gibt die Zahl der Ortsveränderungen zwischen Bezirken wider und werden verkehrsmittelspezifisch aus Strukturdaten berechnet und mit Verkehrsbefragungen abgeglichen, eine Differenzierung erfolgt nach Nachfragesegmenten.
Nachfrageschichten:	Verbinden Aktivitätenketten und Personengruppen.
Nested-Logit-Modell:	Diskretes Wahlmodell mit mehreren Auswahlalternativen auf Basis der Logit-Modellannahmen. Die Wahlentscheidungen werden von Weg zu Weg innerhalb einer Kette jeweils neu generiert, wobei die Wirkungen späterer Wahlmöglichkeiten übernommen bzw. mitgeführt werden. Das heißt: Wird für den ersten

	Weg einer Kette der ÖV gewählt, so kann der zweite Weg nicht mit dem MIV realisiert werden.
Nicht alltäglicher Freizeitverkehr:	bezeichnet Ausflüge, welche zumindest einen Tag andauern und räumlich über das Wohn- und Arbeitsumfeld hinausgehen, häufig auch als Erlebnisfreizeitverkehr bezeichnet.
Öffentlicher Personennahverkehr:	Nahverkehr mit Bahnen und Bussen, auch als ÖPNV bezeichnet.
Öffentlicher Verkehr:	Verkehr mit Bahnen und Bussen, auch als ÖV bezeichnet.
Personengruppen:	Teilt die Bevölkerung in homogene Gruppen ein, welche durch unterschiedliches Verkehrsverhalten charakterisiert werden.
Quelle-Ziel-Gruppen:	Entsprechen verhaltenshomogenen Schichten, die anhand von Ortsveränderungen zwischen den zu betrachtenden Aktivitäten gekennzeichnet werden, analog der Aktivitätenpaare.
Quelle-Ziel-Gruppen-Typen:	Es existieren drei unterschiedliche Quelle-Ziel-Gruppen-Typen, die in Abhängigkeit zum Heimatbezirk stehen. Der Berechnungsansatz der Verkehrserzeugung des Kennwertmodells variiert je nach Typus.
Randsummenausgleich:	Gleicht die Differenzen zwischen Quell- und Zielverkehr der Bezirke aus, dafür existieren weiche, harte, elastische und offene Randsummenbedingungen und wird entweder im Anschluss an die Verkehrserzeugung oder an die Verkehrsverteilung und Moduswahl ausgeführt.
Raumstrukturdaten:	Bilden die Potentiale der einzelnen Verkehrsbezirke ab (Einwohneranzahl, Anzahl der Erwerbstätigen etc.).
Simultaner Entscheidungsablauf:	Verkehrsteilnehmer führen jegliche modellmäßigen Entscheidungen auf einmal durch, was durch Rückkopplungen realisiert wird.
Spez. Verkehrsaufkommen:	Das Spezifische Verkehrsaufkommen spiegelt die Ortsveränderungen wider, welche je Bezugsperson erzeugt werden (für alle QZG separat); äquivalent zur Mobilitätsrate.
Strukturdaten:	Daten über Einwohner, Arbeitsplätze, Anziehungspotentiale etc. der einzelnen Verkehrsbezirke.
Strukturgröße:	Eine Strukturgröße ist ein Maß für die Attraktivität eines Bezirks als Quelle oder Ziel einer Fahrt, zum Beispiel die Verkaufsfläche für den Einkaufsverkehr, Bettenanzahl

	für den Urlauberverkehr oder die Anzahl der Schulplätze.
Strukturpotential:	Ergibt sich aus dem Wert der Strukturgröße und der zugehörigen Erzeugungsrate.
Sukzessiver Entscheidungsablauf:	Es werden von den Verkehrsteilnehmer Einzelentscheidungen getroffen, die auf einander aufbauen und in einer bestimmten Reihenfolge abgearbeitet werden.
Tagesausflugsverkehr:	Freizeitverkehr, welcher an lediglich einem gesonderten Tag durchgeführt wird, ohne Übernachtung.
Tagesganglinien:	Beschreiben den Verlauf der Verkehrsstärke über den Tag, wobei signifikante Unterschiede der Verläufe je nach QZG erkennbar sind.
Urlaubsverkehr:	Freizeitfahrt, welche sich auf einen Urlaub bezieht, der länger als 4 Tage durchgeführt wird.
VHG:	Verhaltenshomogene Personengruppen unterscheiden Personengruppen nach ihren Verhaltensweisen, differenziert beispielsweise nach dem Alter, Erwerbstätigkeit und PKW-Verfügbarkeit.
Verkehr am Urlaubsort:	Verkehr, der von Touristen direkt am Urlaubsort produziert wird.
Verkehrsangebot:	Den Verkehrsteilnehmern angebotene Einrichtungen an Verkehrsinfrastruktur, Verkehrsmittel, Betrieb und Organisation des Verkehrsablaufs zur Realisierung von Fahrten.
Verkehrsaufteilung:	Verteilung des Verkehrs auf die einzelnen Verkehrsmittel.
Verkehrserzeugung:	Menge aller Wege, die von einer oder mehreren Zellen eines Verkehrsgebietes erzeugt werden.
Verkehrskennwerte:	Enthalten die Beschreibung des Verkehrsverhaltens (Wegemuster, Besetzungsgrad, spezifisches Verkehrsaufkommen).
Verkehrsmittel:	Art des Mittels der Fortbewegung von Personen oder Gütern, definiert durch Bewegungsart, Fahrzeug, Fahrweg und Organisationsform (ÖV, MIV, nMIV).
Verkehrsnachfrage:	Entsteht, wenn eine Folge von Aktivitäten (Wohnen - Arbeiten - Einkaufen - Wohnen) nicht am selben Ort ausgeübt werden kann und daher ein Ortswechsel notwendig ist.
Verkehrsstrommodelle:	Bestimmen die Verkehrsströme zwischen jeweils zwei Verkehrszellen für jedes zu betrachtende Verkehrsmittel.

Verkehrssystem:	Bezeichnung des Verkehrsmittels in VISUM.
Verkehrsumlegung:	Schritt nach der Verkehrserzeugung, bei welchem der erzeugte Verkehr nach Kriterien der Attraktivität im Betrachtungsgebiet auf die jeweils attraktivste Strecke gelegt wird. Daraus resultieren die Streckenbelastungen.
Verkehrsverteilung:	Verteilung des Verkehrs auf die möglichen Zielzellen.
Verkehrszelle:	Entspricht der kleinsten Einheit der Gebietseinteilung. Die Größe einer Zelle kann sich dabei sowohl nach der Einwohner- bzw. Beschäftigtendichte als auch nach dem Vorhandensein wichtiger Einrichtungen sowie Begrenzungen durch bauliche oder natürliche Hindernisse richten.
Verkehrszweck:	Motiv zur Ortsveränderung, welche in der Regel durch die Tätigkeit am Standortes des Zieles bestimmt wird (ausgenommen für den Weg nach Hause).
VISUM:	Programmsystem der PTV AG Karlsruhe zur Routensuche und Umlegung.
Weg:	Entspricht einer Ortsveränderung zwischen zwei räumlich und zeitlich getrennten Aktivitäten. Ein Weg kann dabei mehrere Ortsveränderungen am Stück beinhalten, wie dem Zugang zu einem Verkehrsmittel, der anschließenden Fahrt und dem Abgang vom Verkehrsmittel zum Ziel.
Wegekette:	Beschreibt eine Folge von mehreren Wegen, wobei eine geschlossene Wegekette stets am Ausgangspunkt, meist der Wohnung, endet.
Wegekettenmodelle:	Verfolgen das Bestreben, gesamte Wegekette einer Person über einen definierten Zeitraum zu simulieren.

Literaturverzeichnis

Bezirke von Salzburg;

<http://www.uwendler.de/abtenau/wissen/salzburg.htm>

[Download am 20.07.2011 – 09:15].

Boden M.: (2007) *Nachfragemodellierung mit Viseva für die fiktive Stadt „Visalia“*, Institut für Wirtschaft und Verkehr – Technische Universität Dresden, Dresden.

Dugge B.: (2006). *Ein simultanes Erzeugungs-, Verteilungs-, Aufteilungs- und Routenwahlmodell (EVA-U)*, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr – Technische Universität Dresden, Dresden.

Fastenmeier W., Gstalter H. und Lehnig U.: (2001). *Subjektiver Freizeitbegriff und Mobilitätsmuster – Ergebnisse einer bundesweiten Haushaltsbefragung*, Bericht aus dem Institut „mensch - verkehr – umwelt“, 1, München.

Fastenmeier W., Gstalter H. und Lehnig U.: (2003). *Motive und Handlungsansätze im Freizeitverkehr*, Springer Verlag, Berlin.

Fellendorf M. (2010). *Skriptum - Verkehrsplanung*, Institut für Straßen- und Verkehrswesen – Technische Universität Graz, Graz.

Freyer W., Groß S.: (2003). *Tourismus und Verkehr – Die Wechselwirkungen von mobilitätsrelevanten Ansprüchen von touristischen Reisenden und Angeboten touristischer Transportunternehmen*, Diskussionsbeitrag aus dem Institut für Wirtschaft und Verkehr der TU Dresden, Dresden.

Friedrich M. (2011) *Wie viele? Wohin? Womit? Was können uns Verkehrsnachfragemodelle wirklich sagen?*, HEUREKA `11 – Optimierung in Verkehr und Transport, Stuttgart.

Fuhrer U. und Kaiser F. (1994) *Multilokales Wohnen: Psychologische Aspekte der Freizeitmobilität*, H. Huber Verlag, Göttingen.

Grössel S., Fellendorf M., Marauli A. (2010). *IV2Splus – GUARD – Guaranteed Ride Home*, Steirische Verkehrsverbund GmbH, Institut für Straßen- und Verkehrswesen – Technische Universität Graz, Graz.

GVP2025 - Die Konzeption;

<http://www.gvp2025.de/open/ap7.html>

[Download am 25.07.2011 – 15:30].

Klassen, N. (2001) *Einfluss der Information auf die individuelle Freizeitmobilität*, Technische Universität München, München.

Köhler U. und Wermuth M.: (2001) *Analysen der Anwendung von Verkehrsnachfragemodellen*, Heft 804 – Forschung, Straßenbau und Straßenverkehrs-technik, Bundesministerium für Verkehr, Bonn.

Lamprecht M. und Stamm H.: (1994). *Die soziale Ordnung der Freizeit*, Seismo Verlag, Zürich.

Lanzendorf M.: (2001). *Freizeitmobilität – Unterwegs in Sachen sozial-ökologischer Mobilitätsforschung*, Materialien zur Freizeit- und Fremdenverkehrsgeographie 59, Trier.

Légeret, B. (2006) *Touristische Ausstattung und Abonnementspreise in Skigebieten*, Diplomarbeit, IVT ETH Zürich, Zürich.

Lohse D.: (1997) *Ermittlung von Verkehrsströmen mit n-linearen Gleichungssystemen unter Beachtung von Nebenbedingungen einschließlich Parameterschätzung*, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr – Technische Universität Dresden, Dresden.

- Lohse D., Scheider R.: (1997) *Vergleichende Untersuchungen der aggregierten und disaggregierten Verkehrsplanungsmodelle*, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr – Technische Universität Dresden, Dresden.
- Lohse D.: (1998) *Beschreibung des EVA-Modells*, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr – Technische Universität Dresden, Dresden.
- Lüking J.: (1997). *Perspektiven des Freizeitverkehrs – Ausprägungen und Entwicklung*, Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft, Reihe B, Heft B 192, Bergisch Gladbach.
- Meier R.: (2000). *Nachhaltiger Freizeitverkehr*, Rüegger Verlag, Zürich.
- Nachfrageberechnungsverfahren;
<http://www.ptv.de/software/verkehrsplanung-verkehrstechnik/software-und-system-solutions/visum/zusatzmodule/modulbeschreibung-im-detail/nachfrageberechnungsverfahren/>
[Download am 28.06.2011 – 12:30].
- Nachfrageberechnungsverfahren;
www.modelle.clearingstelle-verkehr.de/2/
[Download am 27.06.2011 – 13:30].
- Oetting A.: (2002). *Angebotsabhängige Modellierung der reisezweckspezifischen Verkehrserzeugung und ihre Anwendung auf den städtischen Freizeitverkehr*, – Technische Hochschule Aachen, Aachen.
- Ohnmacht T.: (2008). *Freizeitverkehr innerhalb der Schweizer Agglomerationen*, ITW Working Paper Series, Mobilität 001/2008, Hochschule Luzern – Wirtschaft, Luzern.
- Opaschowski Horst W.: (2008). *Einführung in die Freizeitwissenschaft*, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- PTV Planung Transport Verkehr AG: (2006). *Integriertes Verkehrsentwicklungskonzept für die Region Usedom - Wollin*, PTV AG, Heringsdorf.
- PTV Planung Transport Verkehr AG. (2010) *VISUM 11.5 - Grundlagen*, Karlsruhe.
- PTV Planung Transport Verkehr AG. (2010) *VISUM 11.5 - Benutzerhandbuch*, Karlsruhe.
- Regionsinfo und Strukturgrößen – Land Salzburg;
<http://www.urlauburlaub.at/salzburg/>
[Download am 13.09.2011 – 10:45].
- Rieser M. (2004) *Berechnung von Nachfragematrizen mit VISEM*, Semesterarbeit, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich.
- RVS 02.01.13 (2010) *Verkehrserzeugung von Einkaufszentren und Multifunktionalen Zentren*, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr (FSV), Wien.
- Sammer G., Röschel G., Gruber C.: (2009). *Verkehrsmodell Salzburg VERMOSA*, EU-Projekt Interreg IIIA EUregionales Reiseinformationssystem „Saalachtal-Intermodal“ (EURISS) - Teilprojekt, Graz.
- Sammer G.: (2010). *Grundlagen der Verkehrsplanung und Verkehrspolitik*, Institut für Verkehrswesen– Universität für Bodenkultur Wien, Wien.
- Schlich R., Axhausen K.W.: (2002) *Wohnumfeld und Freizeitverkehr – eine Untersuchung zur Fluchttheorie*, Arbeitsberichte Verkehr- und Raumplanung, 155, IVT, ETH, Zürich.
- Schlich R., Simma A. und Axhausen K.W.: (2003) *Determinanten des Freizeitverkehrs – Modellierung und empirische Befunde*, Forschungsauftrag 73/00 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI), Zürich.

- Schiller C.: (2004). *Integration des ruhenden Verkehrs in die Verkehrsangebots- und Verkehrsnachfragemodellierung*, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr – Technische Universität Dresden, Dresden.
- Schnabel W., Lohse D.: (2011). *Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung*, Beuth Verlag, Berlin.
- Schuessler N., Axhausen K.W., Vrtic M., Fröhlich P.: (2006) *Ein zweiseitig gekoppeltes Modell zur simultanen Berechnung der Verkehrserzeugung, Verkehrsverteilung und Verkehrsaufteilung: theoretischer Hintergrund und praktische Anwendung für ein nationales Modell der Schweiz*, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETH, Zürich.
- Schütte F. (2000) *Dynamische Simulation des werktäglichen motorisierten Individualverkehrs - am Beispiel der EXPO 2000 -*, Institut für Verkehrswirtschaft, Straßenwesen und Städtebau, Universität Hannover, Hannover.
- Simultanes Verkehrsnachfragemodell - VISEVA;
<http://vplno1.vkw.tu-dresden.de/vpl/viseva/>
[Download am 29.06.2011 – 14:30].
- Tourismus Statistiken – Land Salzburg;
<http://www.salzburg.gv.at/themen/wt/tourismus/tourismuspolitik/tourismusstatistik.htm>
[Download am 12.09.2011 – 12:00].
- Tschopp M., Beige S., Axhausen K.W. (2011) *Verkehrssystem, Touristenverhalten und Raumstruktur in alpinen Landschaften*, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Zürich.
- Vrtic M.: (2003). *Simultanes Routen- und Verkehrsmittelwahlmodell*, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr – Technische Universität Dresden, Dresden.
- Wegeanteile von Aktivitäten;
<http://www.aren.admin.ch/themen/verkehr/00256/00499/index.html?lang=de>
[Download am 12.07.2011 – 12:20].

Anlagen

Anlage 1 – Besucheranzahl von Sehenswürdigkeiten

Sehenswürdigkeit – Bundesland Salzburg	Besucherzahl	Anteil in Prozent
Festung Hohensalzburg	805.636	22,20%
Mozarts Geburts- und Wohnhaus / Salzburg	431.000	11,87%
Krimmler Wasserfälle	370.000	10,19%
Wolfgangsee Schifffahrt	353.091	9,73%
Haus der Natur / Salzburg	261.087	7,19%
Hellbrunn (Schloss u. Wasserspiele)	241.872	6,66%
Schafberg Zahnradbahn (Einzelfahrten)	222.843	6,14%
Salzwelten Hallein	210.000	5,79%
Eisriesenwelt, Werfen	154.730	4,26%
Burg Hohenwerfen, Werfen	128.319	3,54%
Liechtensteinklamm	114.909	3,17%
Kaprun-Tauernkraftwerk	102.429	2,82%
Museum der Moderne	92.443	2,55%
Stiegl's Brauwelt, Salzburg	53.769	1,48%
Spielzeugmuseum	31.119	0,86%
Burg Mauterndorf	29.410	0,81%
Rupertinum	27.013	0,74%
Summe	3.629.670	100%

Anlage 2 – Spezifisches Verkehrsaufkommen – Salzburg Stadt

Sommer und Winter

Spezifisches Verkehrsaufkommen: Region Stadt Salzburg

VHG	QZG 1	QZG 2	QZG 3	QZG 4	QZG 5	QZG 6	QZG 7	QZG 8	QZG 9	QZG 10	QZG 11	QZG 12	QZG 13	Summe
VHG1	0,001	0,000	0,001	0,141	0,315	0,003	0,000	0,000	0,000	0,176	0,318	0,001	0,288	1,245
VHG2	0,005	0,000	0,028	0,015	0,235	0,000	0,005	0,000	0,021	0,030	0,261	0,000	0,258	0,860
VHG3	0,118	0,019	0,001	0,028	0,160	0,001	0,098	0,037	0,000	0,031	0,080	0,000	0,057	0,631
VHG4	0,022	0,000	0,012	0,030	0,113	0,000	0,022	0,000	0,008	0,034	0,091	0,000	0,260	0,594
VHG5	0,139	0,002	0,001	0,078	0,156	0,001	0,117	0,008	0,000	0,070	0,153	0,000	0,678	1,405
VHG6	0,022	0,002	0,010	0,028	0,109	0,001	0,013	0,000	0,006	0,063	0,094	0,000	0,524	0,872
VHG7	0,145	0,011	0,001	0,100	0,161	0,001	0,100	0,007	0,001	0,140	0,209	0,000	0,573	1,450
VHG8	0,007	0,001	0,002	0,167	0,195	0,002	0,005	0,002	0,001	0,177	0,199	0,001	0,218	0,977
VHG9	0,152	0,022	0,001	0,069	0,187	0,001	0,108	0,024	0,001	0,111	0,204	0,001	0,723	1,605
VHG10	0,012	0,004	0,001	0,146	0,263	0,003	0,010	0,005	0,001	0,177	0,228	0,001	0,349	1,198
VHG11	0,001	0,001	0,000	0,191	0,198	0,001	0,000	0,000	0,000	0,204	0,186	0,001	0,187	0,971
VHG12	0,005	0,004	0,000	0,222	0,315	0,002	0,005	0,002	0,000	0,228	0,304	0,001	0,337	1,424
VHG13	0,000	0,000	0,000	0,018	0,149	0,001	0,000	0,000	0,000	0,019	0,160	0,000	0,102	0,450

Anlage 3 – Spezifisches Verkehrsaufkommen – Salzburg Land

Sommer und Winter

Spezifisches Verkehrsaufkommen:: Region Salzburg Land

VHG	QZG 1	QZG 2	QZG 3	QZG 4	QZG 5	QZG 6	QZG 7	QZG 8	QZG 9	QZG 10	QZG 11	QZG 12	QZG 13	Summe
VHG1	0,002	0,000	0,001	0,253	0,387	0,005	0,002	0,000	0,001	0,277	0,421	0,002	0,397	1,748
VHG2	0,012	0,001	0,043	0,029	0,270	0,000	0,012	0,001	0,035	0,050	0,328	0,000	0,260	1,042
VHG3	0,224	0,000	0,005	0,000	0,413	0,000	0,214	0,000	0,000	0,000	0,279	0,000	0,212	1,346
VHG4	0,007	0,000	0,019	0,039	0,285	0,001	0,000	0,009	0,015	0,085	0,209	0,000	0,238	0,908
VHG5	0,234	0,007	0,001	0,057	0,336	0,000	0,165	0,020	0,001	0,073	0,206	0,001	0,682	1,783
VHG6	0,028	0,004	0,016	0,077	0,253	0,000	0,024	0,004	0,012	0,068	0,267	0,000	0,392	1,145
VHG7	0,240	0,010	0,001	0,183	0,169	0,001	0,192	0,009	0,001	0,218	0,199	0,000	0,435	1,656
VHG8	0,021	0,001	0,000	0,291	0,171	0,003	0,017	0,003	0,000	0,289	0,186	0,001	0,296	1,280
VHG9	0,215	0,017	0,001	0,144	0,268	0,002	0,160	0,026	0,001	0,190	0,327	0,001	0,798	2,152
VHG10	0,018	0,002	0,001	0,263	0,353	0,003	0,016	0,002	0,001	0,300	0,302	0,001	0,362	1,624
VHG11	0,000	0,000	0,000	0,357	0,151	0,002	0,000	0,000	0,000	0,292	0,171	0,001	0,190	1,166
VHG12	0,009	0,004	0,001	0,325	0,320	0,004	0,008	0,001	0,001	0,296	0,307	0,002	0,309	1,586
VHG13	0,000	0,000	0,000	0,035	0,210	0,001	0,000	0,000	0,000	0,035	0,225	0,000	0,145	0,652

Anlage 4 – Ungewichtete Erzeugungsraten – Salzburg Stadt

Sommer

QZG 13 FP	1766,326	1766,326	1766,326	1766,326	1766,326	1766,326	1766,326	1766,326	1766,326	1766,326	1766,326	1766,326	1766,326
QZG 13 VKF	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248
QZG 13 SP	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460
QZG 13 APL_T	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122
QZG 13 EW	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145
QZG 12 FP	2,923	2,923	2,923	2,923	2,923	2,923	2,923	2,923	2,923	2,923	2,923	2,923	2,923
QZG 12 VKF	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 12 APL_T	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 12 EW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 11 FP	2314,306	2314,306	2314,306	2314,306	2314,306	2314,306	2314,306	2314,306	2314,306	2314,306	2314,306	2314,306	2314,306
QZG 11 VKF	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
QZG 10 VKF	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
QZG 9 SP	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038
QZG 8 APL_T	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
QZG 8 APL_G	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
QZG 8 EW	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
QZG 7 APL	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152
QZG 6 FP	8,259	8,259	8,259	8,259	8,259	8,259	8,259	8,259	8,259	8,259	8,259	8,259	8,259
QZG 6 VKF	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
QZG 6 APL_T	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
QZG 6 EW	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
QZG 5 FP	2170,284	2170,284	2170,284	2170,284	2170,284	2170,284	2170,284	2170,284	2170,284	2170,284	2170,284	2170,284	2170,284
QZG 5 VKF	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051
QZG 4 VKF	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230
QZG 3 SP	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048
QZG 2 APL_T	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
QZG 2 APL_G	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
QZG 2 EW	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
QZG 1 APL	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203
	VHG1	VHG2	VHG3	VHG4	VHG5	VHG6	VHG7	VHG8	VHG9	VHG10	VHG11	VHG12	VHG13

Winter

QZG 13 FP	2158,402	2158,402	2158,402	2158,402	2158,402	2158,402	2158,402	2158,402	2158,402	2158,402	2158,402	2158,402	2158,402
QZG 13 VKF	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302
QZG 13 SP	0,562	0,562	0,562	0,562	0,562	0,562	0,562	0,562	0,562	0,562	0,562	0,562	0,562
QZG 13 APL_T	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149
QZG 13 EW	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178	0,178
QZG 12 FP	4,363	4,363	4,363	4,363	4,363	4,363	4,363	4,363	4,363	4,363	4,363	4,363	4,363
QZG 12 VKF	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
QZG 12 APL_T	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
QZG 12 EW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 11 FP	3451,102	3451,102	3451,102	3451,102	3451,102	3451,102	3451,102	3451,102	3451,102	3451,102	3451,102	3451,102	3451,102
QZG 11 VKF	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082
QZG 10 VKF	0,121	0,121	0,121	0,121	0,121	0,121	0,121	0,121	0,121	0,121	0,121	0,121	0,121
QZG 9 SP	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038
QZG 8 APL_T	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
QZG 8 APL_G	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
QZG 8 EW	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
QZG 7 APL	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152
QZG 6 FP	11,159	11,159	11,159	11,159	11,159	11,159	11,159	11,159	11,159	11,159	11,159	11,159	11,159
QZG 6 VKF	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
QZG 6 APL_T	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
QZG 6 EW	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
QZG 5 FP	3228,850	3228,850	3228,850	3228,850	3228,850	3228,850	3228,850	3228,850	3228,850	3228,850	3228,850	3228,850	3228,850
QZG 5 VKF	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077
QZG 4 VKF	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275
QZG 3 SP	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048
QZG 2 APL_T	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
QZG 2 APL_G	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
QZG 2 EW	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
QZG 1 APL	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203
	VHG1	VHG2	VHG3	VHG4	VHG5	VHG6	VHG7	VHG8	VHG9	VHG10	VHG11	VHG12	VHG13

Anlage 5 – Ungewichtete Erzeugungsraten – Salzburg Land

Sommer

QZG 13 FP	1330,522	1330,522	1330,522	1330,522	1330,522	1330,522	1330,522	1330,522	1330,522	1330,522	1330,522	1330,522	1330,522
QZG 13 VKF	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248
QZG 13 SP	0,435	0,435	0,435	0,435	0,435	0,435	0,435	0,435	0,435	0,435	0,435	0,435	0,435
QZG 13 APL_T	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220
QZG 13 EW	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122
QZG 12 FP	2,333	2,333	2,333	2,333	2,333	2,333	2,333	2,333	2,333	2,333	2,333	2,333	2,333
QZG 12 VKF	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 12 APL_T	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
QZG 12 EW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 11 FP	2188,552	2188,552	2188,552	2188,552	2188,552	2188,552	2188,552	2188,552	2188,552	2188,552	2188,552	2188,552	2188,552
QZG 11 VKF	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
QZG 10 VKF	0,283	0,283	0,283	0,283	0,283	0,283	0,283	0,283	0,283	0,283	0,283	0,283	0,283
QZG 9 SP	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038
QZG 8 APL_T	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
QZG 8 APL_G	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
QZG 8 EW	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
QZG 7 APL	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152
QZG 6 FP	6,140	6,140	6,140	6,140	6,140	6,140	6,140	6,140	6,140	6,140	6,140	6,140	6,140
QZG 6 VKF	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
QZG 6 APL_T	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
QZG 6 EW	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
QZG 5 FP	2050,942	2050,942	2050,942	2050,942	2050,942	2050,942	2050,942	2050,942	2050,942	2050,942	2050,942	2050,942	2050,942
QZG 5 VKF	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056
QZG 4 VKF	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231
QZG 3 SP	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048
QZG 2 APL_T	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
QZG 2 APL_G	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
QZG 2 EW	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
QZG 1 APL	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204
	VHG1	VHG2	VHG3	VHG4	VHG5	VHG6	VHG7	VHG8	VHG9	VHG10	VHG11	VHG12	VHG13

Winter

QZG 13 FP	1626,083	1626,083	1626,083	1626,083	1626,083	1626,083	1626,083	1626,083	1626,083	1626,083	1626,083	1626,083	1626,083
QZG 13 VKF	0,303	0,303	0,303	0,303	0,303	0,303	0,303	0,303	0,303	0,303	0,303	0,303	0,303
QZG 13 SP	0,531	0,531	0,531	0,531	0,531	0,531	0,531	0,531	0,531	0,531	0,531	0,531	0,531
QZG 13 APL_T	0,269	0,269	0,269	0,269	0,269	0,269	0,269	0,269	0,269	0,269	0,269	0,269	0,269
QZG 13 EW	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149
QZG 12 FP	3,574	3,574	3,574	3,574	3,574	3,574	3,574	3,574	3,574	3,574	3,574	3,574	3,574
QZG 12 VKF	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
QZG 12 APL_T	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
QZG 12 EW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 11 FP	3263,271	3263,271	3263,271	3263,271	3263,271	3263,271	3263,271	3263,271	3263,271	3263,271	3263,271	3263,271	3263,271
QZG 11 VKF	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089
QZG 10 VKF	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391
QZG 9 SP	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038
QZG 8 APL_T	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
QZG 8 APL_G	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
QZG 8 EW	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
QZG 7 APL	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152
QZG 6 FP	8,149	8,149	8,149	8,149	8,149	8,149	8,149	8,149	8,149	8,149	8,149	8,149	8,149
QZG 6 VKF	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
QZG 6 APL_T	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
QZG 6 EW	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
QZG 5 FP	3053,632	3053,632	3053,632	3053,632	3053,632	3053,632	3053,632	3053,632	3053,632	3053,632	3053,632	3053,632	3053,632
QZG 5 VKF	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083
QZG 4 VKF	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275
QZG 3 SP	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048
QZG 2 APL_T	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
QZG 2 APL_G	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
QZG 2 EW	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
QZG 1 APL	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204
	VHG1	VHG2	VHG3	VHG4	VHG5	VHG6	VHG7	VHG8	VHG9	VHG10	VHG11	VHG12	VHG13

Anlage 6 – Aufteilungsfaktoren –Salzburg Stadt

Sommer und Winter

QZG 13 FP	0,058	0,052	0,012	0,052	0,137	0,106	0,115	0,044	0,146	0,070	0,038	0,068	0,103
QZG 13 VKF	0,058	0,052	0,012	0,052	0,137	0,106	0,115	0,044	0,146	0,070	0,038	0,068	0,103
QZG 13 SP	0,058	0,052	0,012	0,052	0,137	0,106	0,115	0,044	0,146	0,070	0,038	0,068	0,103
QZG 13 APL_T	0,058	0,052	0,012	0,052	0,137	0,106	0,115	0,044	0,146	0,070	0,038	0,068	0,103
QZG 13 EW	0,058	0,052	0,012	0,052	0,137	0,106	0,115	0,044	0,146	0,070	0,038	0,068	0,103
QZG 12 FP	0,169	0,028	0,038	0,023	0,037	0,040	0,051	0,058	0,075	0,133	0,071	0,115	0,162
QZG 12 VKF	0,169	0,028	0,038	0,023	0,037	0,040	0,051	0,058	0,075	0,133	0,071	0,115	0,162
QZG 12 APL_T	0,169	0,028	0,038	0,023	0,037	0,040	0,051	0,058	0,075	0,133	0,071	0,115	0,162
QZG 12 EW	0,169	0,028	0,038	0,023	0,037	0,040	0,051	0,058	0,075	0,133	0,071	0,115	0,162
QZG 11 FP	0,102	0,084	0,026	0,029	0,049	0,030	0,067	0,064	0,065	0,073	0,059	0,097	0,256
QZG 11 VKF	0,102	0,084	0,026	0,029	0,049	0,030	0,067	0,064	0,065	0,073	0,059	0,097	0,256
QZG 10 VKF	0,114	0,020	0,020	0,022	0,046	0,041	0,091	0,115	0,072	0,115	0,133	0,148	0,063
QZG 9 SP	0,007	0,535	0,000	0,209	0,000	0,153	0,013	0,036	0,016	0,016	0,005	0,009	0,000
QZG 8 APL_T	0,000	0,000	0,429	0,000	0,095	0,000	0,087	0,020	0,283	0,059	0,000	0,026	0,000
QZG 8 APL_G	0,000	0,000	0,429	0,000	0,095	0,000	0,087	0,020	0,283	0,059	0,000	0,026	0,000
QZG 8 EW	0,000	0,000	0,429	0,000	0,095	0,000	0,087	0,020	0,283	0,059	0,000	0,026	0,000
QZG 7 APL	0,000	0,010	0,202	0,046	0,242	0,028	0,208	0,010	0,224	0,020	0,000	0,011	0,000
QZG 6 FP	0,158	0,019	0,050	0,022	0,048	0,027	0,056	0,080	0,066	0,137	0,074	0,114	0,149
QZG 6 VKF	0,158	0,019	0,050	0,022	0,048	0,027	0,056	0,080	0,066	0,137	0,074	0,114	0,149
QZG 6 APL_T	0,158	0,019	0,050	0,022	0,048	0,027	0,056	0,080	0,066	0,137	0,074	0,114	0,149
QZG 6 EW	0,158	0,019	0,050	0,022	0,048	0,027	0,056	0,080	0,066	0,137	0,074	0,114	0,149
QZG 5 FP	0,100	0,075	0,051	0,036	0,049	0,034	0,051	0,062	0,059	0,083	0,063	0,100	0,237
QZG 5 VKF	0,100	0,075	0,051	0,036	0,049	0,034	0,051	0,062	0,059	0,083	0,063	0,100	0,237
QZG 4 VKF	0,108	0,011	0,022	0,023	0,060	0,021	0,076	0,128	0,053	0,112	0,146	0,170	0,069
QZG 3 SP	0,011	0,488	0,025	0,204	0,013	0,172	0,012	0,029	0,013	0,022	0,004	0,008	0,000
QZG 2 APL_T	0,000	0,000	0,287	0,000	0,030	0,034	0,168	0,017	0,328	0,065	0,020	0,053	0,000
QZG 2 APL_G	0,000	0,000	0,287	0,000	0,030	0,034	0,168	0,017	0,328	0,065	0,020	0,053	0,000
QZG 2 EW	0,000	0,000	0,287	0,000	0,030	0,034	0,168	0,017	0,328	0,065	0,020	0,053	0,000
QZG 1 APL	0,002	0,008	0,187	0,035	0,221	0,035	0,231	0,012	0,242	0,019	0,001	0,007	0,000
	VHG1	VHG2	VHG3	VHG4	VHG5	VHG6	VHG7	VHG8	VHG9	VHG10	VHG11	VHG12	VHG13

Anlage 7 – Aufteilungsfaktoren – Salzburg Land

Sommer und Winter

QZG 13 FP	0,075	0,049	0,040	0,045	0,129	0,074	0,082	0,056	0,151	0,068	0,036	0,058	0,137
QZG 13 VKF	0,075	0,049	0,040	0,045	0,129	0,074	0,082	0,056	0,151	0,068	0,036	0,058	0,137
QZG 13 SP	0,075	0,049	0,040	0,045	0,129	0,074	0,082	0,056	0,151	0,068	0,036	0,058	0,137
QZG 13 APL_T	0,075	0,049	0,040	0,045	0,129	0,074	0,082	0,056	0,151	0,068	0,036	0,058	0,137
QZG 13 EW	0,075	0,049	0,040	0,045	0,129	0,074	0,082	0,056	0,151	0,068	0,036	0,058	0,137
QZG 12 FP	0,196	0,016	0,000	0,018	0,050	0,024	0,031	0,096	0,076	0,093	0,070	0,149	0,182
QZG 12 VKF	0,196	0,016	0,000	0,018	0,050	0,024	0,031	0,096	0,076	0,093	0,070	0,149	0,182
QZG 12 APL_T	0,196	0,016	0,000	0,018	0,050	0,024	0,031	0,096	0,076	0,093	0,070	0,149	0,182
QZG 12 EW	0,196	0,016	0,000	0,018	0,050	0,024	0,031	0,096	0,076	0,093	0,070	0,149	0,182
QZG 11 FP	0,097	0,076	0,064	0,048	0,048	0,062	0,046	0,043	0,076	0,070	0,040	0,071	0,260
QZG 11 VKF	0,097	0,076	0,064	0,048	0,048	0,062	0,046	0,043	0,076	0,070	0,040	0,071	0,260
QZG 10 VKF	0,120	0,021	0,000	0,037	0,032	0,029	0,094	0,125	0,082	0,130	0,126	0,128	0,076
QZG 9 SP	0,008	0,512	0,000	0,225	0,022	0,180	0,009	0,005	0,014	0,012	0,002	0,011	0,000
QZG 8 APL_T	0,004	0,016	0,000	0,113	0,271	0,050	0,116	0,044	0,348	0,028	0,000	0,010	0,000
QZG 8 APL_G	0,004	0,016	0,000	0,113	0,271	0,050	0,116	0,044	0,348	0,028	0,000	0,010	0,000
QZG 8 EW	0,004	0,016	0,000	0,113	0,271	0,050	0,116	0,044	0,348	0,028	0,000	0,010	0,000
QZG 7 APL	0,002	0,015	0,264	0,000	0,204	0,030	0,237	0,021	0,198	0,020	0,000	0,010	0,000
QZG 6 FP	0,182	0,011	0,000	0,033	0,014	0,011	0,043	0,118	0,072	0,111	0,088	0,153	0,165
QZG 6 VKF	0,182	0,011	0,000	0,033	0,014	0,011	0,043	0,118	0,072	0,111	0,088	0,153	0,165
QZG 6 APL_T	0,182	0,011	0,000	0,033	0,014	0,011	0,043	0,118	0,072	0,111	0,088	0,153	0,165
QZG 6 EW	0,182	0,011	0,000	0,033	0,014	0,011	0,043	0,118	0,072	0,111	0,088	0,153	0,165
QZG 5 FP	0,087	0,061	0,093	0,064	0,076	0,057	0,038	0,039	0,061	0,080	0,034	0,072	0,237
QZG 5 VKF	0,087	0,061	0,093	0,064	0,076	0,057	0,038	0,039	0,061	0,080	0,034	0,072	0,237
QZG 4 VKF	0,115	0,013	0,000	0,018	0,026	0,035	0,083	0,133	0,066	0,120	0,163	0,148	0,079
QZG 3 SP	0,010	0,485	0,052	0,217	0,009	0,175	0,008	0,004	0,015	0,015	0,002	0,008	0,000
QZG 2 APL_T	0,007	0,028	0,000	0,000	0,144	0,088	0,212	0,024	0,371	0,044	0,000	0,083	0,000
QZG 2 APL_G	0,007	0,028	0,000	0,000	0,144	0,088	0,212	0,024	0,371	0,044	0,000	0,083	0,000
QZG 2 EW	0,007	0,028	0,000	0,000	0,144	0,088	0,212	0,024	0,371	0,044	0,000	0,083	0,000
QZG 1 APL	0,002	0,012	0,222	0,007	0,232	0,028	0,238	0,020	0,213	0,017	0,000	0,009	0,000
	VHG1	VHG2	VHG3	VHG4	VHG5	VHG6	VHG7	VHG8	VHG9	VHG10	VHG11	VHG12	VHG13

Anlage 8 – Gewichtete Erzeugungsraten – Salzburg Stadt

Sommer

QZG 13 FP	102,562	91,960	20,444	92,510	241,346	186,386	203,910	77,490	257,277	124,087	66,548	119,744	182,062
QZG 13 VKF	0,014	0,013	0,003	0,013	0,034	0,026	0,029	0,011	0,036	0,017	0,009	0,017	0,026
QZG 13 SP	0,027	0,024	0,005	0,024	0,063	0,049	0,053	0,020	0,067	0,032	0,017	0,031	0,047
QZG 13 APL_T	0,007	0,006	0,001	0,006	0,017	0,013	0,014	0,005	0,018	0,009	0,005	0,008	0,013
QZG 13 EW	0,008	0,008	0,002	0,008	0,020	0,015	0,017	0,006	0,021	0,010	0,005	0,010	0,015
QZG 12 FP	0,494	0,082	0,110	0,068	0,109	0,116	0,149	0,170	0,219	0,389	0,207	0,336	0,473
QZG 12 VKF	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 12 APL_T	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 12 EW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 11 FP	235,122	193,365	59,497	67,601	113,459	69,380	154,277	147,211	150,818	168,558	137,525	224,498	592,994
QZG 11 VKF	0,006	0,005	0,001	0,002	0,003	0,002	0,004	0,003	0,004	0,004	0,003	0,005	0,014
QZG 10 VKF	0,014	0,002	0,002	0,003	0,006	0,005	0,011	0,014	0,009	0,014	0,017	0,019	0,008
QZG 9 SP	0,000	0,020	0,000	0,008	0,000	0,006	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
QZG 8 APL_T	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 8 APL_G	0,000	0,000	0,009	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,006	0,001	0,000	0,001	0,000
QZG 8 EW	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 7 APL	0,000	0,001	0,031	0,007	0,037	0,004	0,032	0,002	0,034	0,003	0,000	0,002	0,000
QZG 6 FP	1,303	0,160	0,414	0,180	0,396	0,220	0,464	0,664	0,547	1,131	0,608	0,941	1,233
QZG 6 VKF	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 6 APL_T	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 6 EW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 5 FP	216,604	162,036	110,337	77,484	107,338	74,786	110,936	134,152	128,926	180,796	136,165	216,733	513,991
QZG 5 VKF	0,005	0,004	0,003	0,002	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,004	0,003	0,005	0,012
QZG 4 VKF	0,025	0,003	0,005	0,005	0,014	0,005	0,018	0,030	0,012	0,026	0,034	0,039	0,016
QZG 3 SP	0,001	0,023	0,001	0,010	0,001	0,008	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
QZG 2 APL_T	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 2 APL_G	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,004	0,001	0,000	0,001	0,000
QZG 2 EW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 1 APL	0,000	0,002	0,038	0,007	0,045	0,007	0,047	0,002	0,049	0,004	0,000	0,001	0,000
	VHG1	VHG2	VHG3	VHG4	VHG5	VHG6	VHG7	VHG8	VHG9	VHG10	VHG11	VHG12	VHG13

Winter

QZG 13 FP	125,328	112,373	24,982	113,045	294,918	227,759	249,172	94,691	314,385	151,631	81,319	146,324	222,475
QZG 13 VKF	0,018	0,016	0,004	0,016	0,041	0,032	0,035	0,013	0,044	0,021	0,011	0,021	0,031
QZG 13 SP	0,033	0,029	0,007	0,029	0,077	0,059	0,065	0,025	0,082	0,039	0,021	0,038	0,058
QZG 13 APL_T	0,009	0,008	0,002	0,008	0,020	0,016	0,017	0,007	0,022	0,010	0,006	0,010	0,015
QZG 13 EW	0,010	0,009	0,002	0,009	0,024	0,019	0,020	0,008	0,026	0,012	0,007	0,012	0,018
QZG 12 FP	0,738	0,122	0,165	0,102	0,163	0,173	0,222	0,254	0,327	0,581	0,309	0,501	0,706
QZG 12 VKF	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 12 APL_T	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 12 EW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 11 FP	350,615	288,347	88,722	100,807	169,191	103,460	230,059	219,521	224,900	251,355	205,078	334,772	884,274
QZG 11 VKF	0,008	0,007	0,002	0,002	0,004	0,002	0,005	0,005	0,005	0,006	0,005	0,008	0,021
QZG 10 VKF	0,014	0,002	0,002	0,003	0,006	0,005	0,011	0,014	0,009	0,014	0,016	0,018	0,008
QZG 9 SP	0,000	0,020	0,000	0,008	0,000	0,006	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
QZG 8 APL_T	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 8 APL_G	0,000	0,000	0,009	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,006	0,001	0,000	0,001	0,000
QZG 8 EW	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 7 APL	0,000	0,001	0,031	0,007	0,037	0,004	0,032	0,002	0,034	0,003	0,000	0,002	0,000
QZG 6 FP	1,760	0,217	0,559	0,244	0,535	0,297	0,627	0,897	0,739	1,528	0,821	1,272	1,666
QZG 6 VKF	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 6 APL_T	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 6 EW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 5 FP	322,254	241,069	164,154	115,277	159,693	111,263	165,046	199,585	191,810	268,981	202,580	322,445	764,692
QZG 5 VKF	0,008	0,006	0,004	0,003	0,004	0,003	0,004	0,005	0,005	0,006	0,005	0,008	0,018
QZG 4 VKF	0,030	0,003	0,006	0,006	0,017	0,006	0,021	0,035	0,015	0,031	0,040	0,047	0,019
QZG 3 SP	0,001	0,023	0,001	0,010	0,001	0,008	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
QZG 2 APL_T	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 2 APL_G	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,004	0,001	0,000	0,001	0,000
QZG 2 EW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 1 APL	0,000	0,002	0,038	0,007	0,045	0,007	0,047	0,002	0,049	0,004	0,000	0,001	0,000
	VHG1	VHG2	VHG3	VHG4	VHG5	VHG6	VHG7	VHG8	VHG9	VHG10	VHG11	VHG12	VHG13

Anlage 9 – Gewichtete Erzeugungsraten – Salzburg Land

Sommer

QZG 13 FP	99,742	65,263	53,310	59,845	171,333	98,549	109,271	74,338	200,508	91,047	47,721	77,729	181,866
QZG 13 VKF	0,019	0,012	0,010	0,011	0,032	0,018	0,020	0,014	0,037	0,017	0,009	0,014	0,034
QZG 13 SP	0,033	0,021	0,017	0,020	0,056	0,032	0,036	0,024	0,066	0,030	0,016	0,025	0,059
QZG 13 APL_T	0,017	0,011	0,009	0,010	0,028	0,016	0,018	0,012	0,033	0,015	0,008	0,013	0,030
QZG 13 EW	0,009	0,006	0,005	0,005	0,016	0,009	0,010	0,007	0,018	0,008	0,004	0,007	0,017
QZG 12 FP	0,458	0,037	0,000	0,042	0,116	0,056	0,072	0,224	0,178	0,217	0,163	0,347	0,424
QZG 12 VKF	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 12 APL_T	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 12 EW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 11 FP	212,916	166,013	140,900	105,532	104,346	135,013	100,358	93,997	165,491	152,531	86,686	155,094	569,676
QZG 11 VKF	0,006	0,005	0,004	0,003	0,003	0,004	0,003	0,003	0,005	0,004	0,002	0,004	0,016
QZG 10 VKF	0,034	0,006	0,000	0,010	0,009	0,008	0,027	0,035	0,023	0,037	0,036	0,036	0,022
QZG 9 SP	0,000	0,020	0,000	0,009	0,001	0,007	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 8 APL_T	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 8 APL_G	0,000	0,000	0,000	0,002	0,005	0,001	0,002	0,001	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 8 EW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 7 APL	0,000	0,002	0,040	0,000	0,031	0,004	0,036	0,003	0,030	0,003	0,000	0,002	0,000
QZG 6 FP	1,118	0,068	0,000	0,201	0,086	0,066	0,263	0,725	0,443	0,681	0,538	0,941	1,012
QZG 6 VKF	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 6 APL_T	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 6 EW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 5 FP	179,281	124,969	191,368	132,149	155,593	117,182	78,364	79,216	124,361	163,543	70,049	148,130	486,736
QZG 5 VKF	0,005	0,003	0,005	0,004	0,004	0,003	0,002	0,002	0,003	0,004	0,002	0,004	0,013
QZG 4 VKF	0,027	0,003	0,000	0,004	0,006	0,008	0,019	0,031	0,015	0,028	0,038	0,034	0,018
QZG 3 SP	0,000	0,023	0,003	0,010	0,000	0,008	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
QZG 2 APL_T	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 2 APL_G	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001	0,003	0,000	0,005	0,001	0,000	0,001	0,000
QZG 2 EW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 1 APL	0,000	0,002	0,045	0,001	0,047	0,006	0,048	0,004	0,043	0,004	0,000	0,002	0,000
	VHG1	VHG2	VHG3	VHG4	VHG5	VHG6	VHG7	VHG8	VHG9	VHG10	VHG11	VHG12	VHG13

Winter

QZG 13 FP	121,899	79,761	65,152	73,139	209,393	120,440	133,545	90,851	245,048	111,272	58,322	94,995	222,266
QZG 13 VKF	0,023	0,015	0,012	0,014	0,039	0,022	0,025	0,017	0,046	0,021	0,011	0,018	0,041
QZG 13 SP	0,040	0,026	0,021	0,024	0,068	0,039	0,044	0,030	0,080	0,036	0,019	0,031	0,073
QZG 13 APL_T	0,020	0,013	0,011	0,012	0,035	0,020	0,022	0,015	0,041	0,018	0,010	0,016	0,037
QZG 13 EW	0,011	0,007	0,006	0,007	0,019	0,011	0,012	0,008	0,023	0,010	0,005	0,009	0,020
QZG 12 FP	0,702	0,056	0,000	0,065	0,178	0,085	0,110	0,343	0,273	0,332	0,250	0,531	0,649
QZG 12 VKF	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 12 APL_T	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 12 EW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 11 FP	317,472	247,536	210,091	157,356	155,586	201,313	149,640	140,155	246,757	227,433	129,254	231,255	849,423
QZG 11 VKF	0,009	0,007	0,006	0,004	0,004	0,005	0,004	0,004	0,007	0,006	0,004	0,006	0,023
QZG 10 VKF	0,047	0,008	0,000	0,014	0,012	0,012	0,037	0,049	0,032	0,051	0,049	0,050	0,030
QZG 9 SP	0,000	0,020	0,000	0,009	0,001	0,007	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 8 APL_T	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 8 APL_G	0,000	0,000	0,000	0,002	0,005	0,001	0,002	0,001	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 8 EW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 7 APL	0,000	0,002	0,040	0,000	0,031	0,004	0,036	0,003	0,030	0,003	0,000	0,002	0,000
QZG 6 FP	1,483	0,091	0,000	0,267	0,114	0,088	0,348	0,962	0,587	0,904	0,714	1,249	1,343
QZG 6 VKF	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 6 APL_T	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 6 EW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 5 FP	266,930	186,066	284,927	196,755	231,661	174,471	116,676	117,944	185,160	243,498	104,296	220,549	724,697
QZG 5 VKF	0,007	0,005	0,008	0,005	0,006	0,005	0,003	0,003	0,005	0,007	0,003	0,006	0,020
QZG 4 VKF	0,032	0,004	0,000	0,005	0,007	0,010	0,023	0,037	0,018	0,033	0,045	0,041	0,022
QZG 3 SP	0,000	0,023	0,003	0,010	0,000	0,008	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
QZG 2 APL_T	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 2 APL_G	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001	0,003	0,000	0,005	0,001	0,000	0,001	0,000
QZG 2 EW	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
QZG 1 APL	0,000	0,002	0,045	0,001	0,047	0,006	0,048	0,004	0,043	0,004	0,000	0,002	0,000
	VHG1	VHG2	VHG3	VHG4	VHG5	VHG6	VHG7	VHG8	VHG9	VHG10	VHG11	VHG12	VHG13

Anlage 10 – Streckentypen des Straßennetzmodells

Typ	Bezeichnung	Anzahl Fahrstreifen	Geschwindigkeit [km/ h]	Kapazität [Kfz/ h]
0	gesperrte Gegenrichtung	0	0	0
1	gesperrte Straße, Bauzustand	0	0	0
2	Planungsstrecke	0	0	0
3	fiktive Strecke, Anbindung	0	0	0
4	ÖV-Fußweg	0	0	0
5	ÖV-Strecke	0	0	0
6	AI 4FS 140	4	140	6000
7	AI 4FS 120	4	120	6000
8	AI 4FS 100	4	100	5600
9	AI 4FS 80	4	80	5600
10	AI 3FS 140	3	140	4500
11	AI 3FS 120	3	120	4500
12	AI 3FS 100	3	100	4200
13	AI 3FS 80	3	80	4200
14	AI 2FS 140	2	140	3000
15	AI 2FS 120	2	120	3000
16	AI 2FS 100	2	100	2800
17	AI 2FS 80	2	80	2800
18	AI 1FS 100	1	100	1300
19	AI 1FS 80	1	80	1300
20	AII 3FS 120	3	120	4500
21	AII 3FS 100	3	100	4500
22	AII 3FS 80	3	80	4500
23	AII 2FS 120	2	120	3000
24	AII 2FS 100	2	100	3000
25	AII 2FS 80	2	80	3000
26	AII 1FS 120	1	120	1400
27	AII 1FS 100	1	100	1400
28	AII 1FS 80	1	80	1400
29	AII 1FS 70	1	70	1400
30	BII 3FS 80	3	80	4200
31	BII 3FS 70	3	70	4200
32	BII 3FS 60	3	60	4200
33	BII 2FS 80	2	80	2800
34	BII 2FS 70	2	70	2800
35	BII 2FS 60	2	60	2800
36	BII 1FS 80	1	80	1300
37	BII 1FS 70	1	70	1300
38	BII 1FS 60	1	60	1300
39	BII 1FS 50	1	50	1300
40	CII 4FS 60	4	60	4400
41	CII 3FS 60	3	60	3300
42	CII 3FS 50	3	50	3300
43	CII 2FS 60	2	60	2200
44	CII 2FS 55	2	55	2200
45	CII 2FS 50	2	50	2000
46	CII 1FS 60	1	60	1000
47	CII 1FS 50	1	50	1000
48	CII 1FS 45	1	45	900
49	CII 1FS 40	1	40	800
50	R 2FS 95	2	95	1800
51	R 2FS 80	2	80	1600
52	R 2FS 60	2	60	1600
53	R 1FS 80	1	80	1100
54	R 1FS 60	1	60	900
55	R 1FS 40	1	40	700
56	Kreisel 2FS 25	2	25	1200
57	Kreisel 1FS 20	1	20	900
58	Kreisel 1FS 15	1	15	800

Typ	Bezeichnung	Anzahl Fahrstreifen	Geschwin- digkeit [km/ h]	Kapazität [Kfz/ h]
59	Fähre	1	5	100
60	AIII 2FS 120	2	120	2600
61	AIII 2FS 100	2	100	2600
62	AIII 2FS 80	2	80	2400
63	AIII 2FS 70	2	70	2200
64	AIII 1FS 100	1	100	1300
65	AIII 1FS 80	1	80	1200
66	AIII 1FS 70	1	70	1100
67	AIII 1FS 60	1	60	1000
68	BIII 2FS 80	2	80	2600
69	BIII 2FS 70	2	70	2600
70	BIII 2FS 60	2	60	2400
71	BIII 1FS 70	1	70	1000
72	BIII 1FS 60	1	60	900
73	CIII 2FS 60	2	60	2200
74	CIII 2FS 50	2	50	2200
75	CIII 2FS 40	2	40	2000
76	CIII 1FS 60	1	60	1100
77	CIII 1FS 50	1	50	1000
78	CIII 1FS 40	1	40	900
79	CIII 1FS 30	1	30	800
80	AIV 1FS 70	1	70	1100
81	AIV 1FS 60	1	60	1000
82	AIV 1FS 50	1	50	900
83	AIV 1FS 40	1	40	800
84	CIV 2FS 45	2	45	1600
85	CIV 2FS 35	2	35	1400
86	CIV 1FS 45	1	45	800
87	CIV 1FS 35	1	35	700
88	DV Wohngebiet	1	20	500
89	DV Gewerbe/ Industrie	1	30	500
90	DV öffentliche Einrichtung, Flughafen, Sportanlagen (mit Parkplätzen)	1	30	500
91	AVI	1	15	50
92	EVI	1	5	30
93	CVI/DVI	0	0	0
94	AVI/	0	0	0
95	frei	0	0	0
96	frei	0	0	0
97	frei	0	0	0
98	frei	0	0	0
99	frei	0	0	0