



Bewertung der ÖV-Erreichbarkeit anhand raumstruktureller Kennziffern am Beispiel der südlichen Steiermark

MASTERARBEIT

vorgelegt von

Azra Latic, BSc.

bei

Univ. Prof. Dr. Ing. Martin Fellendorf

Technische Universität Graz

Institut für Straßen- und Verkehrswesen

Mitbetreuender Assistent:

Alex van Dulmen, BBE MSc.

Technische Universität Graz

Institut für Straßen- und Verkehrswesen

Graz, 05.04.2017

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. Das in TUGRAZ online hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit/Diplomarbeit identisch.

Graz, _____

Azra Latic, 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. This document is identical with the electronic version uploaded via TUGRAZ online.

Graz, _____

Azra Latic, BSc.

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle an allen Personen bedanken die mich mein ganzes Studium unterstützt haben.

Ich bedanke mich sehr bei meinen Betreuer Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf für das schöne Thema und für die Möglichkeit mich auf Ihren Institut sich zur vertiefen. Somit Bedanke ich mich auch bei dem ganzen Team des Instituts Straßen- und Verkehrswesen die mir Ratschläge gegeben haben und bei der Lösung des Problems mitgeholfen haben.

Ein Dank geht auch an dem Ass. Prof. i. R. Dipl.-Ing. Dr. techn. Kurt Fallast und das Team von IBV-Fallast die mich nicht nur für diese Masterarbeit unterstütz haben, sondern auch eine Möglichkeit gegeben haben einiges zu lernen.

Der größte Dank geht an meine Familie die mir das Überhaupt ermöglicht haben ein Studium an der Technischen Universität in Graz zur absolvieren. Ohne meinen Eltern wäre es nicht möglich, somit der größte Dank an sie. Das ertragen der schlechten Laune und für die vielen aufmunternden Worte bedanke ich mich an meinen Freund.

Nicht zuletzt aber ohne die besten Kollegen auf der Uni wäre das auch nicht möglich. Vielen Dank für die Zahlreichen Kaffeepausen und aufmunternde Worte.

Aufgabenstellung für die Masterarbeit

von Azra Latic

Graz, am 20.04.2017

Bewertung der ÖV-Erreichbarkeit anhand raumstruktureller Kennziffern am Beispiel der südlichen Steiermark

Problemstellung

Eine gute Erreichbarkeit ist aus sozialen und wirtschaftlichen Gründen stets anzustreben. Einerseits hängt die Erreichbarkeit von einem Standort zusammen mit der Siedlungsstruktur (Lage, Distanz, Dichte, Standortaktivitäten) und dem Verkehrsangebot (Reisezeit, Reisekosten, Takthäufigkeit, Komfort, Verbindungsqualität etc.). Andererseits ist die Wirtschaftlichkeit einer guten ÖV-Erreichbarkeit erst ab einer bestimmten Siedlungsdichte gegeben.

Die Verkehrsmittel im ÖV verkehren nach einem Fahrplan, in Städten und Ballungsräumen in der Regel nach einem Taktfahrplan. Im ländlichen Raum werden Fahrpläne oft noch an Arbeits- und Schulzeiten orientiert und sind damit eher unregelmäßig. In dem Städtischen Umland ist das Liniennetz weniger dicht und der Takt ist ausgeweitet. In dem ländlichen Raum ist der ÖV meist einer Daseinsvorsorge und kann mit dem Individualverkehr, weder auf Bezug der Reisezeit und Takthäufigkeit, konkurrieren. In vielen Gebieten besteht das Problem dass das ÖV-Angebot nicht mit der Funktionsdichte im Gleichgewicht steht. Der Zusammenhang zwischen Funktionsdichte und Erreichbarkeit kann mit unterschiedlichen Methoden ermittelt werden. Eine Methoden ist der LUPTAI Index, der in dieser Masterarbeit näher betrachtet wird.

Der LUPTAI-Index (Land Use and Public Transport Aecessibility Index) ist eine GIS-basierte Methode zur Ermittlung, Quantifizierung und Darstellung der Erreichbarkeit von Infrastrukturzielen und wurde in Australien entwickelt. Einbezogen werden Fußwege und Wege mit dem ÖV; der MIV und das Rad werden jedoch vollständig ausgeklammert. LUPTAI ist ein Entscheidungshilfemittel, mit dem die lokalen, regionalen und nationalen Regierungen die Raumplanung und verkehrliche Erreichbarkeit beurteilen können. Der Indexwert ist dann gut, wenn einer hohen Funktionsdichte eine guten ÖV Erreichbarkeit oder einer niedrigen Funktionsdichte einer geringen ÖV Erreichbarkeit gegenübersteht.

In zwei Pilotprojekten in Australien wurde die Anwendbarkeit des LUPTAI-Index auf lokaler bzw. regionaler Ebene getestet. Die Vorgehensweise der Erreichbarkeitsanalyse besteht im Wesentlichen darin, dass die Zu- und Abgangsentfernungen zu den Haltestellen des ÖV, das Bedienungsangebot in Form der ÖV-Takte und die gesamte Reisezeit miteinander verschnitten und zu einem Index-Wert zusammengefasst werden. Dieser zeigt für Wegequellen (z.B. ein Wohngebäude) die Erreichbarkeit einer bestimmten Infrastruktureinrichtung (z.B. eines Krankenhauses) in Form von fünf Erreichbarkeitsstufen (von „gute Erreichbarkeit“ bis „keine Erreichbarkeit“) an. Neben der reinen Betrachtung der Erschließungsqualität wird der LUPTAI Index insbesondere für die ÖV-Erreichbarkeit in Relation zu Funktionsdichte angewendet.

Bisher wurde noch nicht untersucht, wie die ÖV Erreichbarkeit in Relation zur Funktionsdichte in der südlichen Steiermark und Oberösterreich aussieht. Daher wird der LUPTAI Index in dieser Arbeit angewendet, um dies für unterschiedliche Raumtypen zu untersuchen und Handlungsempfehlungen für eine gute Abstimmung zwischen Funktionsdichte und ÖV-Angebot zu definieren.

Aufgabenstellung

In der Masterarbeit soll der LUPTAI Index für die Südsteiermark und gegebenenfalls für Oberösterreich entwickelt und angewendet werden. In dem Zusammenhang soll zu erkennen sein, ob es in diesen Gebieten signifikante Unterschiede in der ÖV Erreichbarkeit unter Berücksichtigung der Funktionsdichte, gibt.

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

- Literaturrecherche zum Thema LUPTAI Index und vergleichbaren Kenngrößen zur Quantifizierung der ÖV-Erreichbarkeit abhängig von unterschiedlichen Raumtypen.
- Ermittlung der möglichen ÖV-Kenngrößen mit VISUM oder ArcMap basierend auf bestehenden Strukturdaten und Fahrplandaten (Takt Häufigkeit, Bevölkerungsdichte etc.) und Klassifizierung
- Identifizierung geeigneter Kenngrößen aus dem LUPTAI Index oder eigene ermittelte Kenngrößen und Darstellung im Bericht
- Anwendung der neugewonnenen Kenngrößen
- Auswertung und Interpretation der berechneten Kenngrößen für zwei Szenarien
 1. Szenario – Fahrplan 2016 und Bevölkerungsstruktur 2016;
 2. Szenario – Fahrplan 2016 und Bevölkerungsstruktur 2030.

Für die Anfertigung der Masterarbeit stehen die Verkehrsplanungssoftware VISUM der ptv AG mit einem Aktivitäten-orientiertem Verkehrsnachfragemodell (GUARD) sowie die GIS-Software ArcMap am Institut für Straßen- und Verkehrswesen zur Verfügung. Die Diplomandin verpflichtet sich, die Software sowie die bereitgestellten Daten ausschließlich zur Anfertigung der Masterarbeit zu nutzen und bei der Datenaufbereitung und Datenanalyse der zur Verwendung gestellten Daten die geltenden Datenschutzrichtlinien einzuhalten.

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

Univ-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf
 Tel. 0316 873 - 6220
 martin.fellendorf@tugraz.at
 Institut für Straßen- und Verkehrswesen
 TU Graz
 Betreuer

Alex van Dulmen, BBE MSc
 Tel. 0316 873 - 6726
 alex.vandulmen@tugraz.at
 Institut für Straßen- und Verkehrswesen
 TU Graz
 Mitbetreuender Assistent

Kurzfassung

Der Öffentliche Personennahverkehr spielt für die tägliche Mobilität vieler Personen eine wichtige Rolle. Während in Großstädten aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte meist ein gutes ÖPNV-Angebot mit einem dichten Taktfahrplan gewährleistet werden kann, sieht das Angebot im ländlichen Raum meist wesentlich schlechter aus. Mit geringerer Siedlungsdichte wird meist auch die Liniendichte und Fahrthäufigkeit reduziert. Mit dieser Arbeit wird ein Beitrag geleistet, das ÖV-Angebot für unterschiedliche Räume quantitativ vergleichbar zu machen. Dazu werden bekannte Kennzahlen zur ÖV-Erreichbarkeit wie Reisegeschwindigkeit, Takthäufigkeit, Umsteighäufigkeit mit einer räumlichen Kennzahl der Funktionsdichte zu einer Relativgröße verknüpft. Diese Größe ist in ähnlicher Form bereits in Australien unter dem Namen LUPTAI-Index eingeführt worden. Gebiete mit sehr hoher Funktionsdichte aber einem vergleichsweise schlechten ÖV-Angebot weisen einen negativen LUPTAI-Index auf, während Gebiete mit einem überproportional guten ÖV-Angebot einen positiven Index zeigen. Die Funktionsdichte wird dabei nicht nur durch die Bevölkerungsdichte sondern auch das Arbeitsplatzangebot in der betreffenden Verkehrszelle charakterisiert. Weitere verkehrserzeugende Strukturgrößen wie Bildungsangebot oder Freizeitmöglichkeiten bleiben jedoch unberücksichtigt. In dieser Arbeit wird der adaptierte LUPTAI-Index für die südliche Steiermark mit unterschiedlichen Raumtypen angewendet. Die Raumstruktur und das ÖV-Angebot werden aus dem GUARD-Verkehrsmodell des Instituts für Straßen- und Verkehrswesen genutzt. Einzelne Verkehrszellen (Gemeinden) mit besonderen Auffälligkeiten in Bezug auf den LUPTAI-Index werden genauer analysiert.

Abstract

Public transport plays an important role in the daily mobility of many people. While in cities, due to the high population density, a good public transport service with a tight timetable can usually be guaranteed, the offer in rural areas usually looks much worse. With a lower density of settlements, the line density and vehicle frequency are usually also reduced. With this work a contribution is made to make the public transport offer for different area quantitatively comparable. For this purpose, known key figures for public transport accessibility, such as journey speed, frequency, number of interchanges, are linked to a spatial index of functional density to form a relative variable. This figure has been introduced in Australia under the name LUPTAI index. Areas with very high functional density but a comparatively poor public transport have a negative LUPTAI index, while areas with a disproportionately good public transport offer a positive index. The functional density is characterized not only by the population density but also the number of jobs per transport zone. However, other traffic-generating values such as educational supply or recreational opportunities remain unconsidered. In this thesis, the adapted LUPTAI index for southern Styria is used with different types of spatial units. The spatial structure and the public transport supply are used from the GUARD travel demand model of the Institute of Transportation Planning and Traffic Engineering. Particular transport zones with distinctive LUPTAI index values are analyzed in more detail. ern Styria.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	i
Abbildungsverzeichnis.....	iv
Tabellenverzeichnis.....	vi
Abkürzungen.....	viii
1 Einführung und Aufbau der Arbeit	1
2 Grundlagen der Verkehrs- und Raumplanung	3
2.1 Verkehr	3
2.2 Verkehrsnachfrage und -angebot.....	3
2.3 Raum und Raumtypen	4
2.4 Ländlicher Raum	6
2.4.1 OECD Regionaltypologie.....	8
2.4.2 Typologie der Europäischen Kommission	10
2.4.3 Typologie der Europäischen Kommission unter Berücksichtigung der Erreichbarkeit..	11
3 Definition Erreichbarkeit.....	12
3.1 Formen der Erreichbarkeit	13
3.2 Erreichbarkeitsindikatoren	14
3.2.1 Infrastrukturbasierte Indikatoren (Physische Indikatoren).....	15
3.2.2 Graphentheoretische Indikatoren.....	15
3.2.3 Konnektivitätsindikatoren.....	15
3.2.4 Reiseaufwandsindikatoren.....	16
3.2.5 Reisebudgetindikatoren	16
3.2.6 Potenzialindikatoren/Gravitationsindikatoren	16
3.2.7 Durchschnittsindikatoren.....	19
3.2.8 Kummulationsindikatoren/Isochrone Indikatoren	20
3.2.9 Nutzenindikatoren	20
3.3 Erreichbarkeitsberechnung nach Stark	21
4 ÖV Kennzahlen	25
4.1 Kennzahlen bei der Haltestellenplanung.....	25
4.2 Verkehrsaufwand	27
4.3 Kapazitätsplanung	28
4.4 Beförderungsangebot.....	30
5 Bestehende Methoden und Ansätze zur ÖV Erreichbarkeit	34
5.1 LUPTAI Index.....	34

5.1.1 Vorgangsweise	35
5.1.2 Methodik der Anwendung	35
5.2 Beispiel LUPTAI Index in München	40
5.3 ÖV-Standards im Regionalverkehr	44
5.3.1 Bundesweite ÖV-Angebotsstandards in Österreich.....	44
5.3.2 Mindeststandards nach dem Steirischen Gesamtverkehrskonzept 2008+	45
5.4 Güteklassenbestimmung	46
5.4.1 Bewertungsverfahren ÖROK	46
6 Verkehrsmodell GUARD.....	49
6.1 Verkehrsangebot	51
6.2 Nachfragemodell	56
6.3 Umlegungsverfahren	60
6.4 Kenngrößen des ÖV	61
7 Datengrundlage.....	64
7.1 Räumliche und zeitliche Abgrenzung	66
7.2 Klassenbildung.....	67
7.2.1 Bedienungshäufigkeit.....	67
7.2.2 Zugangszeit.....	69
7.2.3 Strukturgrößen	69
7.2.4 Reisezeit	74
7.3 Analyse der Eingangsdaten	74
7.3.1 Bedienungshäufigkeit.....	74
7.3.2 Zugangszeit.....	78
7.3.3 Reisezeit	80
7.3.4 Einwohner 2016	82
7.3.5 Arbeitsplätze 2016	84
7.3.6 Funktionsdichte 2016.....	86
8 Prognosedaten	89
8.1 Prognose Szenarien für die Einwohnerzahl.....	89
8.2 Arbeitsplätze Prognosejahr 2030	90
8.3 Analyse der Prognosedaten.....	95
8.3.1 Einwohner Prognosejahr 2030.....	95
8.3.2 Arbeitsplätze Prognose 2030	97
8.3.3 Funktionsdichte 2030.....	99
9 Modellberechnungen“ Südliche Steiermark“	101
9.1 Analyse der Ansätze für die Erreichbarkeitsberechnung	102
9.1.1 Gravitationsindikatoren	102

9.1.2 Nutzenindikatoren	105
9.1.3 Durchschnittsindikator/ Standortindikator.....	105
9.1.4 Kumulationsindikatoren.....	107
9.2 Ergebnisse der Berechnung.....	109
9.2.1 Erreichbarkeitsberechnung.....	109
9.2.2 Güteklassenbestimmung für die südliche Steiermark nach ÖROK	112
9.2.3 Methode für die Analyse des Verkehrsangebots und Verkehrsnachfrage	115
9.2.4 Analyse Funktionsdichte - ÖV Erreichbarkeit 2016.....	117
9.2.5 Analyse Funktionsdichte – ÖV Erreichbarkeit 2030.....	125
9.2.6 Vergleich 2016 – 2030.....	128
9.2.7 Detailuntersuchung eines Gebietes	130
9.2.7.1 Unterangebot des Övs im Bezug auf die Funktionsdichte	130
9.2.7.2 Überangebot des Övs im Bezug auf die Funktionsdichte.....	131
10 Zusammenfassung & Ausblick.....	132
Literaturverzeichnis.....	134
Anhang	137

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Raumtypen der Bezirke Österreich (Österreich unterwegs 2013/2014).....	5
Abbildung 2: Siedlungsstrukturelle Gebietstypen.....	6
Abbildung 3: NUTS Klassifizierung.....	7
Abbildung 4: NUTS Ebene anhand der Österreich Karte.....	8
Abbildung 5: Beispiel OECD Typologie an der südlichen Steiermark.....	10
Abbildung 6: Inverse Potenzfunktion.....	17
Abbildung 7: Exponentialfunktion.....	18
Abbildung 8: Gaußsche Funktion.....	19
Abbildung 9: Gegenüberstellung der Widerstandsfunktionen.....	19
Abbildung 10: Die Widerstandsmethoden für unterschiedliche Parameter.....	22
Abbildung 11: Klassenbildung LUPTAI Index.....	36
Abbildung 12: Überlagerung der Klassen in den LUPTAI Index.....	36
Abbildung 13: Beispiel der Erreichbarkeit - LUPTAI Index.....	37
Abbildung 14: Überlagerung der Funktionsdichte und den LOS.....	38
Abbildung 15: Ergebniss der berechneten Erreichbarkeit in Bezug auf die Funktionsdichte.....	39
Abbildung 16: Beispiel der ÖV Erreichbarkeit ausgedruckt durch die Reisezeit.....	41
Abbildung 17: Beispiel der MIV Erreichbarkeit ausgedruckt durch die Reisezeit.....	41
Abbildung 18: Die berechnete ÖV Erreichbarkeit am Beispiel der Stadt München mit der Erreichbarkeitsformel.....	42
Abbildung 19: Überlagerte Klassen und darstellung des Ergebnisses an Beispiel des Taunusbahnkorridors.....	43
Abbildung 20: Verlauf des Modells.....	50
Abbildung 21: Reisezeit als Funktion des Abbiegebelastung.....	54
Abbildung 22: Verfahrensablauf.....	65
Abbildung 23: Kenngrößen aus der sich die Reisezeit zusammensetzt.....	67
Abbildung 24: Beispiel der Bedienungshäufigkeit.....	68
Abbildung 25: lineare Verteilung der Einwohner.....	70
Abbildung 26: logarithmische Verteilung der Einwohner.....	71
Abbildung 27: logarithmische Verteilung der Funktionsdichte.....	72
Abbildung 28: Gegenübergestellte Histogramme der Funktionsdichte nach den ÖROK Klassen und den logarithmisch geteilten Klassen.....	73
Abbildung 29: Klassifizierte Funktionsdichte in Abhängigkeit der Verkehrszeiten.....	75
Abbildung 30: Klassifizierte durchschnittliche Bedienungshäufigkeit.....	76
Abbildung 31: Klassifizierte Zugangszeiten zur den ÖV Haltestellen.....	79
Abbildung 32: Klassifizierte ÖV Reisezeiten.....	81
Abbildung 33: Histogramm der Einwohnerdichte 2016 nach den Bezirken.....	82
Abbildung 34: Klassifizierte Einwohnerdichte für das Jahr 2016.....	83
Abbildung 35: Histogramm der Arbeitsplatzdichte nach den Bezirken.....	84
Abbildung 36: Klassifizierte Arbeitsplatzdichte für das Jahr 2016.....	85
Abbildung 37: Anzahl der Verkehrszellen bei einer Klassenvariation der Funktionsdichte.....	86
Abbildung 38: Durch die Klassenvariation betroffene Verkehrszellen.....	87
Abbildung 39: Klassifizierte Funktionsdichte für das Jahr 2016.....	88
Abbildung 40: Arbeitslosenquote Steiermark 2016.....	92

Abbildung 41: Ablauf der prognostizierten Arbeitsplatzdaten	93
Abbildung 42: Histogramm der Einwohnerdichte für das Jahr 2030	95
Abbildung 43: Klassifizierte Einwohnerdichte für das Jahr 2030	96
Abbildung 44: Histogramm der Arbeitsplatzdichte für das Jahr 2030	97
Abbildung 45: Klassifizierte Arbeitsplatzdichte für das Jahr 2030	98
Abbildung 46: Anzahl der Verkehrszellen bei einer Klassenvariation der Funktionsdichte 2030.....	99
Abbildung 47: Durch die Klassenvariation beeinflusste Verkehrszellen	100
Abbildung 48: Klassifizierte Funktionsdichte für das Jahr 2030.....	100
Abbildung 49: Histogramm aus Reisezeiten mit unterschiedlichen Widerstandsfunktionen.....	103
Abbildung 50: Gegenüberstellung der Erreichbarkeitsberechnung mit der unterschiedlichen α - Werten	104
Abbildung 51: Erreichbarkeitsberechnung nach den Durchschnittsindikatoren	106
Abbildung 52: Reisezeiten und dazugehörige Kummulationsindikatoren	108
Abbildung 53: Angepasste Widerstandsfunktion	110
Abbildung 54: Erreichbarkeitsberechnung mit der angepassten Widerstandsfunktion.....	111
Abbildung 55: Dargestellte Güteklassen für die südliche Steiermark nach ÖROK.....	114
Abbildung 56: Anteil der Verkehrszellen nach der Klassenvariation der Funktionsdichte	118
Abbildung 57: Klassifizierte Funktionsdichte (links) und die betroffene Verkehrszellen bei der Klassenvariation der Funktionsdichte für das Jahr 2016 (rechts)	118
Abbildung 58: Anteil der Verkehrszellen nach der Klassenvariation des LOS.....	119
Abbildung 59: Klassifizierter LOS (links) und die betroffenen Verkehrszellen durch die Klassenvariation des LOS (rechts)	120
Abbildung 60: Luptai an der südlichen Steiermark für das Jahr 2016.....	121
Abbildung 61: LUPTAI – Variantenvergleich (oben links Variante 1 bis unten rechts Variante 4).....	124
Abbildung 62: Anteil der Verkehrszellen nach der Klassenvariation der Funktionsdichte für das Jahr 2030	125
Abbildung 63: Klassifizierte Funktionsdichte (links) und betroffene Verkehrszellen durch die Klassenvariation der Funktionsdichte für das Jahr 2030 (rechts)	126
Abbildung 64: Klassifizierter LOS (links) und betroffene Bezirke durch die Klassenvariation (rechts)	126
Abbildung 65: Luptai an der südlichen Steiermark für das Jahr 2030.....	127
Abbildung 66: Gebiete die die Klasse durch den Zuwachs geändert haben	129

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufgliederung der Raumtypen	4
Tabelle 2: NUTS Ebene in Abhängigkeit der Bevölkerungszahl.....	7
Tabelle 3 :Regionskategorien des ländlichen Raums in abhängigkeit der Bevölkerungsdichte nach der OECD Typologie	9
Tabelle 4: Beispiel der OECD Typologie am Beispiel der südlichen Steiermark.....	9
Tabelle 5:Regionskategorien des ländlichen Raums in abhängigkeit der Bevölkerungsdichte nach der Typologie der Europäischen Kommission	11
Tabelle 6: Faktoren bei der Verkehrsmittelwahl.....	13
Tabelle 7: Maximale Stehdauer in Abhängigkeit der Verkehrszeiten	31
Tabelle 8: Empfohlene Mindeststandards nach den ÖROK	44
Tabelle 9: Nachfrageabhängige Mindeststandards.....	44
Tabelle 10: Mindeststandards in Abhängigkeit der Verkehrsachse	45
Tabelle 11: Mindeststandards in Abhängigkeit der Verekhrszeiten	46
Tabelle 12: Kursintervalle in abhängigkeit der Verkehrsmittelkategorie nach ÖROK	47
Tabelle 13: Haltestellenkategorie und Luftliniendistanz zur Haltestellen	48
Tabelle 14: Güteklassen nach ÖROK	48
Tabelle 15: Netzelemente in GUARD Modell	51
Tabelle 16: Maximale Geschwindigkeit der Verkehrsmittel	52
Tabelle 17: Anzahl der Abbiegemöglichkeiten je Verkehrsmittel	53
Tabelle 18: Typen der Abbieger	53
Tabelle 19: Liste der Gebiete in GUARD Modell.....	55
Tabelle 20: Personengruppen	57
Tabelle 21: Strukturgrößen	58
Tabelle 22: Kenngrößen der Verekhrsmittel.....	60
Tabelle 23: Umlegungsverfahren je Verkehrssystem.....	60
Tabelle 24: Übersicht über vorhandene Daten und ihre Datenquelle.....	64
Tabelle 25: Takt nach ÖROK Klassen	67
Tabelle 26: Verkehrszeiten nach den Steierischen Verkehrskonzept	68
Tabelle 27: Beispiele der Berechnung der mittleren Bedienungshäufigkeit.....	68
Tabelle 28: Zugangszeiten nach ÖROK Klassen	69
Tabelle 29: Klassifizierung der Einwohnerzahl	70
Tabelle 30: Klassifizierung der Arbeitsplätze.....	70
Tabelle 31: Klassifizierung der Einwohnerdichte	71
Tabelle 32: Klassifizierung der Arbeitsplatzdichte	71
Tabelle 33: Klassifizierung der Funktionsdichte	72
Tabelle 34: Klassenvariation der Funktionsdichte.....	73
Tabelle 35: Klassifizierung der Reisezeit.....	74
Tabelle 36: Analysierte Daten nach der durchschnittliche Bedienungshäufigkeit	77
Tabelle 37: Analyse der Bezirke nach Klassen der Bedienungshäufigkeit.....	77
Tabelle 38: Klassifizierte Zugangszeiten	78
Tabelle 39: Analyse der Bezirke nach Klassen der Zugangszeit	78
Tabelle 40: Klassifizierte ÖV Reisezeit.....	80
Tabelle 41: Analyse der Bezirke nach der Einwohnerdichte	82

Tabelle 42: Klassen der Einwohnerdichte	82
Tabelle 43: Analyse der Bezirke nach der Arbeitsplatzdichte	84
Tabelle 44: Klassifizierte Arbeitsplatzdichte	84
Tabelle 45: Klassenvariation der Funktionsdichte	86
Tabelle 46: Siedlungsprojekte für die Prognose	89
Tabelle 47: Zuwachs der Bezirke für das Jahr 2030	90
Tabelle 48: Arbeitsplatzprognose	90
Tabelle 49: Varianten der Arbeitsplatzprognose für das Jahr 2030	91
Tabelle 50: Zuwachs der Erwerbstätigen bis zur Jahr 2030	92
Tabelle 51: Aufteilung der Arbeitsplätze auf die Bezirke	94
Tabelle 52: Analyse der Bezirke nach der Einwohnerdichte für das Jahr 2030	95
Tabelle 53: Klassen der Einwohnerdichte	95
Tabelle 54: Analyse der Bezirke nach der Arbeitsplatzdichte	97
Tabelle 55: Klassen der Arbeitsplatzdichte	97
Tabelle 56: Klassenvariation der Funktionsdichte	99
Tabelle 57: Bezug der Daten zur den unterschiedlichen Ansätzen, Methoden und Standards die eingesetzt wurden	101
Tabelle 58: Gegenüberstellung der Erreichbarkeitsindikatoren	109
Tabelle 59: Kursintervalle in abhängigkeit der Verkehrsmittelkategorie nach ÖROK	112
Tabelle 60: Umrechnung der Zugangszeiten	113
Tabelle 61: Haltestellenkategorie nach ÖROK	113
Tabelle 62: Güteklassen nach ÖROK	113
Tabelle 63: Anteil der Güteklassen für die südliche Steiermark	114
Tabelle 64: Klassen der Funktionsdichte	115
Tabelle 65: LOS Klassen	116
Tabelle 66: Überlagerung der Klassen der Funktionsdichte und des LOS	116
Tabelle 67: Legende zu den überlagerten Klassen	117
Tabelle 68: Klassenvariation der Funktionsdichte	117
Tabelle 69: Klassenvariation des LOS	119
Tabelle 70: Überlagerung der Klassen Funktionsdichte und LOS	120
Tabelle 71: Legende zur den überlagerten Klassen	120
Tabelle 72: Anteil der Fläche nach den LUPTAI Klassen für das Jahr 2016	121
Tabelle 73: Legende zur den überlagerten Klassen	122
Tabelle 74: Anteil der Flächen nach Luptai und Bezirk	122
Tabelle 75: Klassen der Varianten	123
Tabelle 76: Variantevergleich nach Klassen	123
Tabelle 77: Klassenvariation der Funktionsdichte	125
Tabelle 78: Anteil der Fläche nach den LUPTAI Klassen für das Jahr 2030	127
Tabelle 79: Legende zur den überlagerten Klassen	128
Tabelle 80: Anteil der Flächen nach Luptai und Bezirk für das Jahr 2030	128
Tabelle 81: Vergleich der zwei Szenarien	129
Tabelle 82: Daten über die Gemeinde Unterpremstätten	130
Tabelle 83: Klassen der Gemeinde Unterpremstätten	130
Tabelle 84: Daten über die Gemeinde Halbenrein	131
Tabelle 85: Klassen der Gemeinde Halbenrein	131

Abkürzungen

IV	Individualverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
LUPTAi	Land Use and Public Transport Accessibility Index
GUARD	Guaranteed Ride Home
ÖROK	Österreichische Raumordnungskonferenz
GIP	Graphenintegrationsplattform

1 Einführung und Aufbau der Arbeit

Die Anzahl der Personen, die mit MIV verkehren steigt beständig. Neben den höheren Kosten, die der MIV mit sich bringt, wirkt er sich auch äußerst schädlich auf die Umwelt aus. Diese Problematik wird im Verkehrswesen seit einigen Jahren thematisiert und auch in zahlreichen Analysen und Forschungsarbeiten behandelt. Einer der wichtigsten Lösungsansätze besteht im Übergang von MIV auf dem öffentlichen Verkehr. Da die Anzahl der Personen, die zwischen Stadt und Land verkehren, immer weiter steigt, wird der ÖV für Städte wie auch für den ländlichen Raum immer bedeutender. Der ÖV folgt in Städten meist einem Taktfahrplan und ist somit regelmäßig. Im Gegensatz dazu, dient der ÖV im ländlichen Raum der Daseinsvorsorge, zumal er nur zu bestimmten Zeiten wie. z. B. Schul- und Arbeitszeiten verkehrt. Aus diesem Grund kann der ÖV weder im Hinblick auf die Reisezeit noch die Takthäufigkeit mit dem MIV konkurrieren.

Um das ÖV-Angebot mit der Nachfrage im Gleichgewicht zu bringen, wurden im Rahmen einiger Forschungsprojekte Methoden entwickelt. Eine dieser Methoden ist der LUPTAI Index, der in Australien entwickelt wurde. Mit dem LUPTAI Index werden Bereiche dargestellt, in denen ein größeres ÖV-Angebot im Vergleich zur Nachfrage besteht bzw. eine größere Nachfrage im Vergleich zum Angebot. Der Indexwert als gut bewertet, wenn eine hohe Funktionsdichte mit einer hohen ÖV-Erreichbarkeit einhergeht sowie eine niedrige Funktionsdichte mit einer niedrigen ÖV-Erreichbarkeit. Ausgehend vom LUPTAI Index wird in dieser Arbeit eine Erreichbarkeitsforschung für die südliche Steiermark durchgezogen, um anschließend Handlungsempfehlungen zu definieren, wie das ÖV-Angebot mit der Funktionsdichte in Gleichgewicht zu bringen ist.

Maßgeblich für die Erreichbarkeit ist der Raumtyp, deshalb wird in Kapitel 2 eine klare Abgrenzung zum den Raumtyp, wie auch zum ländlichen Raum vorgenommen. Abhängig von der Begriffsdefinition der Erreichbarkeit, kann diese sowohl als ein räumliches als auch ein soziales, ökonomisches, psychologisches oder gesetzliches Phänomen betrachtet werden.¹ In Kapitel 3 werden folglich unterschiedliche Definitionen, Formen und Erreichbarkeitsindikatoren vorgestellt.

Stark veröffentlichte im Jahr 2010 eine Dissertation über „Regionalwirtschaftliche Effekte von Infrastrukturinvestitionen im öffentlichen Personennahverkehr, am Beispiel der Erweiterung des Wiener U-Bahn-Netzes 1991 – 2001“. Diese Arbeit widmet sich vorrangig der Definition von Erreichbarkeit sowie Erreichbarkeitsfaktoren. Aus diesem Grund wird in Kapitel 3 näher auf diese Arbeit eingegangen.

Wie zuvor erwähnt, wird der LUPTAI Index für dieses Problem näher betrachtet. Da der LUPTAI Index in Australien entwickelt wurde und dort gänzlich verschiedenen Rahmenbedingungen bestehen als in der Steiermark, werden auch andere Methoden näher betrachtet, um eine der Steiermark entsprechenden Lösung zu finden. Eine dieser Methoden ist die Erreichbarkeitsberechnung, die in München ausgehend vom Luptai Index weiterentwickelt wurde.

Um eine Methode für die Steiermark zu entwickeln, wurde vom Institut für Straßen- und Verkehrswesen der Technischen Universität Graz das GUARD-Modell bereitgestellt, das alle erforderlichen Daten enthält. Das GUARD-Modell wurde näher analysiert und die Daten auf ihre Gültigkeit hin geprüft. Die geeigneten Kenngrößen werden gewählt und anschließend klassifiziert. Durch die klassifizierten Daten konnte bereits ein Überblick geschaffen werden.

¹Schwarze B.,2005 Seite 9.

Neben den Daten aus dem GUARD-Modell wurde auch eine Recherche nach Daten für das Prognosejahr durchgeführt. Für das Prognoseszenario wurden Daten auch vom Institut bereitgestellt. Diese Daten stammen aus der Diplomarbeit von Ruzicka, die Szenarien der Mobilitäts- und Siedlungsentwicklung am Beispiel von Graz untersucht. Für die Arbeitsplatzprognose wurde in der Folge ein Szenario entwickelt.

Nach der Analyse der Daten wurde eine Erreichbarkeitsberechnung durchgeführt. Für diese Berechnung wurden unterschiedliche Indikatoren geprüft und dargestellt. Durch die Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Erreichbarkeitsindikatoren konnte ein für die vorliegende Arbeit geeigneter Indikator gewählt werden.

Um eine der Steiermark entsprechende Methode zu erarbeiten, wurden bereits angewendete Kenngrößen wie bei den LUPTAI Index auf die Gültigkeit für diese Masterarbeit geprüft. Neben dem LUPTAI Index wurde auch die oben erwähnte Methode aus München geprüft. Diese zwei Methoden wurden anschließend kombiniert und durch die Anpassung einiger Kenngrößen konnte eine Methode für die Steiermark entwickelt werden.

Schlussendlich wurde die erarbeitete Methode für zwei Szenarien in der südlichen Steiermark angewendet werden. Als Ergebnis werden Bereiche der Steiermark dargestellt, in denen Defizite in Bezug auf die ÖV-Erreichbarkeit vorliegen.

2 Grundlagen der Verkehrs- und Raumplanung

Um eine klare Abgrenzung der verwendeten Begriffe vorzunehmen, werden in diesem Kapitel einige Begriffe, die im Verkehrswesen verwendet werden und in dieser Masterarbeit öfter zum Einsatz kommen, definiert. Neben der Definition einiger Begriffe wird eine klare Abgrenzung zum Begriff des Raums vorgenommen. Als Beispiel werden die Bezirke der südlichen Steiermark nach Raumtypen dargestellt. Ein wesentlicher Punkt der auch Einfluss auf die ÖV-Erreichbarkeit hat, ist der Unterschied zwischen dem städtischen und ländlichen Raum. Aufgrund seiner Relevanz für diese Arbeit wird der ländliche Raum detaillierter beschrieben und die NUTS Klassifizierung, die in Österreich verwendet wird, dargestellt.

2.1 Verkehr

Die Ortsveränderung von Personen, Gütern und Daten wird unter dem Begriff Verkehr verstanden. Der Verkehr ist ein Teil der Mobilität und macht somit auch die Mobilität möglich. Es bestehen unterschiedliche Arten von Verkehr wie auch unterschiedliche Verkehrsträger. Zunächst muss zwischen privatem und öffentlichem Verkehr unterschieden werden

Unter dem Begriff öffentlicher Verkehr versteht man sämtliche Mobilitäts- und Verkehrsdienstleistungen aus dem Verkehrswesen. Diese Dienstleistungen sind für jeden Nutzer zugänglich. Der öffentliche Verkehr wird für Leistungen wie beispielsweise die Beförderung von Gütern und Personen wie auch für die öffentlichen Post- und Telekommunikationsdienste eingesetzt. Der öffentliche Personenverkehr wird in drei Arten unterteilt: Nah-, Fern- und Regionalverkehr. Neben der allgemeinen Zugänglichkeit stellen fixe Tarife und Fahrpläne ein wesentliches Merkmal des öffentlichen Verkehrs dar.

Der private Verkehr ist auch unter dem Begriff Individualverkehr bekannt. Unter diesem Begriff versteht man den Verkehr privater Fahrzeuge. Dazu zählen Zweiräder wie auch der Fußverkehr. Wie im öffentlichen Verkehr können auch im Privatverkehr Personen und Gütern befördert werden.

Der private und öffentliche Verkehr können in Abhängigkeit des Gebietsbezuges weiter in den Durchgangsverkehr, den gebrochenen Durchgangsverkehr, den Quellverkehr, den Zielverkehr und den Binnenverkehr aufgeteilt werden.

2.2 Verkehrsnachfrage und -angebot

Unter dem Begriff Verkehrsangebot werden alle Einrichtungen an Verkehrsinfrastrukturen (Verkehrsnetze, Verknüpfungspunkte etc.), Verkehrsmitteln (PKW, Busse, Züge, Fuß, Rad), Betrieben und Organisationen (Fahrpläne) verstanden, die es ermöglichen, die Mobilitätsbedürfnisse der Verkehrsteilnehmer zu realisieren. (vgl. Skriptum Verkehrsplanung Institut Straßen und Verkehrswesen TU Graz 2015)

Sämtliche realisierten Verkehrs- und Transportbedürfnisse von Menschen werden als Verkehrsnachfrage bezeichnet. Sie können als Wege, Fahrten, Wegdistanzen pro Zeiteinheit usw. ausgedrückt werden. (vgl. Skriptum Verkehrsplanung Institut Straßen und Verkehrswesen TU Graz 2015)

2.3 Raum und Raumtypen

Um einen Raum zu beschreiben, wird dieser in verschiedene Typen klassifiziert. Die Typisierung erfolgt durch zwei Konzepte. Das erste Konzept ist das Unterscheiden zwischen städtischen und überwiegend ländlichen Gebieten, das durch die Bevölkerungsdichte und den Siedlungsflächenanteil klassifiziert wird. Das zweite Konzept wird durch die Lage beschrieben. Diese unterscheidet Räume in Zentren und Peripherien, welche durch die erreichbare Tagesbevölkerung klassifiziert werden. (vgl. Bundesinstitut für Bau, Stadt und Raumforschung 2010)

Tabelle 1: Aufgliederung der Raumtypen²

Raumtype	Einwohner
Großstadt	100 000
Mittelstadt	20 000 – 100 000
Land	20 000

Nach dem Landesentwicklungsprogramm der Raumplanung Steiermark werden Orte wie folgt gegliedert:

- Kernstädte,
- regionale Zentren,
- regionale Nebenzentren,
- teilregionale Versorgungszentren. (vgl. Landesentwicklungsprogramm 2009, Raumplanung Steiermark)

Die Kernstädte werden durch ein großes Angebot an Gütern und Leistungen definiert, die sie gegenüber dem ländlichen Raum besitzen. Regionale Zentren weisen ein hohes Angebot an Gütern und Leistungen auf, die für die dort lebende Bevölkerung notwendig ist. Die regionalen Nebenzentren befinden sich im Umkreis der regionalen Zentren und verbessern das Angebot der regionalen Zentren. Die teilregionalen Versorgungszentren dienen der Versorgung von kleineren Orten mit Gütern und Leistungen. Für die südliche Steiermark ist die Landeshauptstadt Graz die Kernstadt. (vgl. Landesentwicklungsprogramm 2009, Raumplanung Steiermark)

Die regionalen Zentren sind:

- Voitsberg,
- Deutschlandsberg,
- Weiz,
- Leibnitz,
- Feldbach,
- Hartberg,

² vgl. Bundesinstitut für Bau, Stadt und Raumforschung 2010

- Fürstenfeld.

Ein regionales Nebenzentrum ist zum Beispiel Birkfeld. (vgl. Landesentwicklungsprogramm 2009, Raumplanung Steiermark)

Die Raumtypen der Bezirke werden auch anhand der Erreichbarkeit definiert. Somit werden Bezirke in zwei Gruppen aufgeteilt:

- zentrale Bezirke und
- periphere Bezirke. (vgl. Österreich unterwegs 2013/2014)

Als zentrale Bezirke werden Bezirke verstanden, in denen mindestens 78% der Bevölkerung das nächste Nebenzentrum innerhalb von 50 Minuten erreichen können. In der folgenden Abbildung wird ganz Österreich nach dieser Klassifizierung dargestellt. (vgl. Österreich unterwegs 2013/2014)

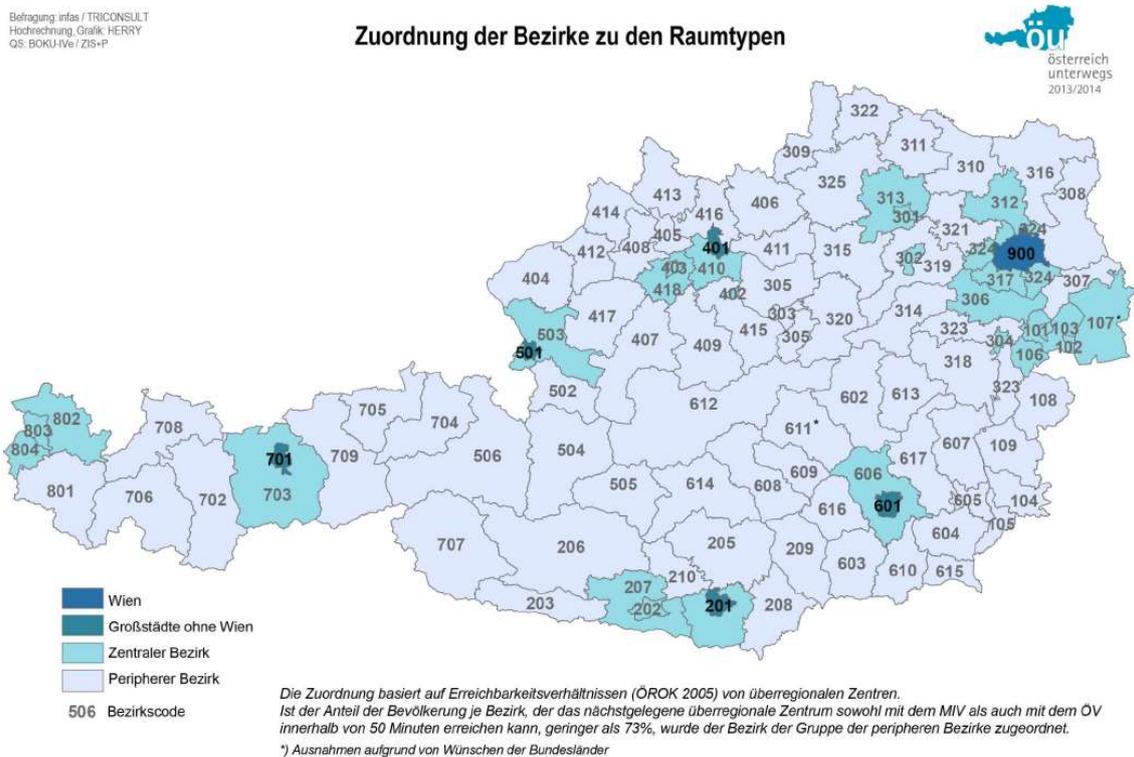


Abbildung 1: Raumtypen der Bezirke Österreich³ (Österreich unterwegs 2013/2014)

³Österreich unterwegs 2013/2014

Abbildung 2: Siedlungsstrukturelle Gebietstypen⁴

2.4 Ländlicher Raum

Wie der ländliche Raum definiert wird, hängt von Perspektive und Zweck der Definition ab. Viele Definitionen werden durch verschiedene Merkmale dargestellt.

„Der ländliche Raum ist nicht leicht zu fassen. Er ist vielfarbig und tiefgründig zugleich, von sehr unterschiedlichen Wandlungsprozessen betroffen; seine ausgeprägten regionalen und lokalen Individualitäten, seine vielschichtigen Potentiale und Probleme, entziehen sich einer schnellfüßigen Darstellung und Generalisierung.“ [vgl. Henkel, 2004, S.17]

Der ländliche Raum wird von einigen Merkmalen gekennzeichnet. Diese sind die geringere Bevölkerungsdichte, enge soziale Netze, dörfliche und kleinstädtische Siedlungsstrukturen mit geringer Bebauungsdichte, die Land- und Forstwirtschaft als prägender Wirtschaftsbereich und die geringe Dichte an zentralörtlichen Funktionen. (vgl. ADAC, Hördegen 2016)

Für die Regionalgliederung wurde in der Europäischen Union eine Klassifikation von Gebietseinheiten unter dem Namen „NUTS“ (Nomenclature des unités territoriales statistiques) geschaffen. Nach der NUTS Systematik wird das Territorium der EU in drei Ebenen mit Gebietseinheiten unterteilt. Das sind die: (vgl. Gassner, 2009; Statistik Austria, 2017)

⁴Vgl. Bundesinstitut für Bau, Stadt und Raumforschung Bonn 2007

- NUTS 1 Regionen der Europäischen Gemeinschaften,
- NUTS 2 Grundverwaltungseinheiten,
- NUTS 3 Unterteilungen der Grundverwaltungseinheiten. (vgl. Gassner 2009, Statistik Austria,2017)

In jedem EU-Staat besteht eine regionale Untergliederung durch die Bevölkerungszahlen. Die Untergliederung erfolgt in drei NUTS Ebenen. (vgl. Gassner 2009, Statistik Austria 2017, Angerer 2014, OECD Regionaltypologie 2010, Baum 2004)

Tabelle 2: NUTS Ebene in Abhängigkeit der Bevölkerungszahl⁵

Ebene	Bevölkerungszahl
NUTS 1: sozioökonomische Großregionen	3000 000 – 7000 000
NUTS 2: Grundregionen für regionalpolitische Maßnahmen	800 000 – 3000 000
NUTS 3: kleine Regionen für spezifische Diagnosen	150 000 – 800 000

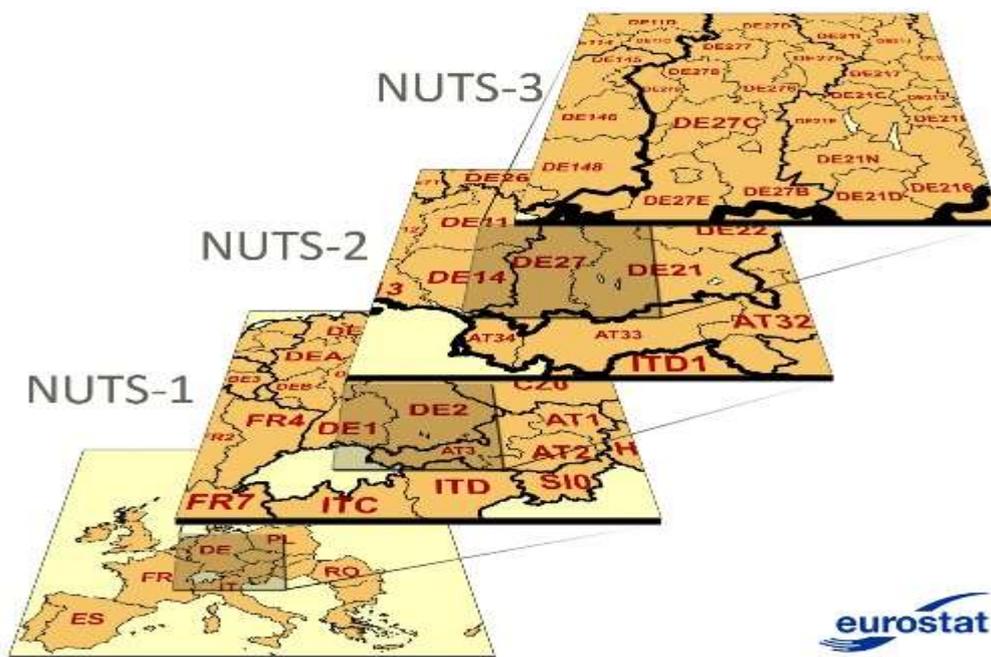


Abbildung 3: NUTS Klassifizierung⁶

Die NUTS Gliederung unterteilt Österreich in drei Ebenen. In der ersten Ebene (NUTS 1) wurde Österreich in drei Einheiten gegliedert: Ost-, Süd- und Westösterreich. In der zweiten Ebene wurde Österreich in 9 Einheiten und in der dritten Ebene auf 35 Einheiten gegliedert. (vgl. Gassner 2009, Statistik Austria 2017, Angerer 2014, OECD Regionaltypologie 2010, Baum 2004)

⁵ Vgl. Eurostat 2015

⁶ <http://ec.europa.eu/eurostat/de/web/nuts/overview>

Österreich

NUTS-Ebenen 1, 2 und 3

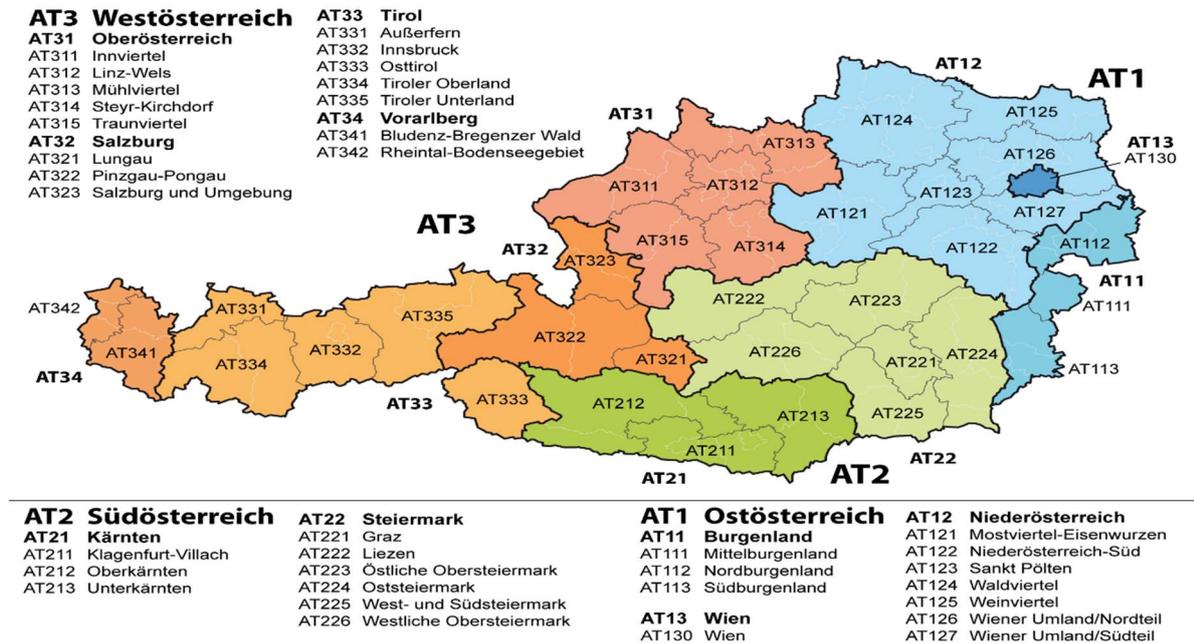


Abbildung 4: NUTS Ebene anhand der Österreich Karte⁷

Der ländliche Raum hat große Bedeutung für Österreich. Für die Abgrenzung zwischen ländlichem und städtischem Raum werden drei internationale Verfahren beschrieben:

- die Regionaltypologie der OECD,
- die Stadt – Land Typologie der Europäischen Kommission und
- die Stadt – Land Typologie der Europäischen Kommission unter Berücksichtigung der Erreichbarkeit. (vgl. Gassner 2009, Statistik Austria 2017, Angerer 2014, OECD Regionaltypologie 2010, Baum 2004)

2.4.1 OECD Regionaltypologie

Die OECD Typologie definiert drei Gruppen, die sich nach der Bevölkerungsdichte unterscheiden. In die erste Gruppe fallen überwiegend ländliche Gebiete. Das sind Gebiete, in denen mehr als 50% der Bevölkerung in ländlichen Gemeinden leben. Unter dem Begriff ländliche Gemeinde werden Gemeinden verstanden, in denen die Bevölkerungsdichte unter 150 Einwohnern pro km² liegt. Die zweite Gruppe stellen vor allem ländlich geprägte Gebiete dar, die auch als Übergangsbereiche bezeichnet werden und in denen zwischen 15 und 50% der Bevölkerung leben. Die letzte und dritte Gruppe bilden überwiegend urbanisierte Gebiete, in denen weniger als 15% der Bevölkerung in ländlichen Gemeinden leben. (vgl. Gassner 2009, Statistik Austria 2017, Angerer 2014, OECD Regionaltypologie 2010, Baum 2004)

⁷https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/91/%C3%96sterreich_-_NUTS1%2C_NUTS2%2C_NUTS3.png

Tabelle 3 :Regionskategorien des ländlichen Raums in abhängigheit der Bevölkerungsdichte nach der OECD Typologie⁸

Gruppe	Regionskategorien	Anteile Bevölkerungsdichte < 150EW/km ²
1.	überwiegend ländliche Gebiete	>50%
2.	Maßgeblich geprägte ländliche Gebiete	15-50%
3.	überwiegend urbanisierten Gebiete	< 15%

Die südliche Steiermark wurde mit Hilfe der OECD Typologie untersucht und in Regionskategorien unterteilt.

Für diese Untersuchung wurde die Einwohnerzahl der Gemeinden pro km² berechnet. Somit wurde ersichtlich welche Gemeinden ländlich sind. Anschließend wurden jene Gemeinden, die weniger als 150 EW pro km² besitzen, prozentual ausgewertet. In der folgenden Tabelle sind diese prozentualen Anteile dargestellt:

Tabelle 4: Beispiel der OECD Typologie am Beispiel der südlichen Steiermark

Bezirke	Anteile Bevölkerungsdichte < 150EW/km ²	Regionskategorien
Graz Umgebung	49%	maßgeblich ländlich geprägte Gebiete
Deutschlandsberg	68%	überwiegend ländliche Gebiete
Weiz	73%	überwiegend ländliche Gebiete
Leibnitz	55%	überwiegend ländliche Gebiete
Feldbach	84%	überwiegend ländliche Gebiete
Voitsberg	40%	maßgeblich ländlich geprägte Gebiete
Hartberger Fürstenfeld	83%	überwiegend ländliche Gebiete

Wie in der Tabelle 4 ersichtlich ist, werden zwei Bezirke, Graz Umgebung und Voitsberg, der Regionskategorie „maßgeblich ländlich geprägte Gebiete“ zugeordnet, wobei die restlichen fünf der Regionskategorie „überwiegend ländliche Gebiete“ zugeordnet werden.

In der Abbildung 6 sind die „maßgeblich ländlich geprägten Gebiete“ in dunkelgelb und die „überwiegend ländlichen Gebiete“ in hellgelb dargestellt.

⁸Vgl. Gassner 2009, Statistik Austria 2017, Angerer 2014, OECD Regionaltypologie 2010

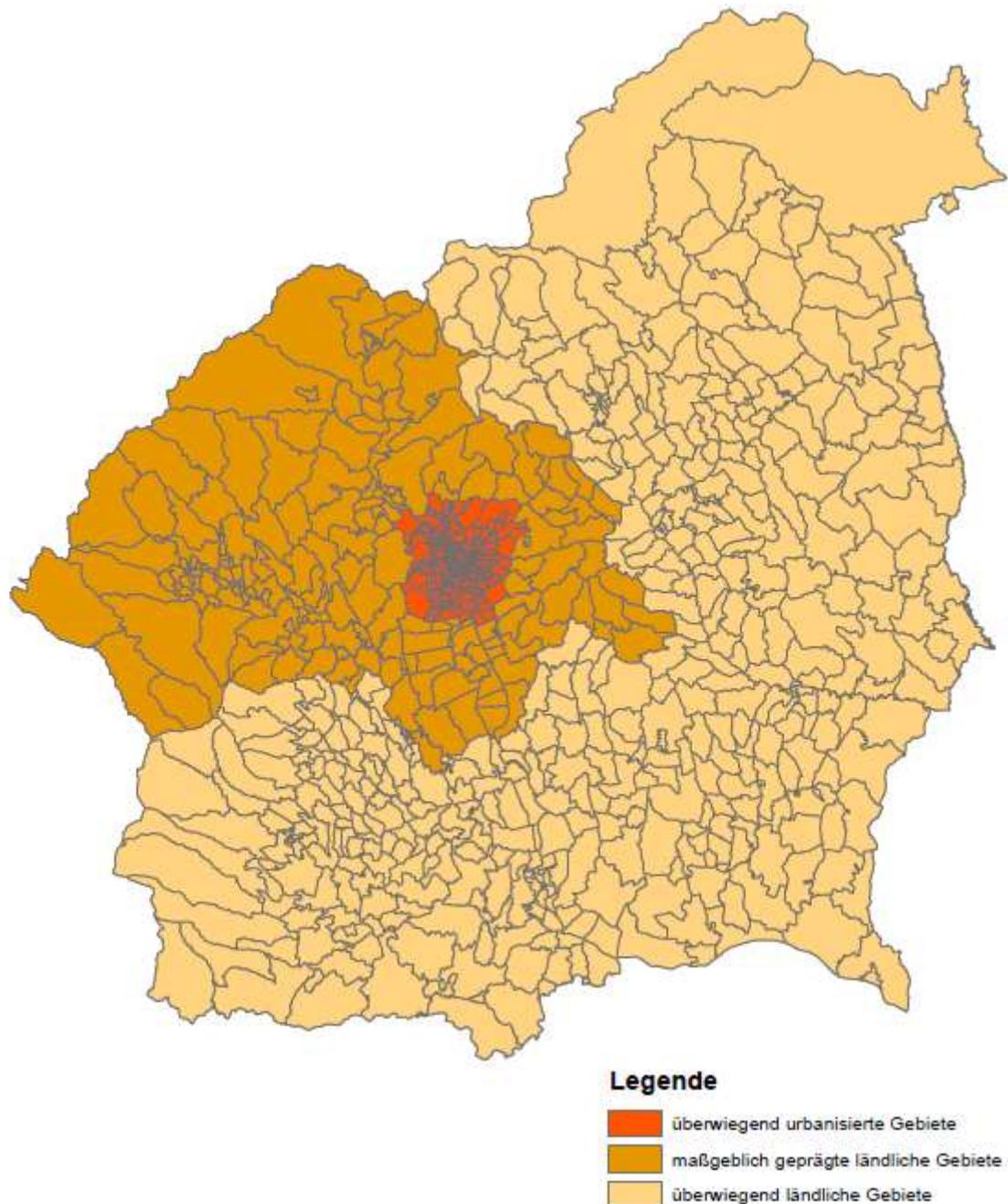


Abbildung 5: Beispiel OECD Typologie an der südlichen Steiermark

2.4.2 Typologie der Europäischen Kommission

Nach der Typologie der Europäischen Kommission wird die Klassifizierung durch die Bevölkerungsdichte bezogen auf eine einen Quadratkilometer große Rasterzelle durchgeführt. Die Klassifizierung erfolgt auf der NUTS 3 Ebene. Durch die Rasterzellen wird zwischen den „städtischen Rasterzellen“ und den „ländlichen Rasterzellen“ unterschieden. Unter den „städtischen Rasterzellen“ werden nebeneinanderliegende Rasterzellen verstanden, die 300 Einwohner pro km² aufweisen und insgesamt mindestens 5000 Einwohner umfassen. Unter den „ländlichen Rasterzellen“ werden Rasterzellen verstanden, die weniger oder mehr als 300 EW pro km² aufweisen, aber insgesamt

weniger als 5000 Einwohner umfassen. Die Typologie der Europäischen Kommission wird in drei Gruppen klassifiziert: überwiegend ländliche Gebiete, maßgeblich ländlich geprägte Gebiete und überwiegend urbanisierte Gebiete. Die erste Gruppe stellen Gebiete dar, in denen über 50% der Bevölkerung in den „ländlichen Rasterzellen“ leben. Die zweite Gruppe stellen Gebiete dar, in denen zwischen 20 und 50% der Bevölkerung in den „ländlichen Rasterzellen“ leben und die dritte Gruppe bilden Gebiete, in denen weniger als 20% der Bevölkerung in den „ländlichen Rasterzellen“ leben. (vgl. Gassner 2009, Statistik Austria 2017, Angerer 2014, OECD Regionaltypologie 2010, Baum 2004)

Tabelle 5: Regionskategorien des ländlichen Raums in abhängigkeit der Bevölkerungsdichte nach der Typologie der Europäischen Kommission⁹

Gruppe	Regionskategorien	Anteil der Bevölkerungsdichte <150EW/km ²
1.	überwiegend ländliche Gebiete	>50%
2.	maßgeblich geprägte ländliche Gebiete	20-50%
3.	überwiegend urbanisierten Gebiete	<20%

Die Unterteilung der südlichen Steiermark mit Hilfe der Typologie der Europäischen Kommission liefert die gleichen Ergebnisse wie die Gliederung nach der OECD Typologie. Aus dem Grund wird dieses Beispiel nicht noch einmal dargestellt.

2.4.3 Typologie der Europäischen Kommission unter Berücksichtigung der Erreichbarkeit

Das dritte Verfahren zur Gliederung von Raum ist die Stadt – Land Typologie der Europäischen Kommission unter Berücksichtigung der Erreichbarkeit. Hierbei handelt es sich um ein erweitertes Verfahren, das die Fahrzeiten miteinbezieht, um die Verbindung zwischen Stadt und Land zu berücksichtigen. In dem Verfahren werden unter „stadtnah“ all jene Bereiche verstanden, die in die Regionskategorie „überwiegend urbanisierte Gebiete“ fallen. Es werden auch Bereiche der Regionskategorie „maßgeblich ländlich geprägte Gebiete“ und „überwiegend ländliche Gebiete“ als „stadtnah“ definiert, wenn mehr als 50% der Bevölkerung innerhalb von 45 Minuten Fahrzeit ein Stadtzentrum erreichen kann. Unter den Begriff „entlegen“ fallen sämtliche Bereiche, die zur Regionskategorie „maßgeblich ländlich geprägte Gebiete“ und „überwiegend ländliche Gebiete“ zählen und wenn weniger als 50% der Bevölkerung innerhalb von 45 Minuten Fahrzeit ein Stadtzentrum erreichen kann. (vgl. Gassner 2009, Statistik Austria 2017, Angerer 2014, OECD Regionaltypologie 2010, Baum 2004)

⁹vgl. Gassner 2009, Statistik Austria 2017, Angerer 2014, OECD Regionaltypologie 2010

3 Definition Erreichbarkeit

Für Erreichbarkeit gibt es unterschiedliche Definitionen. Welche Definition verwendet wird, wird maßgeblich von der Relevanz für das Forschungsziel beeinflusst. Selbst in der Verkehrswirtschaft, wo die Erreichbarkeit hauptsächlich als räumliches Phänomen betrachtet wird, ist eine Unschärfe des Begriffs festzustellen (vgl. Bruinsma und Rietveld, 1998).

„Erreichbarkeit kann sowohl als ein räumliches als auch als ein soziales, ökonomisches, psychologisches oder gesetzliches Phänomen betrachtet werden.“ (Schwarze B., 2005 Seite 9.)

Um eine Übersicht zu schaffen, wie der Begriff definiert werden kann, werden im Weiteren einige Definitionen dargestellt.

Zum einen bezeichnet die Erreichbarkeit alle Gelegenheiten, die es ermöglichen, am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen und somit Bedürfnisse bzw. Ziele in der entsprechenden Zeit und mit den entsprechenden Kosten zu erreichen. (vgl. Axhausen, S.68, 2004)

Im Verkehrswesen können unter diesem Begriff alle Möglichkeiten verstanden werden, die es ermöglichen, einen bestimmten Standort oder bestimmte Personen zu erreichen. (vgl. Cerwenka, 2007)

Das Erreichen kann dabei auch erfolgen, ohne dass der eigene Standort verlassen wird. Ein Beispiel dafür wäre eine virtuelle Mobilität.

In der vorliegenden Forschungsarbeit wird auch auf das Erreichbarkeitsmodell aus der Dissertation von Stark (2010) zurückgegriffen. Stark definiert Erreichbarkeit als Indikator, der ausdrückt, wie viele Ziele gewichtet zum Beispiel durch die Einwohnerzahl oder Arbeitsplätze innerhalb einer bestimmten Entfernung Weglänge oder Wegzeit liegen. Je mehr Potenzial in einem Ort ist, desto besser wird die Erreichbarkeit bewertet.

Somit hängt die Erreichbarkeit von einigen Faktoren ab: Zum einen von der Siedlungsstruktur (Lage, Distanz, Dichte, Standortaktivitäten) und zum anderen vom Verkehrsangebot (Reisezeit, Reisekosten, Takthäufigkeit, Komfort, Verbindungsqualität etc.). (vgl. Wulfhorst 2016)

Mathematisch kann die Erreichbarkeit über die folgende Formel ausgedrückt werden. Die Formel besteht aus der Aktivitätenfunktion bzw. dem Standortpotenzial sowie der Widerstandsfunktion. Die Aktivitätenfunktion bzw. das Standortpotenzial X_j bezeichnet die von diesem Ort erreichbaren Aktivitäten wie zum Beispiel die Arbeitsplätze. Durch die Widerstandsfunktion wird der Aufwand ausgedrückt, der benötigt wird, um das Ziel zu erreichen. Die Widerstandsfunktion kann abhängig von der Art des Erreichbarkeitsindikators und dessen was ausgedrückt werden soll unterschiedliche Formen annehmen. Diese Funktionen werden im Weiteren detaillierter beschrieben. (vgl. Wulfhorst 2016, vgl. Schwarze 2005)

$$E_i = \sum_{j=1}^{j=n} (X_j * f(k_{ij})) \quad (1)$$

Mit: E_i Erreichbarkeit des Ausgangsortes i

j Zielort j

X_j Gelegenheit am Ort j

k_{ij} Generalisierte Kosten des Widerstands zwischen i und j

f() Gewichtungsfunktion

Es bestehen verschiedene Kenngrößen, die Einfluss auf die Wahl der Verkehrsmittel haben und somit auch auf die ÖV-Erreichbarkeit. Diese Kenngrößen können auf der Angebotsseite wie auch auf der Nutzerseite liegen. Bei der Wahl der Verkehrsmittel haben die Verkehrsteilnehmer freie Wahl. Diese wird jedoch von folgenden Faktoren beeinflusst: (Tabelle 6) Die wesentlichen Einflüsse auf die Wahl sind die Reisezeit und die Fahrkosten. (Friedrich, 2005)

Tabelle 6: Faktoren bei der Verkehrsmittelwahl¹⁰

Kriterium	Kenngrößen
Zeitaufwand	Luftliniengeschwindigkeit Reisezeit Reisezeitverhältnis (ÖV/MIV)
Kosten	Reisekosten
Direktheit	Umsteigehäufigkeit
Zeitliche Verfügbarkeit	Bedienungshäufigkeit Betriebszeit
Zuverlässigkeit	Abweichung von Soll-Reisedauer
Komfort	Sitzplatzverfügbarkeit Ausstattung der Fahrzeuge

3.1 Formen der Erreichbarkeit

Da die Erreichbarkeit durch die Raumnutzung und den Raumwiderstand beeinflusst wird, bestehen unterschiedliche Konzepte, die für die Erreichbarkeitsberechnung eingesetzt werden. Einerseits wird die Erreichbarkeit eingesetzt, um die Qualität des Transportsystems darzustellen, andererseits, um die individuelle Erreichbarkeit zu berechnen. Entsprechend den unterschiedlichen Projekten bzw. Berechnungszielen bestehen auch unterschiedliche Formen der Erreichbarkeit, die im Folgenden beschrieben werden. (vgl. Bleisch, Mels 2005)

Externe und interne Erreichbarkeit

Diese Form der Erreichbarkeit ist auch unter den Begriffen interregionale und intraregionale Erreichbarkeit zu finden. Im Verkehrswesen wird meist der Begriff überregional für die externe und innerregional für die interne Form der Erreichbarkeit eingesetzt. (vgl. Bleisch, Mels 2005)

Die regionale Erreichbarkeit umfasst zwei unterschiedliche Ebenen: den externen Austausch zwischen Regionen und den internen Austausch innerhalb einer Region. Die interne Region ist somit von den in der Region vorhandenen Gegebenheiten und Attraktivitäten bestimmt, während der externe Raum durch den Zugang und das Nutzen anderer Regionen beeinflusst wird. (vgl. Bleisch, Mels 2005)

Auf der internen Ebene geht es um Berufspendler und den Freizeitverkehr, während es sich bei der externen Ebene um den Geschäfts- und Tourismusverkehr handelt. (vgl. Bleisch, Mels 2005)

¹⁰(vgl. Friedrich, 2005, Seite 4)

Relative und integrale Erreichbarkeit

Die relative Erreichbarkeit wird in der Literatur auch mit dem Begriff einfache Erreichbarkeit bezeichnet. Sie beschreibt, wie zwei Punkte in einem Netz verbunden sind. Nachteil dieser Form ist, dass sie nicht dafür geeignet ist, ein ganzes Netz zu bewerten, sondern nur eine bestimmte Verbindung. Im Gegensatz zur relativen Erreichbarkeit zeigt die integrale Erreichbarkeit, wie gut ein Netzpunkt mit den anderen Netzpunkten verbunden ist. (vgl. Bleisch, Mels 2005)

Outbound und Inbound Erreichbarkeit

Durch die Outbound Erreichbarkeit lässt sich beschreiben, wie gut eine Zielregion aus der analysierten Region erreichbar ist. Die Inbound Erreichbarkeit beschreibt, wie gut die zu analysierenden Regionen von den anderen Regionen aus erreichbar sind. (vgl. Bleisch, Mels 2005)

Physische und virtuelle Erreichbarkeit

Bei der physischen Erreichbarkeit bestehen unterschiedliche Arten von Verkehrsträgern, die in unterschiedlichen Medien (Land, Wasser und Luft) eingesetzt werden. Durch die Modernisierung der Technologie sind Verkehrsträger jedoch nicht immer für den Transport von Gütern erforderlich. Ein Beispiel ist der Onlinehandel. (vgl. Bleisch, Mels 2005)

Personen- und Gütererreichbarkeit

Unabhängig vom Verkehrsträger besteht ein Unterschied, ob Personen oder Güter transportiert werden. Für beides sind die Zeit und die Transportkosten wichtig wie auch die Qualität und die Sicherheit. (vgl. Bleisch, Mels 2005)

Individuelle und generelle Erreichbarkeit

Unter der individuellen Erreichbarkeit wird jene Form von Erreichbarkeit verstanden, die sich auf eine bestimmte Gruppe von Personen beziehen. Beispiel dafür sind Geschäftsreisen oder Arbeitskräfte mit tertiärer Ausbildung usw. Die generelle Erreichbarkeit bezieht sich auf die gesamte Bevölkerung. (vgl. Bleisch, Mels 2005)

3.2 Erreichbarkeitsindikatoren

Zum Messen der Erreichbarkeit haben sich in der Verkehrs- und Flächennutzungsplanung zwei Konzepte durchgesetzt. Im ersten Konzept wird die Günstigkeit eines Orts ausschließlich über Parameter des zu erschließenden Verkehrssystems abgebildet. Im zweiten Konzept wird die Position durch das Angebot an Aktivitäten, die über das Verkehrssystem erreicht werden können, ausgedrückt. Das erste Konzept wird als einfache Erreichbarkeit bezeichnet, während das zweite Konzept als integrierte Erreichbarkeit definiert wird. (Schwarze, 2005)

Im ersten Konzept wird immer der relative Nutzen impliziert, wie beispielsweise das Nutzen von Haushalten oder Unternehmen an diesem Standort. Je geringer der Aufwand ist, desto größer ist der Nutzen und desto besser ist auch die Erreichbarkeit. Somit wird mit den einfachen Erreichbarkeitsindikatoren die Erschließung und Verbindungsqualität der öffentlichen Verkehrsmittel dargestellt. (vgl. Schwarze 2005)

Im Gegensatz dazu wird im zweiten Konzept die räumliche Verteilung der Zielorte, die von einem Standort über das Verkehrssystem erreicht werden können, dargestellt. Das Nutzen der Verkehrsmittel und des Standorts ist größer, je mehr Aktivitätsgelegenheiten es gibt. (vgl. Schwarze 2005)

Abhängig davon, was als Erreichbarkeit definiert wird und was damit berechnet werden soll, bestehen unterschiedliche Erreichbarkeitsindikatoren.

Nach Schwarze (2005) wird zwischen

- infrastrukturbasierten Indikatoren,
- graphentheoretischen Indikatoren,
- Konnektivitätsindikatoren,
- Reiseaufwandsindikatoren,
- Reisebudgetindikatoren und
- Potenzialindikatoren

unterschieden, die im Folgende theoretisch erläutert werden.

Hesse (2012) hingegen unterscheidet zwischen Durchschnittsindikatoren, Gravitationsindikatoren, Nutzenindikatoren und isochronen Indikatoren, die theoretisch wie auch mathematisch erläutert werden sollen.

3.2.1 Infrastrukturbasierte Indikatoren (Physische Indikatoren)

Infrastrukturbasierte Indikatoren werden auch als Ausstattungsindikatoren bezeichnet. Sie fallen in die Gruppe der einfachen Indikatoren, da sie die Erreichbarkeit ausschließlich über die Güte des Verkehrssystems ausdrücken. Sie beschreiben die Lage eines Standorts durch die dort befindliche Anzahl an Verkehrsinfrastrukturen und-angeboten. Für den öffentlichen Verkehr wären das zum Beispiel die Anzahl der Haltestellen, die Takthäufigkeit und das Platzangebot einer öffentlichen Verkehrslinie. Vorteil dieses Indikators ist die leichte Ermittlung und Nachvollziehbarkeit. Ein wesentlicher Nachteil dieser Methode ist, dass sie anderen Verkehrssystemen nicht gegenübergestellt werden kann. (vgl. Schwarze 2005; vgl. Hesse 2012, vgl. Lypp 2012, vgl. Friedrich 2005)

3.2.2 Graphentheoretische Indikatoren

Auch diese Arte der Indikatoren fällt in die Gruppe der einfachen Indikatoren. Bei diesen Indikatoren wird das Verkehrsnetz durch seine Topographie dargestellt. Für den öffentlichen Verkehr wäre das der Abstand zwischen Haltestellen oder das Entwicklungsniveau eines Eisenbahnnetzes. Diese Indikatoren werden in der Geographie verwendet und dienen dem Vergleich von Verkehrsnetzen im großmaßstäblichen Bereich. (vgl. Schwarze 2005; vgl. Hesse 2012, vgl. Lypp 2012, vgl. Friedrich 2005)

3.2.3 Konnektivitätsindikatoren

Die Konnektivitätsindikatoren fallen ebenfalls in das Konzept der einfachen Indikatoren. Mit ihnen wird die Erreichbarkeit durch die Anzahl der verwendeten Elemente im Verkehrsnetz dargestellt, die benötigt werden, um von einer Quelle zu einem Ziel zu gelangen. Für den öffentlichen Verkehr wäre das die Anzahl der durchfahrenen Haltestellen von der Quelle bis zum Ziel, die Anzahl der Umstiege zwischen Quelle und Ziel oder die Anzahl der öffentlichen Verkehrslinien die von der Quelle zum Ziel führen. (vgl. Schwarze 2005; vgl. Hesse 2012, vgl. Lypp 2012, vgl. Friedrich 2005)

3.2.4 Reiseaufwandsindikatoren

Diese Art der Indikatoren fällt sowohl in das Konzept der einfachen als auch der integrierten Erreichbarkeit. Mit diesem Indikator wird die Lagegunst eines Standorts durch die Raumüberwindungswiderstände dargestellt. Die Widerstände können auf zwei Arten ermittelt werden. Zum einen durch die Berechnung der geographischen Distanz z.B. als Luftlinienentfernung (diese Art ist auch als Distanzindikator bekannt) und zum anderen durch die Widerstände im Verkehrsnetz wie z.B. die Reisezeit, die Reisekosten. Beispiele von Reiseaufwandsindikatoren, die in das Konzept der einfachen Indikatoren fallen, sind im öffentlichen Verkehr die Reisezeit von Bahnhöfen zur Haltestellen oder das Reisezeitverhältnis zwischen MIV und ÖV. (vgl. Schwarze 2005; vgl. Hesse 2012, vgl. Lypp 2012, vgl. Friedrich 2005)

Reisezeitindikatoren, die in das Konzept der integrierten Indikatoren fallen, berücksichtigen neben der Güte des Verkehrssystems auch die Lage der Aktivitätsstandorte. In dem Fall müssen relevante Aktivitäten ausgewählt werden, da nicht alle Aktivitäten von Interesse sind. Ein Beispiel im öffentlichen Verkehr ist die Reisezeit zum Arbeitsplatz. (vgl. Schwarze 2005; vgl. Hesse 2012, vgl. Lypp 2012, vgl. Friedrich 2005)

3.2.5 Reisebudgetindikatoren

Reisebudgetindikatoren sind entweder angebots- oder nachfrageorientiert. Mit der angebotsorientierten Form der Reisebudgetindikatoren werden die Aktivitätsgelegenheiten gemessen, die innerhalb eines Budgets erreicht werden können. Beispiel im öffentlichen Verkehr ist die Anzahl von Aktivitäten, die innerhalb von einer Stunde (Stundenkarte) von einem Bahnhof aus erreicht werden kann. Mit der nachfrageorientierten Form der Reisebudgetindikatoren wird die Erreichbarkeit durch die maximale Reisezeit des Nachfragepotenzials gemessen. Im öffentlichen Verkehr ist das zum Beispiel die Anzahl der Einwohner, die innerhalb von 10 min eine Haltestelle erreichen kann oder die Anzahl von Personen, die innerhalb eines Radius von 300 m von einer Haltestelle wohnt. Diese Art von Indikatoren wird häufig verwendet, um das Nachfragepotenzial innerhalb einer Haltestelle darzustellen und die Erschließungsqualität zu messen. (vgl. Schwarze 2005; vgl. Hesse 2012, vgl. Lypp 2012, vgl. Friedrich 2005)

3.2.6 Potenzialindikatoren/Gravitationsindikatoren

Diese Art von Indikatoren fällt in das Konzept der integrierten Erreichbarkeit. Im Vergleich zu den vorherigen Indikatoren können die Potenzialindikatoren das Verkehrsverhalten besser darstellen. Mit diesen Indikatoren wird die Erreichbarkeit durch die entfernungsabhängige Akzeptanz dargestellt. Diese Indikatoren werden auf der regionalen, lokalen und nationalen Ebene verwendet. Hauptsächlich werden sie nur in der Forschung eingesetzt, da für die Praxis ein aufwendiges Kalibrieren von Parametern notwendig wäre. (vgl. Schwarze 2005; vgl. Hesse 2012, vgl. Lypp 2012, vgl. Friedrich 2005)

$$A_i = \sum_{j=0}^n g(P_j) * f(d_{ij}) \quad (2)$$

Mit: A_i Erreichbarkeit am Ausgangsort i
 $g(P_j)$ Potenzial des Zielortes
 $f(d_{ij})$ Widerstandsfunktion, wobei d_{ij} die Distanz zwischen Ausgangsort i und Zielort j ist

Die Distanz d_{ij} kann mit der Luftliniendistanz und der Großkreismethode ermittelt werden und als Reisekosten angegeben werden. Im Gegensatz zur anderen Indikatoren nimmt die Widerstandsfunktion unterschiedliche Formen von Funktionen an:

- inverse Potenzfunktion,
- negative Exponentialfunktion und
- modifizierte Gaußsche Funktion. (vgl. Schwarze 2005; vgl. Hesse 2012, vgl. Lypp 2012, vgl. Friedrich 2005)

Inverse Potenzfunktion

Zur Modellierung des Raumwiderstandes wird bei der inversen Potenzfunktion der Parameter s als negative Potenz der Distanz gesetzt.

$$f(d_{ij}) = d_{ij}^{-s} \quad (3)$$

Für den Parameter s sollte der Wert durch eine subjektive Zielentscheidung anhand der Quelle-Ziel Matrix geschätzt werden. Ein Problem bei dieser Funktion ist das Dividieren mit Null. Dieser Fall tritt auf, wenn die Distanz gleich Null ist. D. h. $i = j, d = 0$. (vgl. Schwarze 2005; vgl. Hesse 2012, vgl. Lypp 2012, vgl. Friedrich 2005):

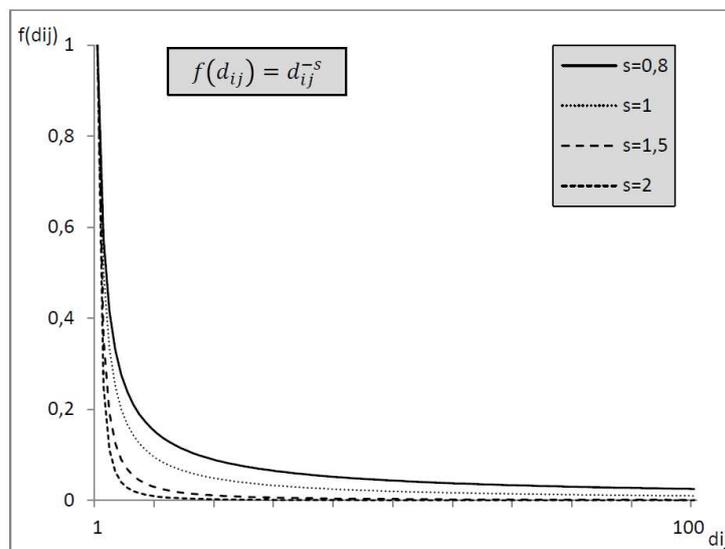


Abbildung 6: Inverse Potenzfunktion¹¹

¹¹Vgl. Hesse, Böhne, Evangelinos, Püschel 2012

Exponentialfunktion

Bei der Exponentialfunktion wird im Gegensatz zur inversen Funktion mit dem negativen Exponenten gerechnet. In diesem Fall besteht die Problematik der Division mit Null nicht. In dieser Funktion kann der Parameter Null sein. (vgl. Schwarze 2005; vgl. Hesse 2012, vgl. Lypp 2012 ,vgl. Friedrich 2005)

$$f(d_{ij}) = \exp(-\beta d_{ij}) \quad (4)$$

Der Parameter β wird in der Funktionsform angewendet, um fallende Funktionswerte bei steigender Distanz zu ermitteln. Es besteht jedoch kein fixer Wert für den Parameter. Somit ist es erforderlich, diesen Wert durch die Quelle-Ziel Matrix abzuschätzen. (vgl. Schwarze 2005; vgl.Hesse 2012,vgl.Lypp 2012,vgl.Friedrich 2005)

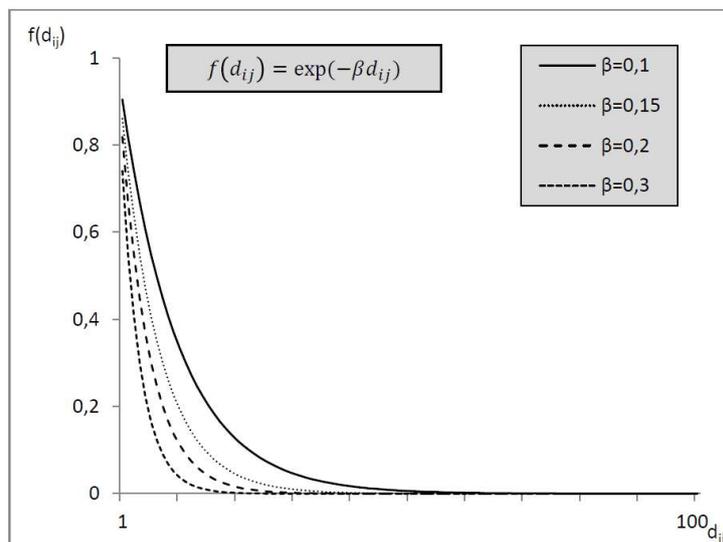


Abbildung 7: Exponentialfunktion¹²

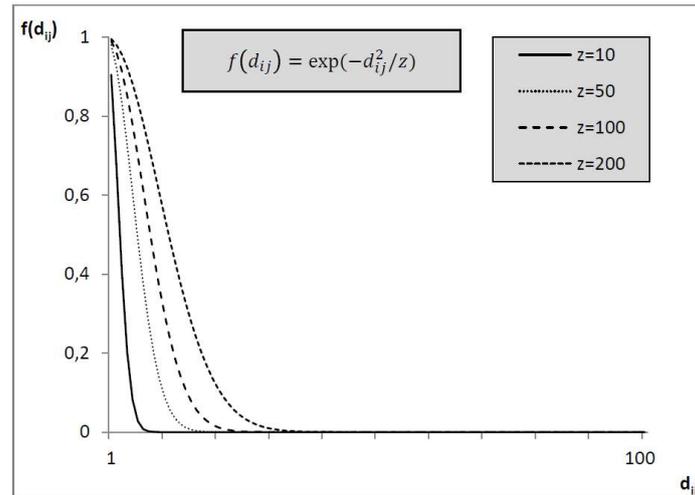
Gaußsche Funktion

Die Gaußsche Funktion ist auch unter dem Namen „Normalfunktion“ bekannt. Durch das Einbeziehen des Widerstandes lautet die Funktion wie folgt:

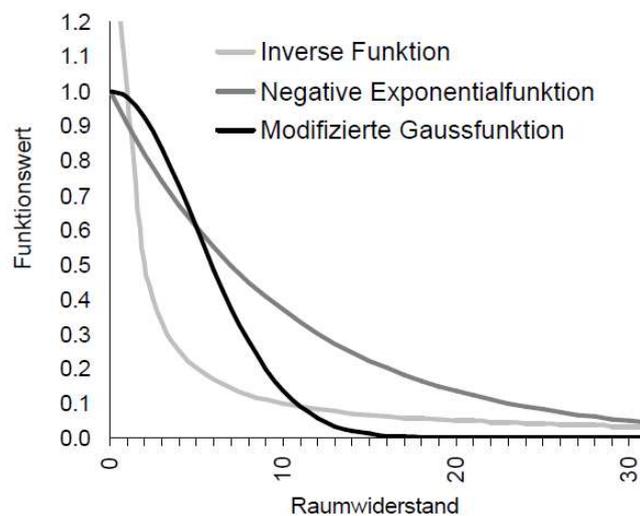
$$f(d_{ij}) = \exp(-d_{ij}^2 / z) \quad (5)$$

Für das Kalibrieren des Funktionswertes wird in dieser Funktion der Parameter z verwendet. Zur Ermittlung des Parameters z wird häufig das Verfahren der kleinsten Quadrate eingesetzt. (vgl. Schwarze 2005; vgl.Hesse 2012,vgl.Lypp 2012,vgl.Friedrich 2005)

¹²Vgl.Hesse,Bohne,Evangelinos,Püschel 2012

Abbildung 8: Gaußsche Funktion¹³

Vorteil der drei Widerstandsfunktionen ist die Berechnung des Verkehrsangebotes und der Verkehrsaufteilung. Ein wesentlicher Nachteil ist, dass keine fixen Werte bereitstehen, da das Kalibrieren der Parameter einen sehr hohen Aufwand mit sich bringt. (vgl. Schwarze 2005; vgl. Hesse 2012, vgl. Lypp 2012, vgl. Friedrich 2005)

Abbildung 9: Gegenüberstellung der Widerstandsfunktionen¹⁴

3.2.7 Durchschnittsindikatoren

Die Durchschnittsindikatoren werden in der Literatur auch als Standortindikatoren bezeichnet. Mit dieser Art von Indikatoren wird der durchschnittliche Aufwand berechnet, der nötig ist, um von einem Ort die festgelegten Ziele zu erreichen. Unter dem Aufwand wird die Zeit, Kosten und Distanz verstanden. Nachteil dieser Indikatoren ist, dass sie keine objektiven Beurteilungskriterien haben. Sie

¹³Vgl. Hesse, Bohne, Evangelinos, Püschel 2012

¹⁴Vgl. Bleisch, Mels 2005

werden dennoch gerne verwendet, da die Ergebnisse sehr leicht interpretierbar sind. (vgl. Schwarze 2005; vgl.Hesse 2012,vgl.Lypp 2012,vgl.Friedrich 2005)

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n f(d_{ij})P_j}{\sum_j P_j} \quad (6)$$

Mit A_i Erreichbarkeit des Ausgangsortes i
 $f(d_{ij})$ Widerstandsfunktion (Reisezeit, Distanz, Kosten etc.)
 P_j Potenzial am Zielort j

3.2.8 Kummulationsindikatoren/Isochrone Indikatoren

Diese Art der Indikatoren fällt in das Konzept der integrierten Erreichbarkeit. Wie bei den Potenzialindikatoren werden die möglichen Potenziale ermittelt. Der Unterschied zu den Potenzialindikatoren liegt in der binären Bewertung der Erreichbarkeit des Zieles. Diese Art von Indikatoren bewertet die Erreichbarkeit eines Ortes, der in einem bestimmten Zeitfenster erreichbar ist. Vorteil dieses Indikators ist die leichte Berechnung und Verständigkeit. Nachteil ist, dass alle Möglichkeiten gleich gewichtet werden, d. h. es wird nicht zwischen nahen und fernliegenden Möglichkeiten differenziert. (vgl. Schwarze 2005; vgl.Hesse 2012)

Mathematisch wird dies folgendermaßen ausgedrückt:

$$A_i = \sum_{j=0}^n g(P_j) * f(d_{ij}) \quad (7)$$

Mit: A_i Erreichbarkeit am Ausgangsort i
 $g(P_j)$ Potenzial am Zielort j
 $f(d_{ij})$ Widerstandsfunktion, wobei $f(d_{ij}) \begin{cases} 1 & \text{wenn } d_{ij} \leq \mu \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$

Der Parameter μ gibt hierbei die Zeitgrenze an. Ist das Ziel innerhalb der Zeitgrenze j , so ist die Widerstandsfunktion gleich 1 und das Potenzial wird zugerechnet. Ist das Ziel außerhalb der Zeitgrenze, wird das Potenzial nicht zur Bewertung der Erreichbarkeit zugerechnet. Problematisch im Rahmen dieses Indikators ist die Wahl der Zeitgrenze, da die Wahl eine wichtige Rolle spielt. (vgl. Schwarze 2005; vgl.Hesse 2012,vgl.Lypp 2012,vgl.Friedrich 2005)

3.2.9 Nutzenindikatoren

Da die zuvor genannten Indikatoren sich wenig auf das Verhalten der Nutzer basieren. Die geringe Nutzerorientierung ist darauf zurückzuführen, dass einzelne Nutzer unterschiedliche Ziele haben, unterschiedliche Verkehrsmittel wählen wie auch unterschiedliche Verkehrsangebote nutzen. Darüber hinaus wird auch nicht berücksichtigt, dass Nutzer mehrere Ziele haben und so eine Zielkette bilden, wie beispielsweise Wohnen – Arbeitsplatz- Einkauf- Wohnen. Aus diesem Grund wird versucht durch diesen Indikator, die Erreichbarkeit zu analysieren und anhand des Verhaltens der einzelnen Nutzer

auszudrücken Die Erreichbarkeit wird als Summe der einzelnen Entscheidungen ausgedrückt wobei die Entscheidungen aus einer Menge von Möglichkeiten gewählt werden. (vgl. Schwarze 2005; Hesse 2012)

$$A_n = E(\text{Max}U_k) = \ln \sum_{k=1}^k e^{V_{nk}} \quad (8)$$

Mit:	A_n	Erreichbarkeit für Person n
	E	Erwartungswert
	$\text{Max}U_k$	Maximaler Nutzen aus k Verhaltensalternativen
	V_{nk}	beobachtbare (systematische) Komponente des Nutzens der Alternative k für Person n

3.3 Erreichbarkeitsberechnung nach Stark

Da für die Erreichbarkeitsberechnung auch auf das Modell von Stark zurückgegriffen wird, wird das Modell nachfolgend vorgestellt.

In der Dissertation von Stark wurde eine Analyse über die Erreichbarkeitsveränderung für die Stadt Wien durchgeführt. Ziel war es, eine Aussage über die Auswirkung der Erreichbarkeitsveränderung auf die regionalwirtschaftliche Entwicklung der Stadt Wien zu treffen. Für die Untersuchung wurde der Zeithorizont vom Jahr 1991 bis ins Jahr 2001 gewählt, da für diesen Zeitraum genügend Daten vorliegen und ausreichend Veränderungen im U-Bahn-Netz stattgefunden haben.

Durch die Definition der Erreichbarkeit sollte mit Hilfe unterschiedlicher Indikatoren aufgezeigt werden, wie viele Ziele innerhalb einer bestimmten Entfernung erreichbar sind. (vgl. Stark 2010)

$$E_{\text{absi,ÖV}} = \sum_{j=1}^n e^{\alpha * t_{ij, \text{ÖV}}} * R_j^\beta \quad (9)$$

Mit:	$E_{\text{absi,ÖV}}$	Absolute Erreichbarkeit der Zelle i
	α	Verhaltensparameter für die Distanzüberwindung
	β	Verhaltensparameter für die Strukturvariable
	t	Reisezeit zwischen Quelle und Ziel
	R	Strukturgröße der Verkehrszelle j (Einwohnerzahl, Arbeitsplätze usw.)

Die Widerstandsfunktion wird durch die Reisezeit ausgedrückt, wobei als Strukturgröße die Einwohnerzahl und die Anzahl der Arbeitsplätze verwendet wurden. Wie in weiterer Folge beschrieben wird, werden die Verhaltensparameter geschätzt.

Für die Verhaltensparameter α , β und δ wurden Werte aus dem Histogramm geschätzt. Das Histogramm wird durch die Reisezeitmatrix gebildet, wobei die Reisezeit in einem 5-Minuten-Intervall abgebildet wird. Durch die Widerstandsfunktion wird der Verlauf dargestellt und die Werte angepasst. Bei der Wahl des α -Wertes sollte Rücksicht darauf genommen werden, dass er keinen großen

negativen Wert erhält. Denn je größer der Wert ist, desto höher die Reisezeiten, mit denen die Verkehrszellen gewertet werden. Die Parameter β und δ werden auch mit Hilfe des Histogramms angepasst. (vgl. Stark 2010)

In Abbildung 10 sind die Widerstandsfunktionen mit den unterschiedlichen Parametern ersichtlich.

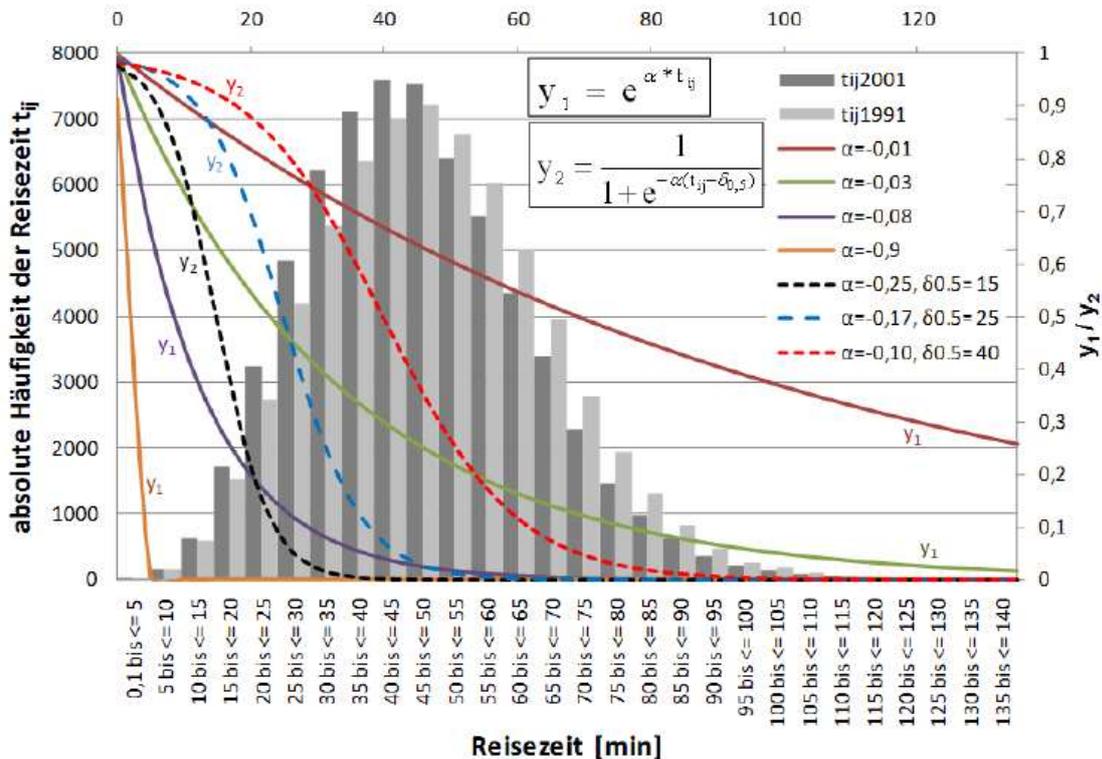


Abbildung 10: Die Widerstandsmethoden für unterschiedliche Parameter¹⁵

Für die Erreichbarkeitsberechnung wurden 5 unterschiedliche Indikatoren untersucht, die in folgenden Ansätzen sichtbar sind:

Ansatz 1:

$$E_{\text{abs}} = \sum_{j=1}^n e^{\alpha * t_{2001}} * R_j^{\beta, 2001} - \sum_{j=1}^n e^{\alpha * t_{1997}} * R_j^{\beta, 1997} \quad (10)$$

Mit:	E_{abs}	Erreichbarkeitsänderung von 1997 bis 2001
	$e^{\alpha * t_{2001}}$	Widerstandsfunktion
	α	Verhaltensparameter für die Distanzüberwindung
	β	Verhaltensparameter für die Strukturvariable
	t_{2001}	Reisezeit im Jahr 2001
	R_j	Strukturgröße der Verkehrszelle j im Jahr 2001 bzw. 1997

¹⁵ Vgl. Stark 2010

Bei Ansatz 1 werden die Indikatoren anhand des Gravitationsmodells dargestellt, wobei die Verkehrsnachfrage von der Raumstruktur und dem Raumwiderstand abhängt. Der Raumwiderstand kann durch die Entfernung ausgedrückt werden, in diesem Fall die Reisezeit. Durch den ersten Ansatz wird die absolute Erreichbarkeit berechnet und eine Aussage darüber getroffen, wie sich die Erreichbarkeit ab dem Jahr 1997 bis zum Jahr 2001 geändert hat. (vgl. Stark 2010)

Ansatz 2:

$$E_{abs} = \sum_{j=1}^n t_{2001} * e^{\alpha * t_{2001}} * R_j^{\beta_{2001}} - \sum_{j=1}^n e^{\alpha * t_{1997}} * R_j^{\beta_{1997}} \quad (11)$$

Mit:	E_{abs}	Erreichbarkeitsänderung von 1997 bis 2001
	$e^{\alpha * t_{2001}}$	Widerstandsfunktion
	α	Verhaltensparameter für die Distanzüberwindung
	β	Verhaltensparameter für die Strukturvariable
	t_{2001}	Reisezeit im Jahr 2001 bzw. im Jahr 1997
	R_j	Strukturgröße der Verkehrszelle j im Jahr 2001 bzw. 1997

Bei Ansatz 2 handelt es sich um ein Modell, bei dem die Erreichbarkeit durch die Reisezeit gewichtet wird.

Ansatz 3:

$$E_{abs} = \left(\sum_{j=1}^n e^{\alpha * t_{\ddot{O}V, 2001}} + \sum_{j=1}^n e^{\alpha * t_{MIV, 2001}} \right) * R_j^{\beta_{2001}} - \left(\sum_{j=1}^n e^{\alpha * t_{\ddot{O}V, 1997}} + \sum_{j=1}^n e^{\alpha * t_{MIV, 1997}} \right) * R_j^{\beta_{1997}} \quad (12)$$

Mit:	E_{abs}	Erreichbarkeitsänderung von 1997 bis 2001
	$e^{\alpha * t_{2001}}$	Widerstandsfunktion
	α	Verhaltensparameter für die Distanzüberwindung
	β	Verhaltensparameter für die Strukturvariable
	$t_{\ddot{O}V, 2001} ; t_{\ddot{O}V, 1997}$	ÖV-Reisezeit im Jahr 2001 bzw. im Jahr 1997
	R_j	Strukturgröße der Verkehrszelle j im Jahr 2001 bzw. 1997

Im Gegensatz zu den vorherigen zwei Ansätzen wurde hier der MIV mitberücksichtigt. (vgl. Stark 2010)

Ansatz 4:

$$E_{abs} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{(1 + e^{-\alpha * t_{2001} - \delta_{0.5}})} * R_j^{\beta_{2001}} - \sum_{j=1}^n \frac{1}{(1 + e^{-\alpha * t_{1997} - \delta_{0.5}})} * R_j^{\beta_{1997}}$$

Mit:	Eabs	Erreichbarkeitsänderung von 1997 bis 2001
	$1/(1+e^{\alpha \cdot t^{2001}})$	Widerstandsfunktion
	α	Verhaltensparameter für die Distanzüberwindung
	β	Verhaltensparameter für die Strukturvariable
	δ	Halbwertszeit
	$t_{\text{öv, 2001}}; t_{\text{öv, 1997}}$	ÖV-Reisezeit im Jahr 2001 bzw. im Jahr 1997
	R_j	Strukturgröße der Verkehrszelle j im Jahr 2001 bzw. 1997

Bei Modell 4 wurde die Widerstandsfunktion als logistische Funktion dargestellt. Diese Funktion ist eher plausibel, da in Bereichen mit niedrigeren Reisezeiten das Abmindern nicht ausreichend ist um den Realen Widerstand dazustellen. (vgl. Stark 2010)

Ansatz 5:

$$E_{t\text{öv}}[0;1], \quad (13)$$

Mit: 0 - das nicht Vorhandensein der U-Bahn Haltestelle
1 - das Vorhandensein der U-Bahn Haltestelle

Beim fünften Ansatz handelt es sich um einen Indikator, der auf dem Vorhandensein einer U-Bahn Haltestelle beruht. Dieses Modell wird analysiert, da die Entscheidung für die Wahl des Verkehrsmittels nicht nur aufgrund der Reisezeit getroffen werden kann, sondern auch ausgehend vom Vorhandensein einer U-Bahn Haltestelle. (vgl. Stark 2010)

Durch die Analyse und den Einsatz der unterschiedlichen Indikatoren kam Stark zu dem Ergebnis, dass die Erreichbarkeitsveränderung am besten durch den ersten Indikator ausgedrückt werden kann. Mit dem Einbeziehen anderer Parameter wie zum Beispiel des MIV könnte keine starke Veränderung erreicht werden. Wie zuvor erwähnt, ist der Einsatz der logistischen Funktion eher plausibel. Beim Einsatz dieses Indikators wurde auch ersichtlich, dass keine Verbesserungen stattgefunden haben. Bei der Modellanalyse mit den Arbeitsplätzen wurde der α -Wert mit 0,03 geschätzt und der β -Wert wurde mit 2 festgelegt. Bei der Wahl der α und β -Werte hat sie Rücksicht genommen das durch die Kombination der zwei Parameter der Bestimmtheitsmaß näher dem Wert 1 ist. Je größer der Bestimmtheitsmaß ist bzw. je näher er dem Wert 1 ist desto besser entspricht die Anpassung den realen Werten. Für die detaillierte Berechnung wird an dieser Stelle auf die Dissertation von Stark verwiesen. (vgl. Stark 2010)

4 ÖV Kennzahlen

Um einen Vergleich und eine Bewertung von Liniennetzen durchzuführen, müssen einige Kennzahlen herangezogen werden. Mit Hilfe der Kennzahlen kann das Verkehrsangebot geplant wie auch das bestehende Angebot qualitativ geprüft werden. Der erste Punkt bei der Planung eines Netzes ist die Haltestellenplanung. Bei bestehenden Haltestellen kann geprüft werden, ob sie ausreichen oder ob neue Haltestellen erforderlich sind. Neben der Haltestellenplanung ist die Bestimmung der Nachfrage ausschlaggebend. Durch die Nachfrage kann nämlich die Belastung eines Fahrzeugs bestimmt werden und in weiterer Folge der Takt verringert oder vergrößert werden. Kennzahlen wie diese, die wesentlichen Aussagen über die Qualität eines ÖV treffen, werden im Folgenden dargestellt.

4.1 Kennzahlen bei der Haltestellenplanung

Vorrangig bei der Planung von Haltestellen ist es, die Haltestellenabstände optimal zu bestimmen. Der wichtigste Faktor bei der Positionierung der Haltestelle ist die Reisezeit, die in Summe minimal sein soll. Die Reisezeit ergibt sich aus der Summe der Zu- und Abgangszeiten sowie der Beförderungszeit. Die Beförderungszeit setzt sich aus folgenden Kenngrößen zusammen: (vgl. Schnieder 2015)

- Zeitverlust für den Halstellenaufenthalt
- Zeit für Brems- und Beschleunigungsvorgänge
- Fahrzeit mit der maximalen Reisegeschwindigkeit.

$$t_{reis} = t_{zu/ab} + t_{bef} = t_{zu/ab} + t_{Halt(gesamt)} + t_{br/ang(gesamt)} + t_{vmax(gesamt)}$$

Mit:

t_{reis}	Reisezeit für die Fahrgäste
$t_{zu/ab}$	Zu- und Abgang zum Verkehrsmittel
t_{bef}	Beförderungszeit
$t_{Halt(gesamt)}$	Zeitverlust für Halstellenaufenthalt
$t_{br/an(gesamt)}$	Zeiten für Brems- und Beschleunigungsvorgänge vor und nach Halstellenaufenthalt
$t_{vmax(gesamt)}$	Zeit bei maximaler Reisegeschwindigkeit

Die Zu- und Abgangszeit zum Verkehrsmittel wird durch die Geschwindigkeit des zuführenden Verkehrsmittels und durch den mittleren Zu- und Abgangsweg berechnet. Um das zu vereinfachen, wurde angenommen, dass der mittlere Zu- und Abgangsweg gleich ist. Dieser Weg ist eigentlich der mittlere Haltestellenabstand. (vgl. Schnieder 2015)

$$t_{zu/ab} = \frac{s_{zu/ab} * 2}{v_{zu/ab}} = \frac{0,25 * s_{Haltabstand} * 2}{v_{zu/ab}} = \frac{0,5 * s_{Haltabstand}}{v_{zu/ab}}$$

Mit:

$t_{zu/ab}$	Zu- und Abgang zum Verkehrsmittel
$s_{zu/ab}$	mittlerer Zu-und Abgangsweg
$v_{zu/ab}$	Geschwindigkeit der zuführenden Verkehrsart
$s_{Haltabstand}$	mittlerer Haltestellenabstand

Der Zeitverlust des Aufenthaltes an der Haltestelle wird folgendermaßen berechnet. (vgl.Schnieder 2015)

$$t_{Halt(gesamt)} = \frac{s_{mittel}}{s_{Haltabstand}} * t_{Halt}$$

Mit:

s_{mittel}	Zu- und Abgang zum Verkehrsmittel
$s_{zu/Haltabst}$	mittlerer Zu-und Abgangsweg
t_{Halt}	Geschwindigkeit der zuführenden Verkehrsart

Durch die Anzahl der Ein- und Aussteiger wird der Zeitverlust eines Verkehrsmittels an einer Haltestelle berechnet. Einfluss darauf hat auch die Wahl der Tür beim Ein- und Ausstieg, da bei einem Bus der Fahrscheinerwerb in bar beim Fahrer mitberücksichtigt werden sollte. Somit bestehen Unterschiede bei der Berechnung für eine Mitteltür und eine Vordertür. (vgl.Simonis,Wall 1980,Schnieder 2015)

Für die Mitteltür wird die Dauer wie folgt berechnet. (vgl.Simonis,Wall 1980)

$$T_{Aussteigen} = 1,8 + 1,36 * n$$

$$T_{Einsteigen} = 2 + 1,4 * n$$

Für die Vordertür wird die Dauer unter Berücksichtigung des Fahrscheinkaufs in bar berechnet. (vgl.Simonis,Wall 1980)

$$T_{Einsteigen} = 2 + 8 * n$$

Mit:

T	Dauer des Fahrgastwechsels [Sekunden]
n	Anzahl der Ein- und Aussteiger

Der Zeitverlust durch die Brems- und Beschleunigungsvorgänge wird wie folgt berechnet. (vgl.Schnieder 2015)

$$t_{br/anf(gesamt)} = \frac{s_{mittel}}{s_{Haltabstand}} * t_{br/anf}$$

Mit:

S_{mittel}	Zu- und Abgang zum Verkehrsmittel
$S_{\text{zu/Haltabst}}$	mittlerer Zu- und Abgangsweg
$t_{\text{br/anf}}$	Zeit für die Brems- und Beschleunigungsvorgänge

Die Reisezeit bei maximaler Geschwindigkeit wird folgendermaßen berechnet. (vgl. Schnieder 2015)

$$t_{v_{\text{max}}(\text{gesamt})} = \frac{S_{\text{mittel}}}{v_{\text{max}}} * \frac{S_{\text{Haltabstand}} - S_{\text{br/anf}}}{S_{\text{Haltabstand}}}$$

Mit:

S_{mittel}	Zu- und Abgang zum Verkehrsmittel
S_{Haltabst}	mittlerer Zu- und Abgangsweg
v_{max}	maximale Geschwindigkeit
$S_{\text{br/anf}}$	Strecke für Bremsen und Beschleunigen
$t_{v_{\text{max}}(\text{gesamt})}$	Zeit bei maximaler Reisegeschwindigkeit

Nach der Haltestellenplanung bzw. vor der Planung von neuen Haltestellen sollte analysiert werden, ob eine Fläche, ein Netz oder eine bestimmte Anzahl von Einwohnern mit ausreichend Haltestellen ausgestattet ist. Dies kann durch die Berechnung der Haltestellendichte eruiert werden. Die Haltestellendichte ergibt sich aus dem Quotient der Haltestellenanzahl und der Größe der analysierten Fläche, der Netzlänge oder der Einwohnerzahl. Die Haltestellendichte stellt ein nachfrageunabhängiges Kriterium dar. (vgl. Simonis, Wall 1980)

$$H_{\text{Dich}} = \sum \frac{H_{\text{Anzahl}}}{F} = \sum \frac{H_{\text{Anzahl}}}{Nl} = \sum \frac{H_{\text{Anzahl}}}{EW}$$

Mit:

H_{Dich}	Haltestellendichte [Haltestelle/Fläche]
H_{Anzahl}	Anzahl der Haltestellen
F	Größe der analysierten Fläche
$N_{\text{Länge}}$	Netzlänge
EW	Einwohnerzahl

4.2 Verkehrsaufwand

Unter dem Verkehrsaufwand werden Fahrten verstanden, die erforderlich sind, um von einem Ort i zu einem Ort j zu gelangen, wobei die Fahrten durch Widerstände beeinflusst werden. Der Weg bzw. die Route ist die tatsächliche, optimale Route. Der Widerstand kann durch Kosten, Reisezeiten oder die Weglänge ausgedrückt werden, wobei auch eine Kombination dieser Faktoren möglich ist. (vgl. Simonis, Wall 1980)

$$W = \sum_{i,j} F_{ijr} * w_{ijr}$$

$$K = \sum_{i,j} F_{ijr} * k_{ijr}$$

$$T = \sum_{i,j} F_{ijr} * t_{ijr}$$

$$S = \sum_{i,j} F_{ijr} * l_{ijr}$$

Mit:	
W	Verkehrsaufwand
$F_{i,jr}$	Fahrtenanzahl von i nach j über Route r
K	Kostenaufwand
T	Zeitaufwand
S	Wegaufwand
w_{ijr}	Widerstand
k_{ijr}	Kosten
t_{ijr}	Reisezeit
l_{ijr}	Weglänge

Wenn die Aufwandswerte bekannt sind, kann der mittlere Widerstandswert berechnet werden. Dieser wird als Quotient des Aufwandswertes und der Summe der Fahrten berechnet. (vgl.Simonis,Wall 1980)

4.3 Kapazitätsplanung

Einer der wichtigsten Einflussfaktoren auf die restlichen Kenngrößen des öffentlichen Verkehrs ist die Kapazitätsplanung. Durch die Kapazitätsplanung eines öffentlichen Verkehrssystems können folgende Ziele erreicht werden:

- die Betriebsmittelzeiten können minimiert werden;
- der Fahrgastkomfort kann maximiert werden;
- die Sicherheit wird erhöht. (vgl.Schnieder 2015)

Die Kapazität wird durch das Produkt der Fahrthäufigkeit und der Fahrzeuggröße ausgedrückt. Die Fahrzeuggröße kann durch die Anzahl der Sitz- und Stehplätze ausgedrückt werden. (vgl.Schnieder 2015)

$$Kap = Fa_{Häufigkeit} * Fa_{Größe}$$

Mit:	
Kap	Kapazität des Verkehrssystems [Personen/Zeit]
$Fa_{Häufigkeit}$	Fahrthäufigkeit

$Fa_{Größe}$ Fahrzeuggröße

Für die Kapazitätsplanung sind folgende Kenngrößen relevant:

- Streckenbelastung,
- Linienbelastung,
- Querschnittsbelastung sowie
- Haltestellenbelastung. (vgl.Schnieder 2015)

Unter der Streckenbelastung wird die Anzahl der Fahrgäste verstanden, die in einer bestimmten Zeit durch einen Querschnitt fahren. (vgl.Schnieder 2015)

$$S_{Belastung} = \frac{P}{t_{bestimmt} * S_{bestimmt}} \left[\frac{Personen}{Zeit * Querschnitt} \right]$$

Mit:

$S_{Belastung}$	Streckenbelastung [Personen/Zeit]
P	Anzahl der Fahrgäste im Fahrzeug
$t_{bestimmt}$	bestimmte Zeit
$S_{bestimmt}$	bestimmter Querschnitt

Die Linienbelastung drückt die Anzahl jener Personen aus, die zu einer bestimmten Zeit eine Linie oder einen Linienabschnitt passieren. (vgl.Schnieder 2015)

$$L_{Belastung} = \frac{P}{t_{bestimmt} * L_{bestimmt}} \left[\frac{Personen}{Zeit * Linie} \right]$$

Mit:

$L_{Belastung}$	Linienbelastung [Personen/Zeit]
P	Anzahl der Fahrgäste im Fahrzeug
$t_{bestimmt}$	bestimmte Zeit
$L_{bestimmt}$	bestimmte Linien oder Linienabschnitt

Als Querschnittsbelastung wird die Anzahl der Personen definiert, die zu einer bestimmten Zeit eine Strecke oder Linie, die zwischen zwei benachbarten Haltestellen liegt, passieren. (vgl.Schnieder 2015)

$$Q_{Belastung} = \frac{P}{t_{bestimmt} * L/S_{bestimmt}} \left[\frac{Personen}{Zeit * Linie/Strecke} \right]$$

Mit:

$L_{Belastung}$	Linienbelastung [Personen/Zeit]
P	Anzahl der Fahrgäste im Fahrzeug
$t_{bestimmt}$	bestimmte Zeit

$L/S_{bestimmt}$ bestimmte Linie oder Strecke

Durch die Haltestellenbelastung wird die Summe der Fahrgäste berechnet, die an einer Haltestelle ein- oder aussteigen. (vgl.Schnieder 2015)

$$H_{Belastung} = \sum \frac{P_{ein/aus}}{H_{bestimmt}} \left[\frac{Personen}{Haltestelle} \right]$$

Mit:

$H_{Belastung}$ Linienbelastung [Personen/Zeit]
 $P_{ein/aus}$ Anzahl der Personen an einer Haltestelle (Einsteiger/Aussteiger)
 $H_{bestimmt}$ bestimmte Haltestelle

Um das Netz zu vergleichen und somit die Umsteigehäufigkeit zur berechnen, wird die Kennzahl des Netzbildungsfaktors verwendet. Der Netzbildungsfaktor ist ein nachfrageabhängiger und belastungsunabhängiger Faktor. Die Kennzahl kann als Quotient der Linien, die mit einer bestimmten Linie verbunden sind, und der Gesamtzahl der Linienverknüpfungen eines Netzes berechnet werden. (vgl.Simonis,Wall 1980)

$$b = \sum \frac{u_i}{u_N}$$

Mit:

b Netzbildungsfaktor
 u_i Anzahl der Linien, die mit der Linie i verbunden sind
 u_N Anzahl der Linienverknüpfungen des Gesamtnetzes

4.4 Beförderungsangebot

Nach der Belastung der Querschnitte kann das Beförderungsangebot bestimmt werden, das durch folgende Kenngrößen definiert wird:

- Sitzplatzverfügbarkeit,
- Stehplatzverfügbarkeit,
- maximale Fahrzeugbesetzung,
- Besetzungsgrad sowie
- Taktfrequenz. (vgl.Schnieder 2015)

Unter dem Begriff Sitzplatzverfügbarkeit wird die Anzahl der Sitzplätze pro Fahrgast verstanden. Sie wird folgendermaßen berechnet. (vgl.Schnieder 2015)

$$R_{Si} = \sum \frac{N_{Si}}{P}$$

Mit:

- R_{Si} Sitzplatzverfügbarkeit
- P Anzahl der Fahrgäste im Fahrzeug
- N_{Si} Anzahl der Sitzplätze im Fahrzeug

Wenn:

- $R_{Si} > 1$ ist, dann sind mehr Sitzplätze verfügbar als Fahrgäste und wenn
- $R_{Si} < 1$, dann reichen die Sitzplätze nicht aus und es ist erforderlich, die Stehverfügbarkeit zur ermitteln. (vgl.Schnieder 2015)

Die Stehflächenverfügbarkeit gibt die pro Fahrgast erforderliche Fläche an und wird wie folgt ermittelt. (vgl.Schnieder 2015)

$$R_{St} = \sum \frac{F_{St}}{P_{St}} = \frac{F_{St}}{P - N_{Si}}$$

Mit:

- R_{St} Stehplatzverfügbarkeit
- P Anzahl der Fahrgäste im Fahrzeug
- P_{St} Anzahl der stehenden Fahrgäste im Fahrzeug
- F_{St} Stehfläche je Fahrzeug
- N_{Si} Anzahl der Sitzplätze im Fahrzeug

Für die unterschiedlichen Verkehrszeiten bestehen Vorgaben, die die maximale Stehdauer definieren:

Tabelle 7: Maximale Stehdauer in Abhängigkeit der Verkehrszeiten¹⁶

Verkehrszeiten	Uhrzeit	Maximale Stehdauer
Hauptverkehrszeiten	6-8;12-14;16-19	20 Minuten
Nebenverkehrszeiten	8-12;14-16;Samstag 6-19	15 Minuten
Schwachverkehrszeiten	Sonn-Feiertag 6-19; Spätverkehrszeiten19-24	zur vermeiden

Die maximale Besetzung eines Fahrzeugs wird wie folgt berechnet. (vgl.Schnieder 2015)

$$B_{maxQs} = \frac{N_{Si}}{R_{SiQs}}$$

¹⁶(vgl. Schnieder 2015)

Mit:

B_{maxQS}	maximale Besetzung eines Fahrzeugs
R_{siQS}	Sitzplatzverfügbarkeit
N_{si}	Anzahl der Sitzplätze im Fahrzeug

Sollte neben der Sitzplatzverfügbarkeit auch ein Anteil an Stehplätzen zulässig sein, wird die maximale Besetzung eines Fahrzeugs folgendermaßen berechnet. (vgl. Schnieder 2015)

$$B_{maxQS} = N_{si} + \frac{F_{st}}{R_{stQS}}$$

Mit:

B_{maxQS}	maximale Besetzung eines Fahrzeugs
R_{stQS}	Stehplatzverfügbarkeit
N_{si}	Anzahl der Sitzplätze im Fahrzeug
F_{st}	Stehfläche je Fahrzeug [m ²]

Mit Hilfe der maximalen Besetzung eines Fahrzeugs kann die erforderliche Fahrthäufigkeit berechnet werden. Diese wird wie folgt ausgedrückt. (vgl. Schnieder 2015)

$$f_{Takt} = \frac{m}{B_{maxQS}}$$

Mit:

B_{maxQS}	maximale Besetzung eines Fahrzeugs
m	Anzahl der Fahrgäste pro Stunde
f_{Takt}	Taktfrequenz

Ausgehend von der Taktfrequenz ist es wiederum möglich, die Taktzeit zu bestimmen. (vgl. Schnieder 2015)

$$t_{Takt} = \frac{1}{f_{Takt}}$$

Mit:

t_{Takt}	Taktzeit
f_{Takt}	Taktfrequenz

Der Takt ist das wichtigste Kriterium der Bedienungsqualität des ÖV. Es wird zwischen zwei Taktfamilien unterschieden:

1. Taktfamilie, die auf einem 10-Minuten-Grundtakt beruht (5/10/20/40/60 Minuten),
2. Taktfamilie, die auf einem 15-Minuten-Grundtakt beruht (7,5/15/30/60 Minuten). [vgl. Hinweise für die Qualitätssicherung im ÖPNV,2006]

Neben diesen zwei Taktfamilien werden auch Ausnahmen gemacht, bei denen der Takt keine Stunde bildet.

Außer der Bedienungshäufigkeit hat auch die Direktheit maßgeblichen Einfluss auf die Qualität des ÖV. Die Direktheit eines Verkehrsmittels wird durch den Divergenzfaktor ausgedrückt, der folgendermaßen berechnet werden kann. (vgl. Simonis, Wall 1980)

$$f_{Divergenz} = \frac{w_{ijr}}{w_{ijr\ opt}}$$

Mit:

$f_{Divergenz}$	Divergenzfaktor
w_{ijr}	tatsächlicher Widerstand
$w_{ijr\ opt}$	optionaler Widerstand

Die durch den Umweg erzeugte Länge berechnet sich wie folgt. (vgl.Simonis,Wall 1980)

$$l_{Umweg} = \frac{l_{ijr}}{l_{ij}}$$

Mit:

l_{Umweg}	Umweglänge
l_{ijr}	Weglänge
l_{ij}	Luftlinienentfernung

Um die Umweglänge zu vermeiden und schneller oder überhaupt zum Ziel zu gelangen, ist es oft erforderlich, das Verkehrsmittel zu wechseln. Dieses Umsteigen von einem Verkehrsmittel ins andere wird als die Umsteighäufigkeit bezeichnet und wie folgt ausgedrückt. (vgl. Simonis, Wall 1980)

$$\bar{u} = \frac{\sum_{i,j} u_{ijr} F_{ij}}{\sum_{i,j} F_{ijr}}$$

Mit:

\bar{u}	mittlere Umsteighäufigkeit
u_{ij}	Umsteigematrix
F_{ij}	Fahrtenmatrix

5 Bestehende Methoden und Ansätze zur ÖV Erreichbarkeit

In diesem Kapitel wird der in Australien entwickelte LUPTAI Index vorgestellt und die Vorgehensweise zur Anwendung näher beleuchtet. Anschließend wird die Anwendung der Münchener Weiterentwicklung des Index anhand eines Beispiels genauer geschildert.

Es werden auch ÖV-Standards, wie das ÖROK Konzept für die Güteklassenbestimmung und das Steierische Gesamtverkehrskonzept 2008, die in Österreich vorgeschrieben sind, dargestellt.

5.1 LUPTAI Index

Der LUPTAI (Land Use and Public Transport Accessibility Index) ist ein Entscheidungshilfemittel, mit dem die lokalen und staatlichen Regierungen die Flächennutzung und die Verkehrsintegration optimieren können. LUPTAI versucht zu messen, wie einfach es ist, gemeinsame Ziele (z. B. Gesundheit, Bildung, Einzelhandel, Banken und Beschäftigung) zu Fuß und/oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu erreichen. (vgl. Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)

Bei diesem Index handelt es sich um eine GIS-basierte Methode, die in Australien entwickelt wurde. Zum ersten Mal wurde der LUPTAI Index in zwei Pilotprojekten in Australien angewendet. Die gesamte Gold Coast LGA wurde als erste Pilotstudie ausgewählt, um die Zugänglichkeit auf strategischer Ebene zu erforschen. Eine Master-geplante Fallstudie innerhalb der Gold Coast Region wurde anschließend als zweiter Pilotbereich ausgewählt, um die Erreichbarkeitsstufen auf lokaler Ebene zu analysieren.

Diese Methode kann auf kleine oder große Arbeitsbereiche angewendet werden. Sie kann auf die aktuelle Situation in einem Studienbereich sowie auf zukünftige Szenarien angewendet werden (z. B. Szenarien, die öffentliche Verkehrsmittel oder Bahnhöfe, Bevölkerungsdichte oder Landnutzung betreffen). (vgl. Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)

Die Methode produziert eine GIS-basierte Karte, die eine visuelle Darstellung der Möglichkeiten bietet, Orte mit öffentlichen Verkehrsmitteln und/oder zu Fuß zu erreichen. Eine Fünf-Farben-Skala zeigt die Ebenen der Erreichbarkeit für einen bestimmten Bereich (von „hohe Erreichbarkeit“ bis „keine Erreichbarkeit“). Die Methode basiert auf einer Kombination aus Indikatoren, die für die Reise ausgewählt wurden, um ein gemeinsames Ziel zu erreichen (außer mit dem Auto). Der LUPTAI berücksichtigt Fußwege, die Fahrzeit mit öffentlichen Verkehrsmitteln und die Bedienungshäufigkeit öffentlicher Verkehrsmittel. Die Fußwege betrachtet er auf zwei Arten: Entweder kann direkt auf das Ziel zugegriffen werden oder aber es wird der Weg zum jeweiligen öffentlichen Verkehrsmittel miteinbezogen. Diese Erreichbarkeitsanalyse kann je nach Aufgabe mit der Bevölkerungsdichte für zusätzliche Informationen gewichtet werden. (vgl. Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)

So ist es möglich, Flächen zu identifizieren, die durch einen Erreichbarkeitsüberschuss für eine Nachverdichtung geeignet sind bzw. die wegen eines Dichteüberschusses eine Verbesserung des ÖV-Angebotes und somit eine Erhöhung der Erreichbarkeit brauchen.

Der Indexwert wird dann als ausreichend bewertet, wenn eine hohe Funktionsdichte mit einer hohen ÖV-Erreichbarkeit besteht, ebenso wenn eine niedrige Funktionsdichte mit einer niedrigen ÖV-Erreichbarkeit einhergeht. (vgl. Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)

Als Ergebnis der Anwendung dieses Index im Rahmen der beiden ersten Pilotprojekte wurden in Australien Buslinien eingerichtet, die Takthäufigkeit angepasst und Haltestellen hinzugefügt. (vgl. Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)

5.1.1 Vorgangsweise

Der LUPTAI ist eine Zugänglichkeitsmaßnahme bzw. ein zusammengesetzter Index von Maßnahmen, die die Zugänglichkeit eines Ortes messen und quantifizieren wollen. Der LUPTAI verwendet eine Reihe von zielbasierten Barrierefreiheitsanalysen, die die Leichtigkeit quantifizieren, mit der ein Ziel erreicht werden kann. (vgl. Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)

Der LUPTAI versucht, die Erreichbarkeit von Standorten über das Gehen und das öffentliche Verkehrsnetz zu quantifizieren. Für das Pilotprojekt in Australien wurden nur Linienbus- und Schienenverkehrsdienste als öffentliche Verkehrsmittel berücksichtigt. Die Flächennutzungsziele, deren Zugänglichkeit gemessen wurde, sind:

- Arbeit,
- Gesundheit (Zahnärzte, Ärzte und Krankenhäuser),
- Einkaufen (wichtige Einkaufszentren, Kioske),
- Finanzinfrastruktur und Post (Geldautomaten, Banken, Post) sowie
- Ausbildung (Grundschulen, Universitäten usw.). (vgl. Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)

In der Projektentwicklungsphase wurden verschiedene Kriterien verwendet, um unterschiedliche Erreichbarkeitsmöglichkeiten für jede Art von gemeinsamen Zielen zu berücksichtigen. Der LUPTAI wurde auch entwickelt, um unterschiedliche Wahlmöglichkeiten bei der persönlichen Reiseplanung zu berücksichtigen und zu ermöglichen – dies vor allem im Hinblick auf das Gehen zu einer Haltestelle.

Der Index lässt eine gewisse Wahl zwischen einer kurzen Entfernung zur Haltestelle für eine lange Reise und einem längeren Abstand zur Haltestelle für eine kürzere Reise. Die Entfernungen zur Haltestelle wurden in vier distanzbasierte Kategorien eingeteilt: hoch, mittel, niedrig und arm. Zwölfhundert Meter (15 min zu Fuß) ist die maximale Entfernung (Grenze zu Fuß), die angewendet wird, wenn es um das Erreichen eines Gesundheitszentrums, einer Einkaufs- oder Finanzinfrastruktureinrichtung, eines Post- oder Bildungszentrums geht. Sechzehnhundert Meter (20 min zu Fuß) gelten als maximaler Fußweg für das Erreichen von Arbeitsplätzen. Die im Rahmen des Pilotprojekts entwickelten Erreichbarkeitsklassen sind in den Tabellen 1, 2 und 3 (Abbildung 11) dargestellt und umfassen drei Abschnitte:

- Tabelle 1: Erreichbarkeit von Haltestellen;
- Tabelle 2: Erreichbarkeit der Gesundheits-, Einkaufs-, Finanz-, Post- und Bildungszentren,
- Tabelle 3: Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen. (vgl. Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)

5.1.2 Methodik der Anwendung

Die LUPTAI-Methodik besteht aus:

- Messung der fußläufigen Erreichbarkeit der Haltestellen,
- Messung der Erreichbarkeit durch die Reisezeit im Verkehrsmittel und
- Kombination der fußläufigen Erreichbarkeit und der Erreichbarkeit durch die Reisezeit im Verkehrsmittel. (Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)

Zuerst werden Erreichbarkeitsklassen unter Verwendung von Fußabständen (d. h. 600, 800, 1000 und 1200 m) gemessen. Anschließend werden diese unter Verwendung der Reisezeiten in den öffentlichen Verkehrsmitteln (d. h. für Bus 0-20 min, 20-40 und 40 plus) gemessen. (vgl.Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)

Layer	Mode	High	Medium	Low	Poor
Public Transport	Bus	Up to 300m walk & up to 10 min service freq	Up to 400m walk & up to 30 min service freq	Up to 600m walk & up to 60 min service freq	Up to 1000m walk & all running bus services
	Train	Up to 800m walk & up to 15 min service freq	Up to 800m walk & up to 30 min service freq	Up to 1000m walk & up to 60 min service freq	Up to 1200m walk & all running train services

Walking Distance (m)	Service Frequency (min)			
	≤10	30	60	>60
≥0	H	M	L	P
100	H	M	L	P
200	H	M	L	P
300	H	M	L	P
400	M	M	L	P
500	L	L	L	P
600	L	L	L	P
700	L	L	L	P
800	L	L	L	P
900	P	P	P	P
1000	P	P	P	P
1100	M	M	M	M
1200	M	M	M	M
1300+	M	M	M	M

H: High M: Medium L: Low P: Poor N: None

Table 1: Public Transport Accessibility Measures

Sub Layer	Mode	Walk to PT	High	Medium	Low	Poor
Commercial Zone	Walking	Direct, no PT stops involved	Up to 600m	600 - 1000m	1000 - 1200m	1200 - 1600m
	Bus	Up to 300m walk	Up to 20min travel time via PT	20 - 30min travel time via PT	30 - 45min travel time via PT	> 45min travel time via PT
Train	Walking	Up to 800m walk	Up to 20min travel time via PT	20 - 30min travel time via PT	30 - 50min travel time via PT	> 50min travel time via PT
	Bus	Up to 300m walk	Up to 20min travel time via PT	20 - 30min travel time via PT	30 - 45min travel time via PT	> 45min travel time via PT

Walking Distance (m)	Travel time via PT (min)						
	≤10	20	30	40	50	60	70+
≥0	H	M	L	P	M	L	P
100	H	M	L	P	M	L	P
200	H	M	L	P	M	L	P
300	H	M	L	P	M	L	P
400	M	M	L	P	M	L	P
500	L	L	L	P	M	L	P
600	L	L	L	P	M	L	P
700	L	L	L	P	M	L	P
800	L	L	L	P	M	L	P
900	P	P	P	P	M	L	P
1000	P	P	P	P	M	L	P
1100	M	M	M	M	M	L	P
1200	M	M	M	M	M	L	P
1300+	M	M	M	M	M	L	P

H: High M: Medium L: Low P: Poor N: None

Table 2: Health, shopping, financial & postal, and education Accessibility Measures

Sub Layer	Mode	Walk to PT	High	Medium	Low	Poor
Chemists	Walking	Direct, no PT stops involved	Up to 600m	600 - 1000m	1000 - 1200m	1200 - 1600m
Depts	Bus	Up to 400m walk	N/A	N/A	N/A	N/A
Major Shopping Centres	Bus	Up to 400m walk	N/A	N/A	N/A	N/A
ATMs	Train	Up to 800m walk	Up to 20min travel time via PT	20 - 45min travel time via PT	> 45min travel time via PT	> 45min travel time via PT
Post Office	Bus	Up to 400m walk	N/A	N/A	N/A	N/A
Primary Schools	Bus	Up to 400m walk	N/A	N/A	N/A	N/A
Secondary Schools	Bus	Up to 400m walk	N/A	N/A	N/A	N/A
Tertiary Education	Bus	Up to 400m walk	N/A	N/A	N/A	N/A

Walking Distance (m)	Travel time via PT (min)						
	≤10	20	30	40	50	60	70+
≥0	H	M	L	P	M	L	P
100	H	M	L	P	M	L	P
200	H	M	L	P	M	L	P
300	H	M	L	P	M	L	P
400	M	M	L	P	M	L	P
500	L	L	L	P	M	L	P
600	L	L	L	P	M	L	P
700	L	L	L	P	M	L	P
800	L	L	L	P	M	L	P
900	P	P	P	P	M	L	P
1000	P	P	P	P	M	L	P
1100	M	M	M	M	M	L	P
1200	M	M	M	M	M	L	P
1300+	M	M	M	M	M	L	P

H: High M: Medium L: Low P: Poor N: None

Table 3: Employment Accessibility Measures

Abbildung 11: Klassenbildung LUPTAI Index¹⁷

Nach der Klassenbildung, wie sie in Abbildung 11 zu sehen ist, erfolgt im Weiteren eine Überlagerung der Klassen, um somit eine einheitliche Klasse für alle Zwecke zu bilden. Die Überlagerung erfolgt wie in Abbildung 12 dargestellt. (vgl.Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)



Abbildung 12: Überlagerung der Klassen in den LUPTAI Index¹⁸

¹⁷(vgl.Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)

¹⁸(vgl.Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)

Nach der Überlagerung der Klassen ist es möglich, die Erreichbarkeit in fünf Klassen abzubilden, wie es in Abbildung 13 ersichtlich ist.

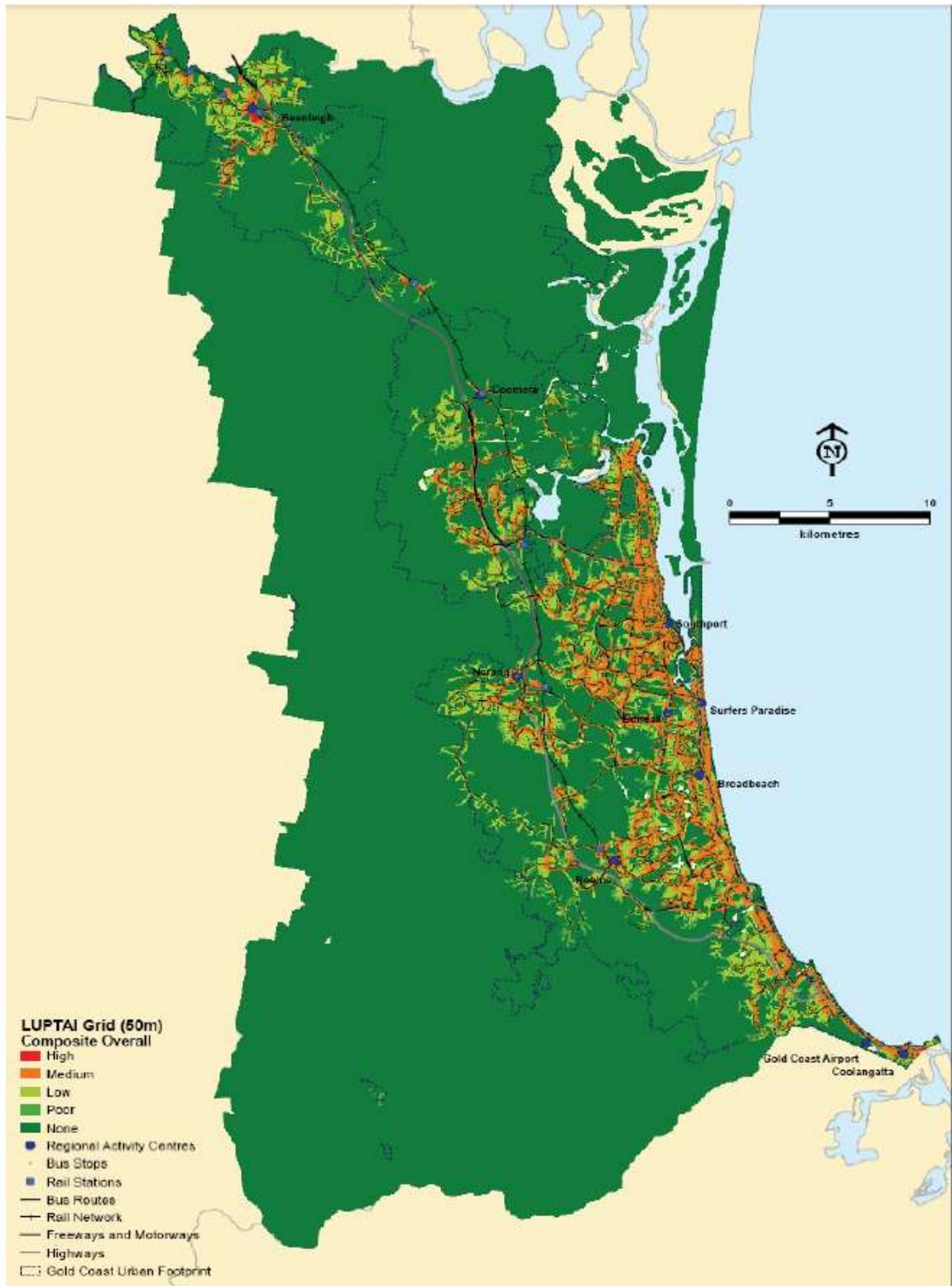


Abbildung 13: Beispiel der Erreichbarkeit - LUPTAI Index¹⁹

¹⁹(vgl. Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)

Nachdem die Erreichbarkeit dargestellt wurde, folgt eine Klassenbildung der Funktionsdichte. Die Funktionsdichte wurde wie die Erreichbarkeit in fünf Klassen dargestellt. (vgl. Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)

Wenn sich die Erreichbarkeit und die Funktionsdichte überlagern, kann eine funktionsgewichtete Indexkarte, wie in Abbildung 15 dargestellt, erzeugt werden. Die Verwendung des funktionsgewichteten Erreichbarkeitsindex soll Bereiche identifizieren, in denen ein großes Ungleichgewicht der Erreichbarkeit gegenüber der Funktionsdichte besteht. Das Resultat ist eine dreistufige farbige Karte, die Bereiche identifiziert, die:

- ein gutes Niveau an Erreichbarkeit haben, aber eine niedrige Funktionsdichte (lila);
- ein gutes Niveau an Funktionsdichte aufweisen, aber eine niedrige Erreichbarkeit (orange) und
- eine angemessene Mischung aus Erreichbarkeit und Dichte haben (gelb). (Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)

In Abbildung 14 ist die Überlagerung der Erreichbarkeit und der Funktionsdichte dargestellt wie auch die Zuweisung zur den drei Klassen. Die prozentualen Werte geben an, wie viel der analysierten Fläche den jeweiligen Klassen zugeordnet werden kann. (vgl. Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)

Population Density (Dw/Ha Net)	LUPTAI					Total
	None	Poor	Low	Medium	High	
Very Low (0 – 5)	14.76%	0.84%	2.93%	2.21%	0.07%	20.81%
Low (5 – 10)	10.94%	1.14%	6.62%	6.59%	0.00%	25.29%
Medium (10 – 15)	4.49%	0.84%	7.04%	8.85%	0.00%	21.23%
High (15 – 30)	3.77%	0.43%	5.40%	13.09%	0.00%	22.69%
Very High (30 – max)	0.92%	0.08%	0.74%	8.25%	0.00%	9.98%
Total	34.88%	3.33%	22.73%	38.98%	0.07%	100.00%



 Generally Inappropriate (explore increases in density)
 Comparative Mix of Accessibility & Density
 Generally Inappropriate (improve accessibility)

Abbildung 14: Überlagerung der Funktionsdichte und den LOS²⁰

²⁰(vgl. Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)

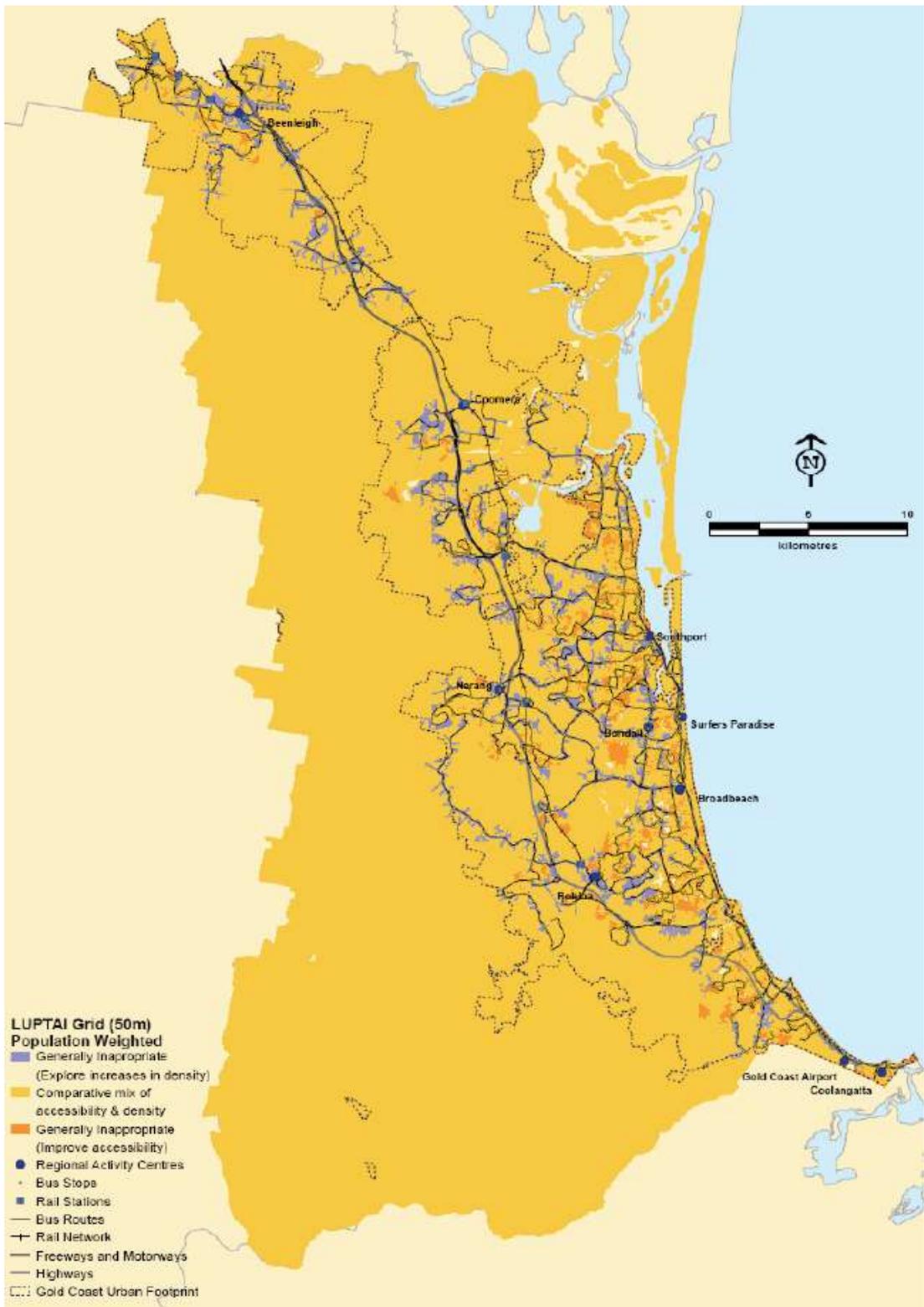


Abbildung 15:Ergebniss der berechneten Erreichbarkeit in Bezug auf die Funktionsdichte²¹

²¹ (vgl.Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick; 2006)

5.2 Beispiel LUPTAI Index in München

Der Verein „Europäische Metropolregion München“ führte 2013 eine Erreichbarkeitsanalyse in München durch. Dieser Verein widmet sich folgenden fünf Themenbereichen:

- Wissen,
- Wirtschaft,
- Mobilität,
- Umwelt und
- Kultur. (vgl.Wulfhorst 2016,vgl.Michaeli 2012,vgl.Wulfhorst 2010)

Im Rahmen der Beschäftigung mit dem Thema Mobilität setzte sich der Verein zum Ziel, ein Modell zu entwickeln, das Stärken und Schwächen der Erreichbarkeit einer Region bewertet und dadurch Verbesserungspotenzial aufzeigt. (vgl.Wulfhorst 2016,vgl.Michaeli 2012,vgl.Wulfhorst 2010)

In Zusammenarbeit mit der Technischen Universität München wurde so der „Erreichbarkeitsatlas für die Europäische Metropolregion München“ entwickelt.

Die größte Herausforderung im Rahmen dieses Projekts war die Datengrundlage. Die Daten wurden nämlich von unterschiedlichen Quellen in unterschiedlicher Form bereitgestellt. Da zu Beginn lediglich ein Prototyp erarbeitet werden sollte, wurden die Daten für dieses Projekt vereinfacht. Es wurde davon ausgegangen, dass anschließend noch Veränderungen vorgenommen werden und die Genauigkeit des Modells verbessert wird. (vgl.Wulfhorst 2016,vgl.Michaeli 2012,vgl.Wulfhorst 2010)

Im Rahmen des Projekts wurden unterschiedliche Analysen durchgeführt:

- ÖV-Erreichbarkeit zum Flughafen München;
- MIV-Erreichbarkeit zum Flughafen München;
- ÖV-Erreichbarkeit vom Hauptbahnhof München;
- MIV-Erreichbarkeit vom Hauptbahnhof München;
- ÖV/MIV-Erreichbarkeit zum nächsten Oberzentrum;
- ÖV/MIV-Erreichbarkeit zum nächsten Mittelzentrum.

Die Erreichbarkeitsanalyse wurde in diesen Fällen stets über die Reisezeit durchgeführt und zwar so, dass die Reisezeit in fünf Klassen gegliedert wurde, wie in Abbildung 16 zu sehen ist. Folgende Abbildung stellt ein Beispiel dar, in dem der MIV und der ÖV einander gegenübergestellt werden. Die Klassen wurden in einem 30–Minuten-Abstand gebildet. Zur Berechnung und Darstellung der Daten wurden die Softwares ArcGis und Visum verwendet. Die Daten bezogen sich auf Gemeindeebene, was problematisch ist, da die Gemeinden unterschiedliche Einwohnerzahlen aufweisen. Eine Umwandlung in Rasterdaten wurden nicht durchgeführt, da ansonsten jeder Zelle die gleiche Rahmenbedingung zugewiesen worden wäre. Für die Datenberechnung wurde für jede Gemeinde die Haltestelle gewählt, die das höchste ÖV-Angebot aufweist. Somit wurde der Gemeindekern mit nur diese Haltestelle angebunden. (vgl.Wulfhorst 2016,vgl.Michaeli 2012,vgl.Wulfhorst 2010)

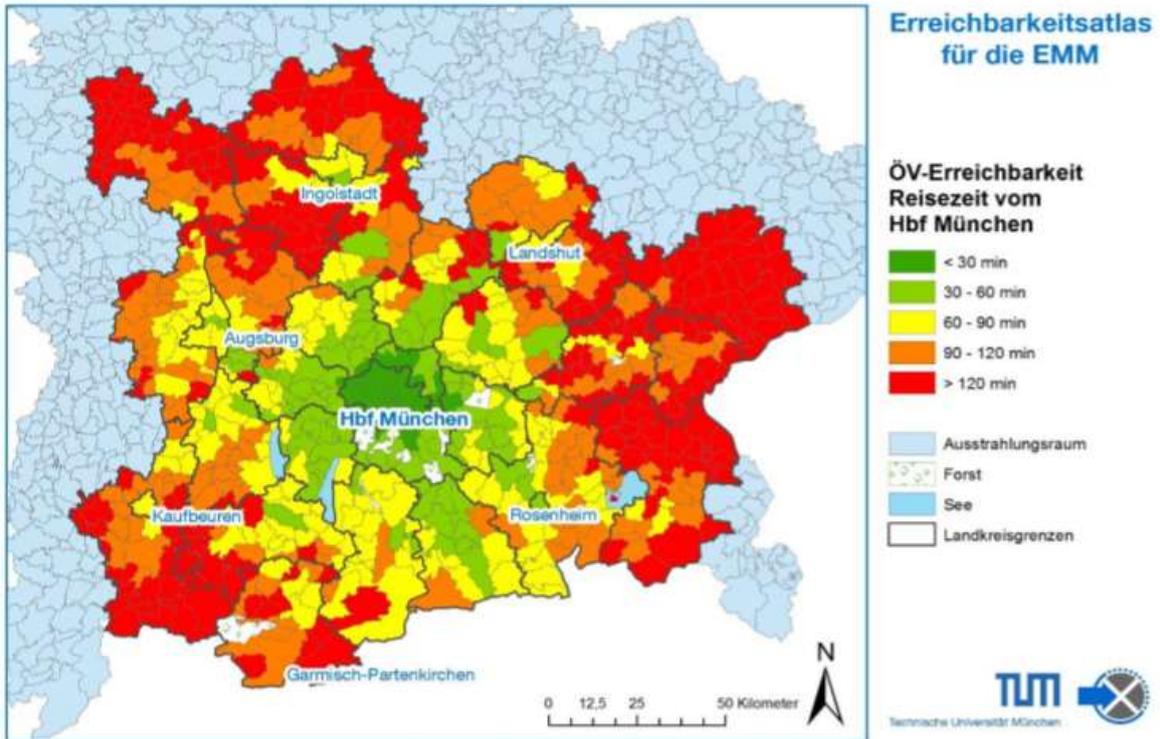


Abbildung 16: Beispiel der ÖV Erreichbarkeit ausgedrückt durch die Reisezeit

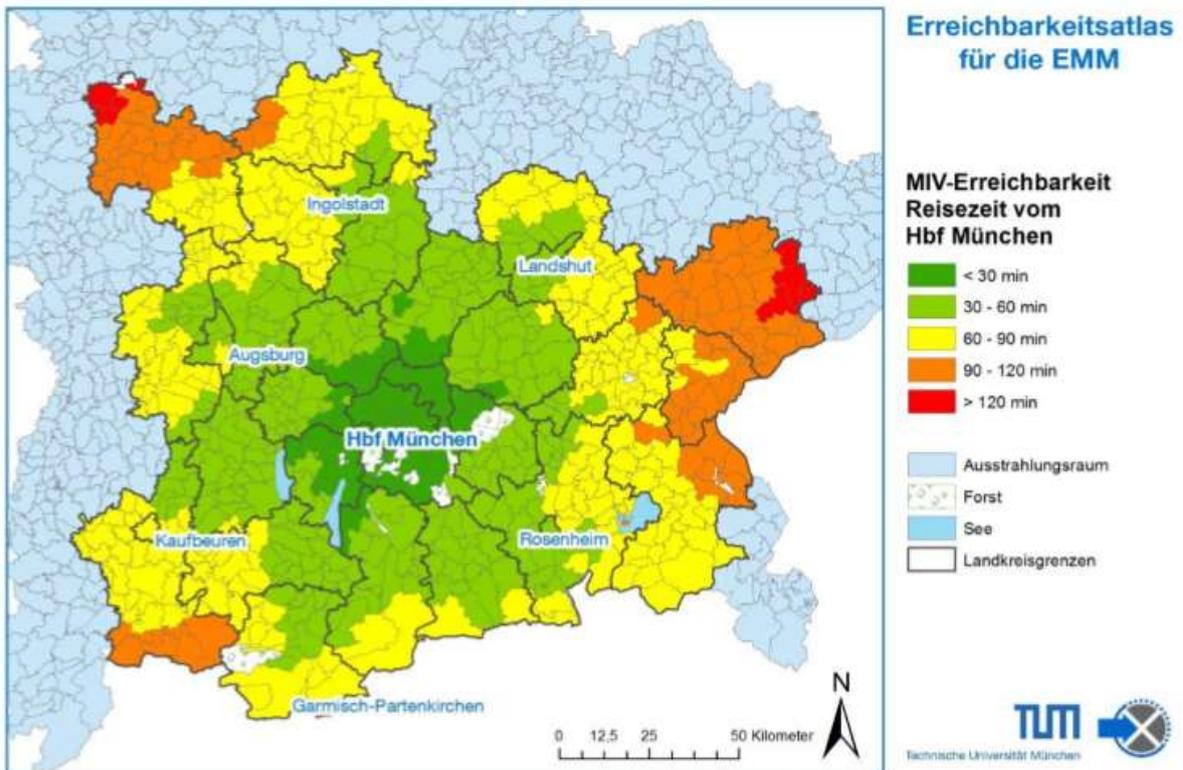


Abbildung 17: Beispiel der MIV Erreichbarkeit ausgedrückt durch die Reisezeit

Neben der Reisezeit, die die Erreichbarkeit darstellt, wurde eine Erweiterung durch die Mitberücksichtigung der Bevölkerung durchgeführt, um zu identifizieren, wo ein ÖV erforderlich ist. Die Erreichbarkeit wurde folgendermaßen berechnet: (vgl. Wulfhorst 2016, vgl. Michaeli 2012, vgl. Wulfhorst 2010)

$$Err_i = \sum_{j=1}^{j=n} (P_j * f(w_{ij}))$$

Mit: Err_i Erreichbarkeit des Ausgangsortes i
 P_j Potenzial am Ort j
 w_{ij} Widerstandsfunktion, die durch den Gravitationsindikator ausgedrückt wird
 $f()$ Widerstandsfunktion

Für die Widerstandsfunktion wurde der Gravitationsindikator verwendet, der durch die exponentielle Funktion ausgedrückt wird. Als Widerstand wurde in diesem Fall die Reisezeit eingesetzt.

Durch die Gewichtung der Erreichbarkeit ausgehend von der Einwohnerzahl wurden fünf Klassen gebildet, die von „sehr geringer Erreichbarkeit“ bis zu „sehr guter Erreichbarkeit“ reichen und in folgender Abbildung 18 zu sehen sind. (vgl. Wulfhorst 2016, vgl. Michaeli 2012, vgl. Wulfhorst 2010)

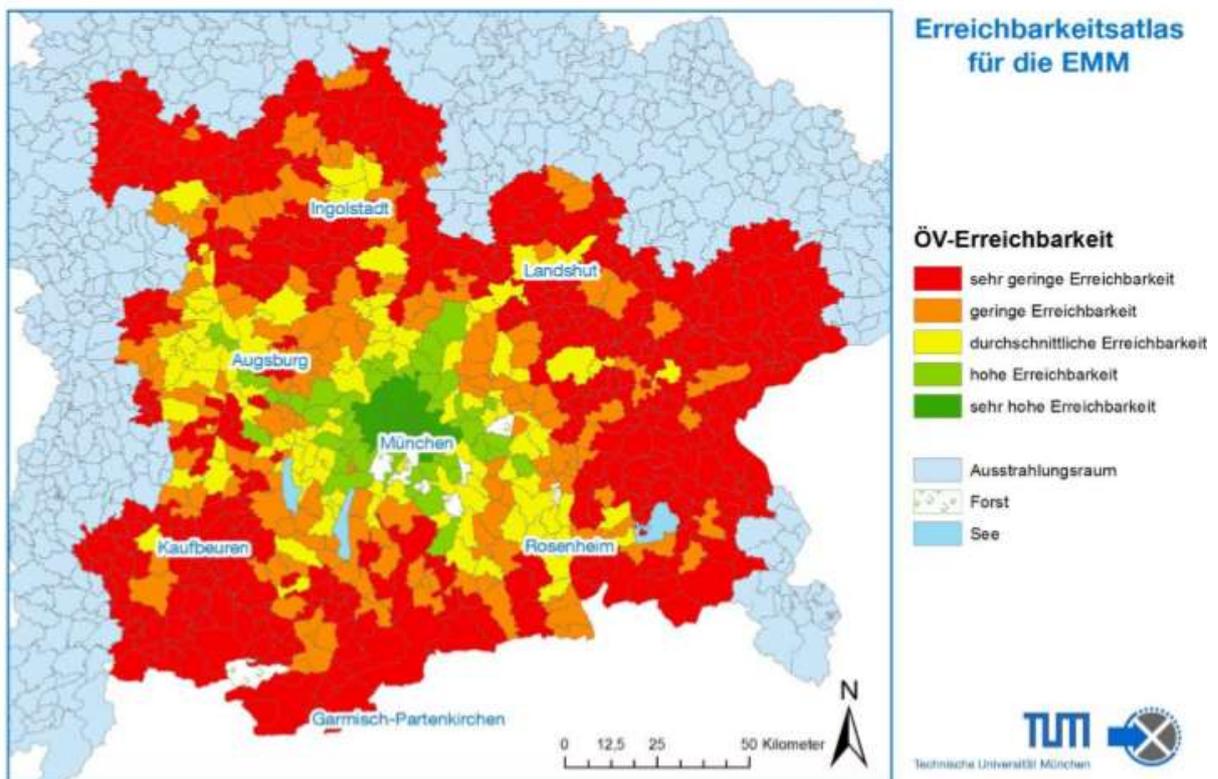


Abbildung 18: Die berechnete ÖV Erreichbarkeit am Beispiel der Stadt München mit der Erreichbarkeitsformel

Um eine Aussage darüber treffen zu können, wo ein Unterangebot bzw. ein Überangebot des ÖV in Bezug auf die Funktionsdichte vorliegt, wurden wie beim LUPTAI Index die Erreichbarkeit des ÖV und die Funktionsdichte einander gegenübergestellt. Die Erreichbarkeit und die Funktionsdichte wurden mit einer Ordinalskala klassifiziert und anschließend durch eine Matrix den jeweiligen Klassen

zugewiesen. In folgender Abbildung 19 ist an den Beispielen des Taunus-Bahnkorridors die Klassenbildung ersichtlich. (vgl.Wulfhorst 2016,vgl.Michaeli 2012,vgl.Wulfhorst 2010)

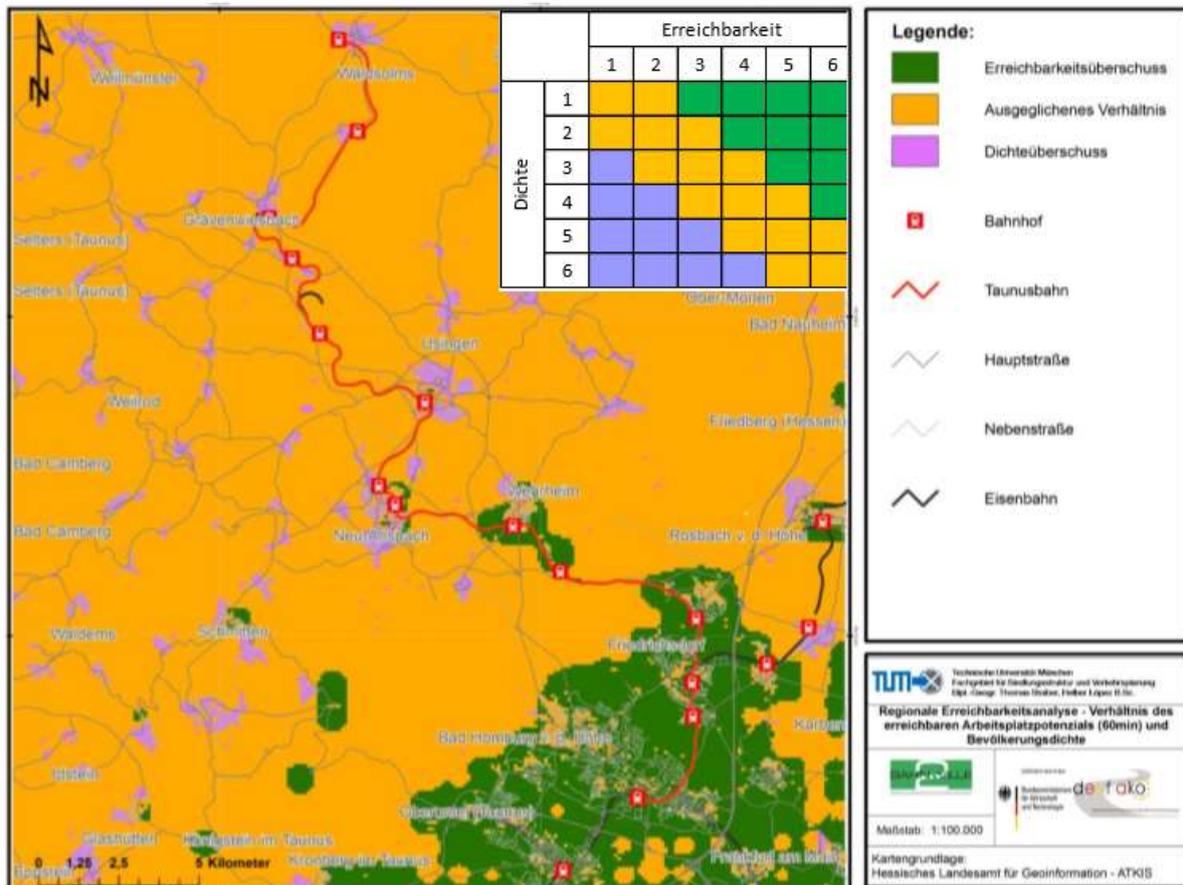


Abbildung 19. Überlagerte Klassen und darstellung des Ergebnisses an Beispiel des Taunusbahnkorridors²²

²²(vgl.Wulfhorst 2016,vgl.Michaeli 2012,vgl.Wulfhorst 2010)

5.3 ÖV-Standards im Regionalverkehr

5.3.1 Bundesweite ÖV-Angebotsstandards in Österreich

ÖV-Standards werden durch die Siedlungsgröße wie auch durch den Raumtyp beeinflusst. Somit wird die Siedlungsgröße in fünf Klassen gegliedert: (Endbericht, ÖROK 2014)

- Siedlungskerngröße ab 251 Einwohner;
- Siedlungskerngröße ab 501 Einwohner;
- Siedlungskerngröße ab 1 001 Einwohner;
- Siedlungskerngröße ab 2 501 Einwohner;
- Siedlungskerngröße ab 5 001 Einwohner.

Das Mindestangebot wird auch in zwei Klassen unterteilt:

- empfohlenes Mindestangebot;
- nachfrageabhängiges Mindestangebot. (Endbericht, ÖROK 2014)

Durch diese Kenngrößen entstehen folgende ÖV-Standards auf der Angebotsseite:

Tabelle 8: Empfohlene Mindeststandards nach den ÖROK²³

Siedlungskern- größe	Empfohlenes Mindestangebot im Kurspaaren pro Werktag zum nächsten		
	ÖV-Knoten	regionalen Zentrum	überregionalen Zentrum
ab 251 EW	-	-	-
ab 501 EW	4	-	-
ab 1001 EW	-	6	-
ab 2501 EW	-	8	-
ab 5001 EW	-	-	13

Tabelle 9: Nachfrageabhängige Mindeststandards²⁴

Siedlungskern- größe	Nachfrageabhängiges Mindestangebot im Kurspaaren pro Werktag zum nächsten		
	ÖV-Knoten	regionalen Zentrum	überregionalen Zentrum
ab 251 EW	4	-	-
ab 501 EW	-	6	-
ab 1001 EW	-	8	6
ab 2501 EW	-	13	8
ab 5001 EW	-	-	13

²³ (ÖV Güteklassebericht Finale, ÖROK 2017)

²⁴ (ÖV Güteklassebericht Finale, ÖROK 2017)

5.3.2 Mindeststandards nach dem Steirischen Gesamtverkehrskonzept 2008+²⁵

Neben dem Raumtyp wird das Verkehrsangebot auch maßgeblich von den Bedienungszeiten beeinflusst. Die Bedienungszeiten werden in vier Kategorien aufgeteilt:

- Hauptverkehrszeiten (HZ) 6-8 Uhr, 12-14 Uhr und 16-19 Uhr;
- Nebenverkehrszeiten (NZ) 8-12 Uhr, 14-16 Uhr und samstags 6-19 Uhr;
- Sonn-und Feiertag (SF) 6-19 Uhr;
- Spätverkehrszeiten (SPZ) 19-24 Uhr.

Auch die Art der Verkehrsachse spielt eine wichtige Rolle.

Die Verbindungsachsen unterscheiden sich wie folgt:

- suburbane Achsen - A;
- regionale Hauptachsen - B;
- regionale Ergänzungslinien - C;
- Ergänzungslinien und bedarfsorientierter Verkehr - D.

Als suburbane Achse wird die Verbindung einer Stad ins nähere Umland bzw. mit anderen Städten definiert.

Der Begriff der regionalen Hauptachse bezeichnet die Verbindung zu Bezirkshauptstädten und dem weiteren Umland.

Die regionalen Ergänzungslinien dienen der Verbindung von Unterzentren. Der Bedarfsverkehr wird eingesetzt, wenn keine zu große Verkehrsnachfrage vorliegt.

Durch die Bedienungszeiten und die Kategorie der Verkehrsverbindung wird das Bedienungsniveau pro Tag und Richtung bestimmt wie auch die Taktfolgezeit, die in den folgenden Tabellen dargestellt wird.

Tabelle 10: Mindeststandards in Abhängigkeit der Verkehrsachse²⁶

Kategorie	werktags	Samstags	Sonn-und Feiertagen
Suburbane Achsen	20	15	8
regionale Hauptachsen	10	8	5
regionale Ergänzungslinien	5+Rufbus	2+Rufbus	Rufbus
Ergänzungslinien und bedarfsorientierter Verkehr	Schülerbus +Rufbus	Rufbus	Rufbus

²⁵(vgl.Ploder 2008)

²⁶(vgl.Ploder 2008)

Tabelle 11: Mindeststandards in Abhängigkeit der Verkehrszeiten²⁷

Kategorie	HZ	NZ	SF	SPV
A	Min 30 Min Takt	60 Min Takt	120 Min Takt	120 Min Takt
B	Mind. 60 Min Takt	120 Min Takt	4 Kurspaare	2 Kurspaare
C	4 Kurspaare	Rufbus	Rufbus	Rufbus
D	Rufbus	Rufbus	Rufbus	Rufbus

5.4 Güteklassenbestimmung

5.4.1 Bewertungsverfahren ÖROK

In diesem Kapitel wird die Methode dargestellt, die auch in dieser Masterarbeit eingesetzt wurde. Die Methode wurde von der ÖROK-Partnerschaft entwickelt und stellt somit die Standards der ÖV-Güteklasse für Österreich da. Ziel der ÖROK-Partnerschaft war es, ein System der ÖV-Güteklasse für Gebiete zu entwickeln, die eine österreichweite Grundlage darstellen. Einerseits dient dieses System der besseren Abstimmung der Siedlungsentwicklung und ÖV-Erschließung, andererseits dient dieses System auch der Ermittlung von unausgeschöpften ÖV-Nachfragepotenzialen. Da bereits in einigen Regionen ÖV-Gütesysteme bestehen, wurde mit diesem System die Möglichkeit geschaffen, die bestehenden Systeme österreichweit anzupassen. (ÖV Güteklassebericht Finale, ÖROK 2017)

Die ÖV-Güteklassensysteme beruhen auf der Abstimmung der Haltestellenkategorien, Intervallklassen, Verkehrsmittelkategorien und Distanzklassen gebildet. Diese entsprechen den städtischen wie auch den ländlichen Anforderungen. (ÖV Güteklassebericht Finale, ÖROK 2017)

Das System kann für folgende Zwecke eingesetzt werden:

- Schaffung des Überblickes über die ÖV-Erschließung in Zusammenhang mit der Raumstruktur bzw. Raumentwicklung wie beispielsweise die Zahl der Einwohner oder der Arbeitsplätze;
- Überblick über die Standortqualität über die ÖV-Erschließung für die Immobilienentwicklung;
- Hilfsmittel für die Raumplanung, um Bereiche mit großem ÖV-Angebot und niedrigem Nachfragepotenzial zu optimieren;
- Hilfsmittel für die Verkehrsplanung, um Bereiche mit großer Nachfrage und niedrigem ÖV-Angebot zu optimieren;
- Optimierung der Wegenetze zu den Haltestationen;
- Verknüpfung der ÖV-Güteklassen mit der Größe von Infrastrukturabgaben zur Baulandmobilisierung;
- Verknüpfung der ÖV-Güteklassen mit Stellplatzverordnung;
- Begutachtung des Nutzens von Gebieten für Nutzungsarten, Bebauungsdichten und Bauweisen; Entwicklung von Instrumenten zur örtlichen und überörtlichen Raumplanung, die bei der Siedlungsentwicklung die Angebote und die Erreichbarkeit miteinbeziehen. [ÖV Güteklassebericht Finale, ÖROK 2017]

Vorgehensweise:

Die Bildung des Systems für die ÖV-Güteklassen erfolgt in drei Phasen. In der ersten Phase werden die Grundsätze beschrieben. In der zweiten Phase wird die Vorgehensweise der Ermittlung von Haltestellenkategorien beschrieben und in der dritten Phase werden schließlich die ÖV-Güteklassen erläutert.

²⁷(vgl.Ploder 2008)

Bezüglich der Grundsätze der Bildung des ÖV-Güteklassensystems gilt eine klare Begriffsdefinition stets als entscheidend. (ÖV Güteklassebericht Finale, ÖROK 2017)

So werden die Bereiche zunächst in städtische und ländliche Räume unterteilt. Bei der Klassifizierung der Verkehrsmittel wurden deren Leistung und Eigenschaften, wie zum Beispiel die Reisegeschwindigkeit, der Komfort, die Fahrplansicherheit und die Kapazitäten berücksichtigt. Daraus ergeben sich vier Stufen der Verkehrsmittelarten. In der ersten Stufe befinden sich der Fernverkehr und der REX. Zur zweiten Stufe zählen die S-, U- und Regionalbahn, der Schnellbus sowie die Lokalbahn. Dritte Stufe schließt die Straßenbahn, den Metrobus, dessen Einführung in Wien geplant ist, und den O-Bus mit ein. Die vierte Stufe bildet der Bus. (ÖV Güteklassebericht Finale, ÖROK 2017)

Neben der Leistung und den Eigenschaften der Verkehrsmittel ist auch der Raumtyp ein wesentliches Kriterium. Ebenso die Erschließungsqualität, die Fußwegedistanz zu den Haltestellen wie auch die Takthäufigkeit. Die Güteklasse wird ausgehend von diesen Kriterien für Normalwerkstage (Montag bis Freitag) ermittelt. (ÖV Güteklassebericht Finale, ÖROK 2017)

Um die Haltestellenkategorien zu ermitteln, werden zwei Kriterien berücksichtigt: die Takthäufigkeit an einer Haltestelle und der Haltestellentyp. Für die Ermittlung der Intervalle wird der Zeitraum von 6 bis 20 Uhr analysiert. Der Haltestellentyp wird anhand der Verkehrsmittelkategorie, die an der Haltestelle anhält, festgestellt. So wird eine Haltestelle mit Fernverkehrs- und Busabfahrten beispielsweise dem Haltestellentyp Fernverkehr/REX zugeordnet. Somit entstehen vier Haltestellentypen. Das Zusammenstellen von Haltestellen zu einem Knoten wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht vorgenommen, da damit ein Problem bei der Berücksichtigung der fußläufigen Distanzen bis zu den Haltestellen einhergeht. Durch die Takthäufigkeit und den Haltestellentyp wurden 8 Haltestellenkategorien identifiziert. Bei der Bildung der Kategorien wurde die Klassifizierung zwischen städtischen und ländlichen Bereichen mitberücksichtigt wie auch die Tatsache, dass der Bus eine größere Bedeutung für das städtische Umland und das Land hat. Dies erfolgte durch eine Mitberücksichtigung der Straßenbahn, des Metrobusses und des O-Busses ab der Intervallklasse $5 \leq x \leq 10$ min. In der Steiermark werden die REX-Stationen in die Gruppe der Regionalbahn/S-Bahn kategorisiert. (ÖV Güteklassebericht Finale, ÖROK 2017)

Tabelle 12: Kursintervalle in Abhängigkeit der Verkehrsmittelkategorie nach ÖROK

Durchschnittliches Kursintervall aus der Summe aller Abfahrten pro Richtung	Verkehrsmittelkategorie der Haltestelle nach höchstrangigem Verkehrsmittel			
	Fernverkehr REX	S-Bahn / U-Bahn, Regionalbahn, Schnellbus, Lokalbahn	Straßenbahn, Metrobus, O-Bus	Bus
< 5 min	I	I	II	III
$5 \leq x \leq 10$ min	I	II	III	III
$10 < x < 20$ min	II	III	IV	IV
$20 \leq x < 40$ min	III	IV	V	V
$40 \leq x \leq 60$ min	IV	VI	VI	VI
$60 < x \leq 120$ min	V	VI	VII	VII
$120 < x \leq 210$ min		VII	VIII	VIII
> 210 min				

Um die ÖV-Güteklassen darzustellen, ist es erforderlich, Entfernungsklassen zu bilden. Als Entfernungsklassen werden Klassen bezeichnet, die die Distanz bis zur Haltestelle abbilden. Für die Darstellung der Entfernungsklassen sind zwei Kriterien erforderlich: die Fußwegedistanz und die Distanzklassen. (ÖV Güteklassebericht Finale, ÖROK 2017)

Tabelle 13: Haltestellenkategorie und Luftliniendistanz zur Haltestellen²⁸

Haltestellenkategorie	Luftliniendistanz zur Haltestelle				
	≤ 300 m	301 – 500 m	500 – 750 m	751 – 1000 m	1001 – 1250 m
I	A	A	B	C	D
II	A	B	C	D	E
III	B	C	D	E	F
IV	C	D	E	F	G
V	D	E	F	G	G
VI	E	F	G		
VII	F	G	G		
VIII	G	G			

Durch das Koppeln der Haltestellenkategorien mit den Entfernungsklassen entsteht das ÖV-Gütesystem. Insgesamt wurden auf diese Weise sieben ÖV-Güteklassen definiert. Die Güteklassen sind räumlich zugeordnet und enthalten eine Qualitätsbeschreibung (Tabelle 14).

Tabelle 14: Güteklassen nach ÖROK

GÜTEKLASSE	QUALITÄTSBESCHREIBUNG	RÄUMLICHEZUORDNUNG
A	Höchstrangige ÖV-Erschließung	Städtisch
B	Hochrangige ÖV-Erschließung	Städtisch
C	Sehr gute ÖV-Erschließung	städtisch/ländlich, ÖV-Achse, ÖV-Knoten
D	Gute ÖV-Erschließung	städtisch/ländlich, ÖV-Achse, ÖV-Knoten
E	Sehr gute Basiserschließung	Ländlich
F	Gute Basiserschließung	Ländlich
G	Basiserschließung	Ländlich

²⁸(ÖV Güteklassebericht Finale, ÖROK 2017)

6 Verkehrsmodell GUARD

GUARD steht für Guaranteed Ride Home und stellt ein multimodales Verkehrsmodell für den Großraum Graz dar. Dieses Modell wurde vom Institut für Straßen- und Verkehrswesen der TU Graz und dem Ingenieurbüro Verkehrsplus GmbH entwickelt. Für die Erstellung und den Betrieb ist die Verkehrssimulationssoftware Visum von der PTV AG erforderlich. In diesem Modell wird der individuelle und öffentliche Verkehr der südlichen Steiermark dargestellt. Somit umfasst das Verkehrsmodell GUARD folgende Bezirke: (vgl. Endbericht GUARD 2011, vgl. Veit 2014)

- Graz,
- Graz-Umgebung,
- Deutschlandsberg,
- Weiz,
- Voitsberg,
- Leibnitz,
- Hartberger-Fürstenfeld,
- Feldbach.

Das Modell setzt sich aus dem Verkehrsangebot sowie der –nachfrage zusammen. Mit diesem Verkehrsmodell ist es möglich, eine Berechnung für einen Werktag wie auch für einen Samstag durchzuführen. Es werden unterschiedliche Verkehrsarten im Modell berücksichtigt, darunter auch der Privatverkehr und der Wirtschaftsverkehr. Neben den Verkehrsarten werden auch unterschiedliche Verkehrsmittel mitberücksichtigt wie z. B. Rad, Fuß, PKW, LKW, ÖPNV oder PKW-Mitfahrer. (vgl. Endbericht GUARD 2011, vgl. Veit 2014, vgl. PTV Visum Handbuch)

Um die Wege und Straßen in dem GUARD-Modell darzustellen, wurde die Graphenintegrationsplattform „Steiermark das Straßen- und Wegnetzgraph“ verwendet. Vorteil dieses Graphen ist, dass er sehr detailliert ist und eine Vielzahl von Informationen beinhaltet. Nachteil dieses Netzes ist, dass noch einige Attribute fehlten und dadurch das gesamte Netz nicht vollständig mit Attributen versehen war. Somit wurden die notwendigen Attribute, wie die Anzahl der Fahrstreifen, die Abbiegeverbote und die zulässige Geschwindigkeit selbstständig eingefügt.

Durch die Schnittstelle Diva2Visum wurden die ÖV-Daten implementiert. Auf diese Weise wurde das Netz mit dem Fahrplan, den Haltestellendaten und dem Linienroutenverlauf versorgt. Die Daten enthalten folgende Informationen: (vgl. Endbericht GUARD 2011, vgl. Veit 2014, vgl. PTV Visum Handbuch)

- Kalenderperiode,
- Verkehrstag,
- Verkehrssystem,
- Fahrzeugeinheit,
- Haltestellen,
- Haltestellenbereiche,
- Haltepunkte,
- Übergangsgehzeiten,
- Betreiber,
- Linien,

- Linienrouten,
- Linienroutenverläufe,
- Fahrzeitprofilverläufe und
- Servicefahrten.

Um die Daten für die Verkehrsnachfrage zu berechnen, wird der Berechnungsalgorithmus VISEM verwendet. Ergebnis dieser Berechnung sind Matrizen, die durch das Verfahren der Umlegung auf das Netz angewendet werden. In folgender Abbildung 20 ist der Verlauf ersichtlich. (vgl. Endbericht GUARD 2011, vgl. Veit 2014, vgl. PTV Visum Handbuch)

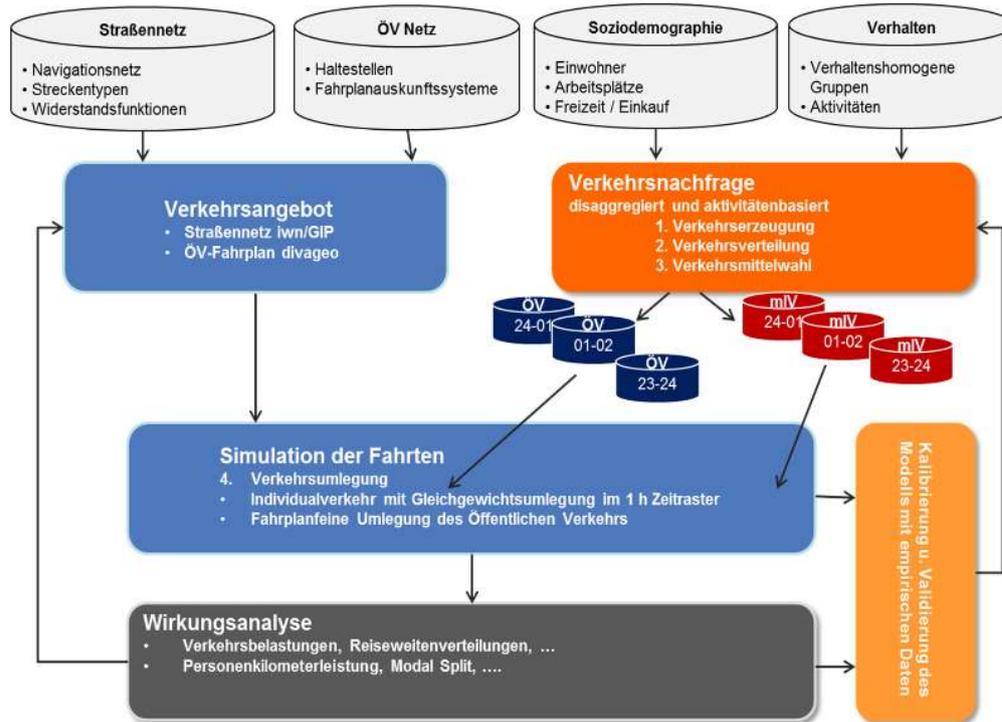


Abbildung 20: Verlauf des Modells²⁹

²⁹ Weißbuch Infrastruktur 2025+, 2014

6.1 Verkehrsangebot

Das Verkehrsangebot setzt sich aus der Netztopologie und dem ÖV-Angebot zusammen. Das Netz besteht aus folgenden Attributen, die im Weiteren detaillierter beschrieben werden:

Tabelle 15: Netzelemente in GUARD Modell³⁰

Netzelemente	Anzahl in GUARD Modell
Knoten	54445
Strecken	132764
Abbieger	366942
Bezirke	983
Anbindungen	17970
Oberknoten	33
Oberabbieger	1035
Oberbezirke	33
Gebiete	14

Bezirke

Die Bezirke werden auch als Verkehrszellen bezeichnet. Das GUARD-Modell besteht aus 983 Verkehrszellen, von denen 72 Zellen Kordongebiete sind. Von den 983 Verkehrszellen entfallen 294 auf das Grazer Stadtgebiet.

Um die Verkehrsnachfrage zu berechnen, sind die Verkehrsbezirke erforderlich. Die Verkehrsbezirke wurden durch das Splitten und Aggregieren von Polygonen ermittelt. Die Generierung erfolgte durch:

- die Strukturen im Planungsraum,
- die Verwaltungsgrenzen,
- die Zellhomogenität hinsichtlich der Einwohnerzahl,
- die Raumzusammenhänge und

die aufgabenspezifische Modellierung des öffentlichen Verkehrs in GUARD. (vgl. Endbericht GUARD 2011, vgl. Veit 2014, vgl. PTV Visum Handbuch)

Die Aufteilung bzw. die Darstellung der Zellen ist gemeindefein, wobei die Zellen im städtischen Raum und in der Umgebung des städtischen Raumes so aufgeteilt wurden, dass die Gemeinden in mehrere Zellen unterteilt sind. Je weiter in den ländlichen Raum vorgedrungen wird, desto größer wurden die Gemeinden aufgeteilt bzw. wurde aus mehreren Gemeinden eine Zelle.

Knoten

Im GUARD-Modell werden die Anfangs- und Endpunkte der Strecken wie auch die Kreuzungen und Verzweigungen im Schienennetz durch Knoten dargestellt. Das GUARD-Modell besteht aus 54 445 Knoten. Von den 54 445 Knoten sind 147 signalgesteuert und befinden sich im Grazer Stadtgebiet. Die restlichen Knoten sind gleichwertig. Für 9 Knoten wurde ein Signalsteuerungsprogramm in VISUM

³⁰GUARDModell, November 2017

eingebunden. Diese 9 Knoten sind sehr detailliert dargestellt und enthalten die über die Signalzeiten erforderlichen Daten. (vgl.Endbericht GUARD 2011,vgl.Veit 2014,vgl.PTV Visum Handbuch)

Strecken

Durch das Netzobjekt Strecken werden Straßen und das Schienennetz dargestellt. Das Streckennetz wurde aus der Graphenintegrationsplattform Steiermark verwendet. Fehler, die das Netz hatte, wurden durch das semi-automatisierte Verfahren in VISUM behoben. Durch Strecken werden zwei Knoten verbunden. Die wichtigsten Attribute einer Strecke sind:

- die Geschwindigkeit,
- der Streckentyp,
- die zulässigen Verkehrssysteme sowie
- die Kapazität auf den Strecken. (vgl.Endbericht GUARD 2011,vgl.Veit 2014,vgl.PTV Visum Handbuch)

Nach den Streckentypen wird zwischen dem Schienennetz, Stadtstraßen, Autobahnen, Schnellstraßen, Landesstraßen B, Landesstraßen L, Kreisfahrbahnen und sonstigen Strecken unterscheiden. Das GUARD-Modell besteht aus insgesamt 132764 Strecken. Das Schienennetz hat eine Länge von ca. 1346 km. Die maximale Geschwindigkeit in Abhängigkeit des Verkehrsträgers wurde folgendermaßen definiert: (vgl. Endbericht GUARD 2011,vgl.Veit 2014,vgl.PTV Visum Handbuch)

Tabelle 16: Maximale Geschwindigkeit der Verkehrsmittel³¹

Verkehrssysteme	Maximale Geschwindigkeit [km/h]
Fuß	4
Rad	13
Bus	50
Zug	50
Tram	50
Fuß ÖV	4
Lkw	200
Pkw	200
Pkw Mitfahrer	130
Gesamtverkehr	130

Abbieger

Das Netzobjekt Abbieger bezeichnet die Abbiegemöglichkeit an den Knoten. Die Abbiegemöglichkeiten wurden manuell in das Modell eingefügt, da der Netzgraph die Daten nicht enthielt. Im GUARD-Modell gibt es 366 942 Abbiegemöglichkeiten.

³¹Vgl.GUARD Modell, November 2017

Tabelle 17: Anzahl der Abbiegemöglichkeiten je Verkehrsmittel³²

Bus	Zug	Tram	Rad	Fuß	Pkw	Lkw	Gesamtverkehr
205993	4389	2906	361917	366942	188749	188749	44533

Es gibt 4 unterschiedliche Typen von Abbiegern, die unter folgenden Nummern dargestellt werden:

Tabelle 18: Typen der Abbieger³³

Abbieger	Typ Nummer
Unbelegt	0
Rechts	1
Geradeaus	2
Links	3
U-Turn	4

Neben den Abbiegemöglichkeiten können für die IV-Verkehrssysteme auch die Abbiegezeitzuschläge festgelegt werden. Sie werden für jede Relation bestimmt. Der Rang der Relationen hat wesentlichen Einfluss auf die Abbiegezeitzuschläge, da die Abbiegekapazität durch den Rangfaktor berechnet wird. Auch die Tatsache, ob ein Knotenpunkt signalisiert ist oder nicht spielt eine Rolle. Die Widerstände am Knoten können auf drei Weisen berechnet werden, wobei im GUARD-Modell lediglich die Methode der Abbieger-CR-Funktion und die Zeitzuschläge eingesetzt wird. Dies wurde durch die folgende Formel berechnet, die für unterschiedliche Abbiegevorgänge relevant ist. (vgl. Endbericht GUARD 2011, vgl. Veit 2014, vgl. PTV Visum Handbuch)

$$t_{akt} = t_0 * \left(1 + \left(\frac{AbbiegeBel}{AbbiegeKap} \right)^2 \right)$$

T_{akt} ist die Fahrzeit, die erforderlich ist, um eine belastete Strecke bzw. einen Knoten zu durchqueren und t_0 drückt die Fahrzeit aus, die erforderlich ist, um einen unbelasteten Knoten zu durchqueren.

Die unbelasteten Wartezeiten an Knotenpunkten abhängig von der Rangfolge wurde folgendermaßen definiert:

- Rechtsabbieger mit einer Wartezeit von 5 Sekunden,
- Geradeausfahrer mit einer Wartezeit von 3 Sekunden,
- Linksabbieger mit einer Wartezeit von 10 Sekunden und
- U-Turner mit einer Wartezeit von 7 Sekunden. (vgl. GUARD Modell, November 2017)

³²Vgl. GUARD Modell, November 2017

³³Vgl. GUARD Modell, November 2017

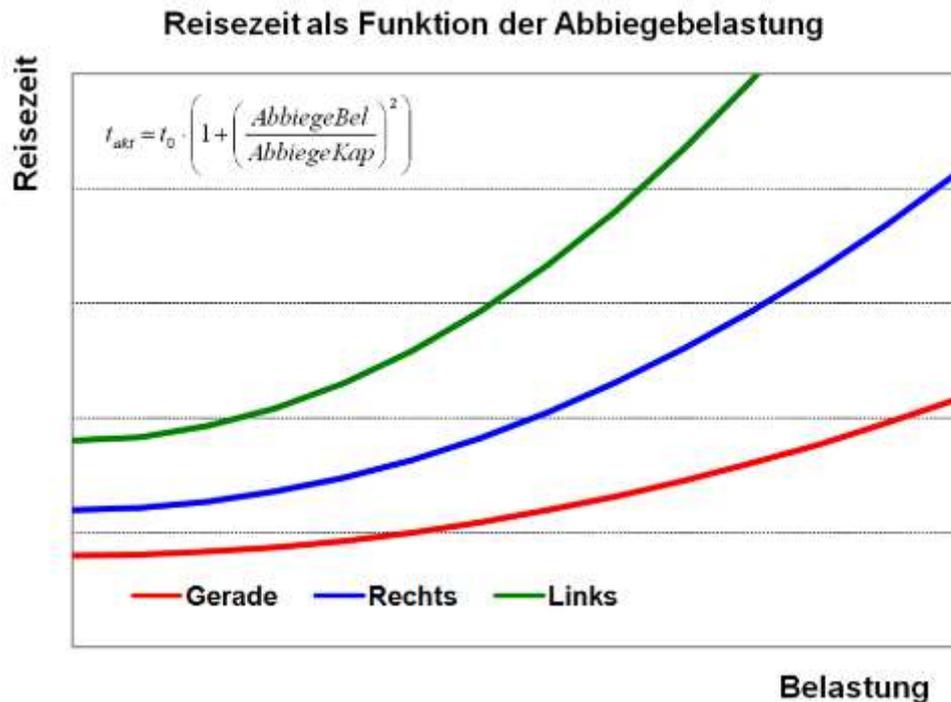


Abbildung 21: Reisezeit als Funktion des Abbiegebelastung³⁴

Anbindungen

Durch Anbindungen werden die Bezirke an das Streckennetz angebunden. Jeder Bezirk muss mindestens eine Anbindung für den motorisierten und den öffentlichen Verkehr haben. Beim Individualverkehr verbindet die Anbindung den Bezirksschwerpunkt mit einem Knoten, wobei beim öffentlichen Verkehr der Bezirksschwerpunkt mit einem Haltepunkt verbunden wird.

Die Anbindungen werden nach Typ unterschieden, wobei der Typ wiederum durch das Gebiet und das Verkehrssystem unterschieden wird. Neben dem Verkehrssystem hat jede Anbindung eine Länge und eine Zeit, die erforderlich ist, um vom Bezirksschwerpunkt den Netzknoten bzw. den Haltepunkt zu erreichen. Die Anbindungslänge wird als Luftliniendistanz ausgedrückt. Das GUARD-Modell hat zwei Typen von Anbindungen: Typ 1 für den MIV und Typ 9 für den ÖV. Die Anbindungen können auch einzeln entfernt bzw. eingefügt werden. Der Typ der Anbindungen kann ebenfalls einzeln geändert werden. Die Länge der Anbindungen wie auch ihre Anzahl pro Bezirk kann angegeben werden. (vgl. Endbericht GUARD 2011, vgl. Veit 2014, vgl. PTV Visum Handbuch)

Gebiete

Das Netzobjekt Gebiete stellt alle Bezirkshauptstädte und Kerngebiete der südlichen Steiermark dar. Die Gebiete ermöglichen eine leichtere Analyse wie auch Orientierung. Das GUARD-Modell besteht aus 14 Objekten, die als Gebiete definiert und in folgender Tabelle (19) mit der jeweiligen Nummer, ihnen zugewiesen wurde, dargestellt sind. Das GUARD-Modell definiert Gebiete als Gemeinden, die einen städtischen Charakter haben und 30 km von Graz entfernt sind. (vgl. Endbericht GUARD 2011, vgl. Veit 2014, vgl. PTV Visum Handbuch)

³⁴vgl. Endbericht GUARD 2011, vgl. Huber 2014

Tabelle 19: Liste der Gebiete in GUARD Modell³⁵

Nummer des Gebietes	Name des Gebiets
1	Graz
18	Großraum Graz
19	Frohnleiten Stadt
20	Weiz Stadt
21	Gratkorn Stadt
22	Leibnitz Stadt
23	Wagna Stadt
24	Judendorf Stadt
25	Gleisdorf Stadt
26	Voitsberg Stadt
27	Köflach Stadt
28	Seiersberg Stadt
29	Feldbach Stadt
30	Deutschlandsberg Stadt

Linien

Linien stehen für die Fahrplanfahrten, wobei sie sich durch Linienwege unterscheiden können und somit verschiedene Varianten bilden. Im GUARD-Modell gibt es 763 Linien und 7 728 Linienrouten, Hin- und Rückrichtung mitgezählt. Von den 763 Linien sind ca. 698 Buslinien, 55 Zug- und 10 Tramlinien. Von den 7 728 Linienrouten entfallen 6 879 auf Busrouten, 638 auf Zug- und 211 auf Tram-Routen. (vgl.Endbericht GUARD 2011,vgl.Veit 2014,vgl.PTV Visum Handbuch)

Um den Fahrplan der Linien zu beschreiben, sind Fahrplanfahrten erforderlich. Für diese Fahrplanfahrten sind wiederum Fahrzeitprofile erforderlich, die die Fahrzeiten zwischen den Haltestellen darstellen. Das Modell enthält insgesamt 67 788 Fahrplanfahrten, von denen 32 448 Bus-, 29 829 Zug- und 5 511 Tram-Planfahrten sind. (vgl.Endbericht GUARD 2011,vgl.Veit 2014,vgl.PTV Visum Handbuch)

Haltepunkte, Haltestellen und Haltestellenbereiche

Unter einem Haltepunkt wird der Ort verstanden, an dem die ÖV-Linien wegen eines Fahrtwechsels stehen bleiben. Das kann ein Knoten oder eine Strecke sein. Haltepunkte, die auf Knoten liegen, sind von allen Linien benutzbar, während Haltepunkte, die auf Strecken liegen, nur von bestimmten Linien benutzbar sind. Das GUARD-Modell hat 20813 Haltepunkte, von denen 12157 in der südlichen Steiermark sind. Von den 12157 Haltepunkten in der südlichen Steiermark befinden sich 1646 Haltepunkte in Graz. (vgl.Endbericht GUARD 2011,vgl.Veit 2014,vgl.PTV Visum Handbuch)

Haltestellen setzen sich aus einem Haltepunkt und einem Haltestellenbereich zusammen. Sie werden durch Koordinaten vorgegeben und somit graphisch dargestellt. Dennoch werden sie nicht sofort

³⁵GUARD Modell, November 2017

einem Knoten oder einer Strecke zugewiesen. Im Modell bestehen 9 308 Haltestellen, von denen 5754 in der südlichen Steiermark sind. Von diesen 5754 Haltestellen liegen 532 in Graz.

Wie die Bezeichnung schließen lässt, unterteilt ein Haltestellenbereich eine Haltestelle in verschiedene Bereiche. Ein Haltestellenbereich wird genau einer Haltestelle zugeordnet. Dennoch kann er mehrere Haltepunkte umfassen. Im GUARD-Modell bestehen 10686 Haltestellenbereiche, wobei in der südlichen Steiermark 6238 Haltestellenbereiche liegen. Der Rest befindet sich außerhalb der südlichen Steiermark, wurde aber dennoch im GUARD-Modell dargestellt. Von den 6238 Haltestellenbereichen liegen 794 in der Stadt Graz. (vgl.Endbericht GUARD 2011,vgl.Veit 2014,vgl.PTV Visum Handbuch)

6.2 Nachfragemodell

Die Nachfrage im GUARD-Modell wurde mit Hilfe des gängigen Vier-Stufen-Modells modelliert. Ergebnis dieses Verfahrens sind Matrizen. Das GUARD-Modell enthält 124 Nachfragematrizen und 50 Kenngrößenmatrizen. Die Matrizen zeigen die Fahrten zwischen einem Quellbezirk und einem Zielbezirk auf. (vgl.Endbericht GUARD 2011,vgl.Veit 2014,vgl.PTV Visum Handbuch, vgl.Huber 2014)

Im GUARD-Modell wird zwischen zwei Nachfragemodellen unterschieden:

- Modell 1 - Privatverkehr und
- Modell 2 - Wirtschaftsverkehr.

Das Nachfragemodell besteht aus folgenden Nachfrageobjekten:

- Personengruppen,
- Aktivitäten,
- Aktivitätenpaaren,
- Aktivitätenketten,
- Nachfrageschichten und
- Strukturgrößen. (vgl. PTV Visum 15 Handbuch)

Eines der Nachfrageobjekte, das auch für die VISEM-Berechnung erforderlich ist, sind verhaltenshomogene Personengruppen. Das Verhalten von Personen innerhalb einer Gruppe soll demnach ähnlich sein, sich allerdings deutlich von jenem der Gruppen unterscheiden. Die Gruppen können nach unterschiedlichen Indikatoren gebildet werden, wie z. B. Schulabschluss, Alter, Besitz eines PKW usw. Im GUARD-Modell gibt es 13 verhaltenshomogene Personengruppen, die durch die Attribute Kurzbezeichnung, den Namen und die Kurzbezeichnung des Nachfragemodells gekennzeichnet werden. Für sämtliche Personengruppen wurde das Nachfragemodell M01 verwendet, was für den Personen Privatverkehr steht. (vgl.Endbericht GUARD 2011,vgl.Veit 2014,vgl.PTV Visum Handbuch, vgl.Huber 2014)

Tabelle 20: Personengruppen³⁶

Abkürzung	Bedeutung
Azubi	Auszubildende
EmP	Erwerbstätige mit verfügbarem PKW
EoP	Erwerbstätig ohne PKW
GSch	Grundschüler
K	Kinder unter 6 Jahre
NEmP	Nichterwerbstätige mit verfügbarem PKW
NEoP	Nichterwerbstätige ohne PKW
RAmP	Rentner \geq 75 Jahre mit PKW
RAoP	Rentner \geq 75 Jahre ohne PKW
RJmP	Rentner $<$ 75 Jahre mit PKW
RJoP	Rentner $>$ 75 Jahre ohne PKW
Sch	Schüler ab 5 Klasse
Stud	Studierende

Grund der Mobilität sind Aktivitäten, die im GUARD-Modell in 8 Gruppen eingeteilt sind. Wenn eine Person an einem Tag zwei aufeinander folgende Aktivitäten durchführt, entsteht somit ein Aktivitätenpaar. Im GUARD-Modell gibt es 48 Aktivitätenpaare und 171 Aktivitätenketten. Die Aktivitätenketten werden durch zwei oder mehr aufeinander folgende Aktivitätenpaare gebildet. (vgl.Endbericht GUARD 2011,vgl.Veit 2014,vgl.PTV Visum Handbuch, vgl.Huber 2014)

Für die Verkehrserzeugung und -verteilung sowie die Moduswahl sind die Nachfrageschichten das wichtigste Nachfrageobjekt. Mit der Nachfrageschicht wird eine Aktivitätenkette mit einer Personengruppe verbunden. Das GUARD-Modell hat 367 Nachfrageschichten. Von diesen 367 Nachfrageschichten zählen 3 Nachfrageschichten zum Wirtschaftsverkehr. (vgl.Endbericht GUARD 2011,vgl.Veit 2014,vgl.PTV Visum Handbuch, vgl.Huber 2014)

Nachfragemodellierung

Das GUARD-Modell wird mit Hilfe eines Modells dargestellt, das auf verhaltenshomogenen Bevölkerungsgruppen und Aktivitätenketten basiert. Dieses Modell, VISEM, berechnet drei logische Arbeitseinheiten:

- Verkehrserzeugung (Berechnung des Heimataufkommens),
- Verkehrsverteilung (Bestimmung der Wegeziele) und
- Moduswahl. (vgl vgl.Endbericht GUARD 2011,vgl.Veit 2014,vgl.PTV Visum Handbuch, vgl.Huber 2014)

VISIM berechnet diese drei Einheiten nicht getrennt voneinander, sondern gemeinsam. Die Verkehrsverteilung und die Moduswahl werden in einem einzigen Verfahren ausgeführt. Dem Grund der Mobilität wird mit den Aktivitätenketten Rechnung getragen. Diese Ketten stehen für die Abfolge von Aktivitäten einer Person an einem Tag. Jeder Aktivitätenkette wird ein Strukturgrößenwert

³⁶GUARD Modell, November 2017

zugewiesen, der in der folgenden Tabelle (22) dargestellt werden. Für diese Arbeit sind jedoch nur folgende Strukturgrößen relevant:

- Arbeitsplätze und
- Wohnungen (Einwohnerzahl).

Tabelle 21: Strukturgrößen³⁷

Code	Aktivität	Strukturgröße	Strukturgrößenwert
A	Arbeit	Arbeitsplätze	Anzahl der Arbeitsplätze
B	Berufsschule	Berufsschulplätze	Anzahl der Berufsschulplätze
E	Einkauf	Einkaufmöglichkeiten	Verkaufsfläche des Einzelhandels
F	Freizeit	Freizeitmöglichkeiten	Anzahl der Nennungen der Bezirke als Freizeit-Ziel in einer Haushaltsbefragung
G	Grundschule	Grundschulplätze	Anzahl der Grundschulplätze
H	Hochschule	Hochschulplätze	Anzahl der Hochschulplätze
S	Schule ab 5.Klasse	Schulplätze	Anzahl der Schulplätze
W	Wohnung	Wohnungen	Anzahl der Einwohner

Die Verkehrserzeugung wird anhand der Aktivitätenketten berechnet, wobei für jede Aktivitätenkette ein prozentueller Anteil vorgegeben werden muss, der die Wahrscheinlichkeit der täglichen Ausübung für jede Personengruppe darstellt. Im Anhang wird ein kleiner Abschnitt der Mobilitätsraten die in diesen GUARD Modell enthalten wurden dargestellt.

Um die absolute Zahl der Aktivitätenketten bzw. der Wege zu ermitteln, wird die Einwohnerzahl mit dem Anteil der Personengruppen multipliziert und anschließend diese Zahl mit der Anzahl der Aktivitäten.

Verkehrsverteilung/Moduswahl

Die Verkehrsverteilung erfolgt durch die Zielaktivitäten mit Hilfe von VISEM, dass den Zielbezirken die jeweiligen Wege zuteilt. Für die Bestimmung der Attraktivität jedes Bezirkes ist es erforderlich, dass dieser ein Zielpotenzial für die jeweilige Aktivität aufweist. Für die Zielwahl ist die Nutzenfunktion ausschlaggebend. Diese gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Bezirk als Zielbezirk gewählt wird. (vgl. Endbericht GUARD 2011, vgl. Veit 2014, vgl. PTV Visum Handbuch, vgl. Huber 2014)

$$ij = Qi * Pij$$

Mit:

Fij Anzahl der Wege von Bezirk i nach Bezirk j

Qi Quellaufkommen in Bezirk i

³⁷ Vgl. Endbericht GUARD 2011)

P_{ij} Wahrscheinlichkeit der Wahl des Zieles j für Quellbezirk i

Wobei die Wahrscheinlichkeit der Wahl des Zieles j für den Quellbezirk i folgendermaßen berechnet wird:

$$P_{ij} = \frac{Z_j * f(uij)}{\sum_{k=1}^B Z_k * f(uik)}$$

(vgl.Endbericht GUARD 2011,vgl.Veit 2014,vgl.PTV Visum Handbuch, vgl.Huber 2014)

Mit:

Z_j Zielpotential in Bezirk j

k Index der Bezirke (mit $k=1$ für die kleinste Bezirksnummer und B als Anzahl der Bezirke)

Die Nutzenfunktion wird durch den Logit Typ definiert und folgend ausgedrückt. (vgl.Endbericht GUARD 2011,vgl.Veit 2014,vgl.PTV Visum Handbuch, vgl.Huber 2014)

$$f(uij) = e^{-cuij}$$

Mit:

uij der Nutzen der Relation

c Parameter für den Einfluss des Nutzens

Je niedriger der Parameter c ist, desto kleiner ist der Einfluss des Nutzens auf die Wahl des Ziels. Im GUARD-Modell ist der Parameter $c=1$. Für das Nutzenmodell M01, das den Privatverkehr darstellt, wird der Nutzen durch den Wert $-0,001$ definiert, während für das Nutzenmodell M02, der den Wirtschaftsverkehr ausdrückt, der Nutzen mit einem Wert von $-0,0003$ definiert wird. (vgl.GUARD Modell, November 2017)

Das Verkehrsmodell enthält verschiedene Verkehrssysteme. Fuß-, Rad und öffentlicher Verkehr hängen im Gegensatz zum LKW- und Pkw-Verkehr nicht von der Belastung ab. Für die Verkehrsverteilung ist die folgende Widerstandsfunktion erforderlich.

(vgl.Endbericht GUARD 2011,vgl.Veit 2014,vgl.PTV Visum Handbuch, vgl.Huber 2014)

$$P_{ij}^m = \frac{f(uij)^m}{\sum_{k=1}^M f(uij)^k}$$

Mit:

i, j Indizes der Verkehrsbezirke

m Index der Modi (M =Gesamtanzahl)

P_{ij}^m Wahrscheinlichkeit, bei der Fahrt von i nach j Modus m zu wählen

uij^m Nutzen bei der Wahl von Modus m für die Fahrt von i nach j

Die Nutzenfunktion kann durch unterschiedliche Funktionen definiert werden, wobei im GUARD-Modell die Nutzenfunktion durch den Logit Typ definiert wird. Der Nutzen wird in Abhängig der Nutzergruppen und der Verkehrsmittel unterschiedlich definiert. Für den ÖV wurden Kenngrößen wie die Reisezeit, die Zu- und Abgangszeiten und die Bedienungshäufigkeit verwendet.

Tabelle 22: Kenngrößen der Verkehrsmittel³⁸

	Fuß	Pkw - Mitfahrer	ÖV	Pkw	Rad
Pkw-Verfügbarkeit				X	
Angebotsparameter					
Bedienungshäufigkeit/Takt			X		
Widerstände					
Zu- und Abgangszeiten		X	X	X	X
Parkraumangebot		X		X	
Reisezeiten (belastungsabhängig)		X		X	
Reisezeit (belastungsunabhängig)	X		X		X

6.3 Umlegungsverfahren

Für die Verkehrsumlegung bestehen einige Verfahren. In dieser Arbeit wird jedoch nur auf jene Verfahren detaillierter eingegangen, die auch im GUARD-Modell zum Einsatz gekommen sind. In Abhängigkeit der unterschiedlichen Verkehrssysteme wurden folgende drei Verfahren eingesetzt:

- Sukzessivumlegung,
- Gleichgewichtsumlegung und
- fahrplanfeine Umlegung.

In der folgenden Tabelle (24) werden die Umlegungsverfahren den dazugehörigen Verkehrssystemen zugewiesen, wie sie auch im GUARD-Modell eingesetzt wurden.

Tabelle 23: Umlegungsverfahren je Verkehrssystem

Verkehrssystem	Umlegungsverfahren
Fuß	Sukzessivumlegung
Rad	Sukzessivumlegung
Pkw	Gleichgewichtsumlegung
Lkw	Gleichgewichtsumlegung
ÖV	Fahrplanfein

Bei der IV-Umlegung die die Verkehrssysteme Rad, Fuß, PKW und LKW einschließt, wurden zwei Umlegungsverfahren angewendet: die Sukzessivumlegung und die Gleichgewichtsumlegung.

Bei der Sukzessivumlegung erfolgt eine prozentuelle Aufteilung der Nachfragematrix auf mehrere Teilmatrizen. Anschließend erfolgt eine Umlegung der Teilmatrizen auf das Netz. Bei der Routenwahl wird im ersten Schritt ein unbelastetes Netz ermittelt und dort anschließend die kürzeste Route gewählt. Die Umlegung der Teilmatrix erfolgt dann auf diese Route. Anschließend wird im belasteten

³⁸Vgl. Endbericht GUARD

Netz wieder die kürzeste Route ermittelt, auf die die Teilmatrix umgelegt. Dies wird so lange durchgeführt, bis die gesamte Matrix auf das Netz umgelegt ist. Die Route, die im unbelasteten Netz die kürzeste war, muss auch nicht die kürzeste Route im belasteten Netz sein. (vgl. Endbericht GUARD 2011, vgl. Veit 2014, vgl. PTV Visum Handbuch, vgl. Huber 2014)

Bei der Gleichgewichtsumlegung wird die Route so gewählt, dass die restlichen Routen den gleichen Widerstand aufweisen und sich somit bei einem Tausch bzw. der Wahl einer der Routen die Reisezeit erhöht. Das Verfahren liefert realitätsnähere Ergebnisse als die Sukzessivumlegung, da dieses Verfahren erst dann abgebrochen wird, wenn alle Routen in Gleichgewicht sind.

Bei der Umlegung des ÖV wird das fahrplanfeine Verfahren angewendet. Dieses Verfahren eignet sich für die Nahverkehrsplanung im ländlichen Raum und dort, wo die Fahrzeugfolgezeit des Verkehrsangebots groß ist und somit eine Koordination für Umsteigemöglichkeiten zwischen den Fahrzeugen erforderlich ist. Bei der fahrplanfeinen Umlegung gibt es unterschiedliche Aufteilungsmodelle, wobei im GUARD-Modell das Kirchhoff-Modell angewendet wird. Der Nutzen wird hierbei über den Widerstand der Routen bestimmt. Unter dem Widerstand werden unter anderem folgende Kenngrößen verstanden: die empfundene Reisezeit, Wunschabfahrzeiten und Fahrpreise. Da die Aufteilungsmöglichkeit durch das Kirchhoffer Modell erfolgt, wird der Nutzen durch folgende Formel berechnet. (vgl. Endbericht GUARD 2011, vgl. Veit 2014, vgl. PTV Visum Handbuch, vgl. Huber 2014)

$$U_i = R_i^{-\beta}$$

Mit:

U_i	Nutzen der Route i
R_i	Widerstand einer Verbindung
β	Funktionsparameter (Kirchhoffer $\beta=4$)

6.4 Kenngrößen des ÖV

Die Kenngrößen können durch die Umlegung oder durch die Kenngrößenmatrix berechnet werden. Im Gegensatz zur anderen Kenngrößen bei dem es sich um eine Verbindung oder Beziehung handelt, setzt sich die Kenngröße Bedingungshäufigkeit aus der Zahl der Verbindungen zusammen. (PTV Visum 15 Handbuch)

Die Kenngrößen unterteilen sich in sechs Kategorien und zwar:

- Kenngrößen der Zeit,
- Kenngrößen der Länge,
- Monetäre Kenngrößen,
- Kenngrößen der Häufigkeit,
- Kenngrößen der Attributwahl,
- Abgeleitet Kenngrößen. (PTV Visum 15 Handbuch)

Die Kenngröße Zeit setzt sich aus folgenden Kenngrößen zusammen:

- Zugangszeit (Zeitaufwand für die Quellenbindung),
- Abgangszeit (Zeitaufwand für die Ziellanbindung),
- Startwartezeit (Wartezeit am Haltepunkt, nur für taktfeines Verfahren),
- Gewichtete Startwartezeit (Startwartezeit * Gewichtungsfaktor der Startwartezeit),
- Umsteigwartezeit (Wartezeit zwischen Ankunft und Abfahrt an einem Umsteighaltepunkt),
- Gewichtete Umsteigwartezeit (Umsteigwartezeit * Gewichtungsfaktor der Umsteigwartezeit),
- Erweiterte Umsteigwartezeit (Erweiterte Wartezeit),
- Fahrzeit im Fahrzeug (Fahrzeit mit ÖV inkl. Zwischenhaltezeiten),
- Fahrzeit nach Verkehrssystem (Fahrzeit eines bestimmten ÖV-Linie-Verkehrssystems),
- ÖV Zusatzzeiten (Fahrzeit mit ÖV-Zusatz VSys),
- Gehzeit (Zeit für Fußwege zwischen Haltepunkten),
- Reisezeit (Zeit von Quelle bis zum Ziel),
- Beförderungszeit (Fahrzeit + Umsteigwartezeit + Gehzeit),
- Empfundene Reisezeit,
- Anpassungszeit (Differenz zwischen Wunschabfahrtzeit und tatsächlichen Abfahrtzeit bzw. Wunschankunftszeit und tatsächliche Ankunftszeit),
- Erweiterte Anpassungszeit (eine Variante der Anpassungszeit bei der die Nachfrage auf die widerstandsminimale Verbindung entfällt) (PTV Visum 15 Handbuch)

Die Kenngrößen Länge setzt sich aus folgenden Kenngrößen zusammen:

- Zugangsweite (Länge von Quellebezirk zum Starthaltepunkt),
- Abgangsweite (Länge von Zielhaltepunkt zur Zielbezirk),
- Fahrtweite (Im Fahrzeug zurückgelegte Entfernung ohne Umsteigfußwege),
- Fahrtweite nach VSys (Fahrtweite im Verkehrsmittel eines ÖV Sys),
- ÖV Zusatzweite (Fahrtweite im Verkehrsmittel eines ÖV Zusatz-Verkehrssystems),
- Gehweite (Weite zwischen zwei Haltepunkten),
- Reiseweite (Zugangsweite+ Fahrtweite + Gehweite + Abgangsweite),
- Beförderungsweite (Fahrtweite + Gehweite),
- Luftlinienweite (Luftlinienentfernung zwischen Quelle-und Zielbezirk). (PTV Visum 15 Handbuch)

Zur den monetären Kenngrößen zählt der Fahrpreis für die Fahrt zwischen Quelle-und Zielbezirk.

Die Kenngröße Häufigkeit setzt sich aus folgenden Kenngrößen zusammen:

- Umsteighäufigkeit (Anzahl der Umsteige zwischen Quelle und Ziel; je Verbindung),
- Bedienungshäufigkeit (Anzahl unterschiedlichen Ankunftszeitpunkten für Verbindungen),
- Betriebswechsel (Anzahl der Umsteigevorgänge zwischen unterschiedlichen Betreiber),
- Anzahl Tarifzonen (Anzahl der durchfahrenen Tarifzonen). (PTV Visum 15 Handbuch)

Zu den Kenngrößen der Attribute zählt die Kenngröße Teilweg-Attribut der den Wert über den gesamten Weg des gewählten Teilweg-Attributs zeigt. (PTV Visum 15 Handbuch)

Zur den Abgeleiteten Kenngrößen zählen:

- Widerstand in einem Zeitintervall,
- Reisegeschwindigkeit,
- Luftliniengeschwindigkeit,
- Prozentuale Fahrtweite nach V_{sys} ,
- Reisezeitäquivalent,
- Erweiterter Widerstand,
- Nutzen,
- Diskomfort durch Überlastung. (PTV Visum 15 Handbuch)

7 Datengrundlage

In diesem Kapitel wird eine räumliche und zeitliche Abgrenzung der Daten vorgenommen. Ein Überblick über die vorhandenen Daten und die Quelle dieser Daten wird ebenfalls gegeben. Darüber hinaus wird das Verkehrsmodell, das die Daten liefert, näher betrachtet. Die erhobenen Daten werden darauf hin analysiert und Klassen gebildet, die die weitere Analyse erleichtern. Es sei angemerkt, dass ausschließlich jene Daten analysiert werden, die für die Erreichbarkeitsberechnung relevant sind. In der folgenden Tabelle werden die vorhandene Daten und die Quelle der Daten wie auch die Quelle von dem sie Bereitgestellt wurden aufgelistet.

Tabelle 24: Übersicht über vorhandene Daten und ihre Datenquelle

Daten	Quelle der Daten	Bereitgestellt
Einwohnerzahl 2016	Statistik Austria 2016	Institut Straßen und Verkehrswesen, Technische Universität Graz
Arbeitsplatzzahl 2016	Statistik Austria 2016	Institut Straßen und Verkehrswesen, Technische Universität Graz
Einwohnerzahl 2030	Masterarbeit Ruzicka 2017	Institut Straßen und Verkehrswesen, Technische Universität Graz
Arbeitsplatzzahl 2030	Masterarbeit Ruzicka 2017 (Statistik Austria)	Institut Straßen und Verkehrswesen, Technische Universität Graz
Fahrplandaten	GUARD Modell	Institut Straßen und Verkehrswesen, Technische Universität Graz

Um einen Überblick über die weitere Vorgehensweise darzustellen wurde ein Verfahrensablauf erstellt. Der Verfahrensablauf stellt die Vorgehensweise wie auch die Daten die in die Berechnung eingehen da. Somit wird jeder Schritt, angefangen von den Daten die in die Berechnung eingehen bis zur Wahl und Bildung der Methode für die Berechnung dargestellt.

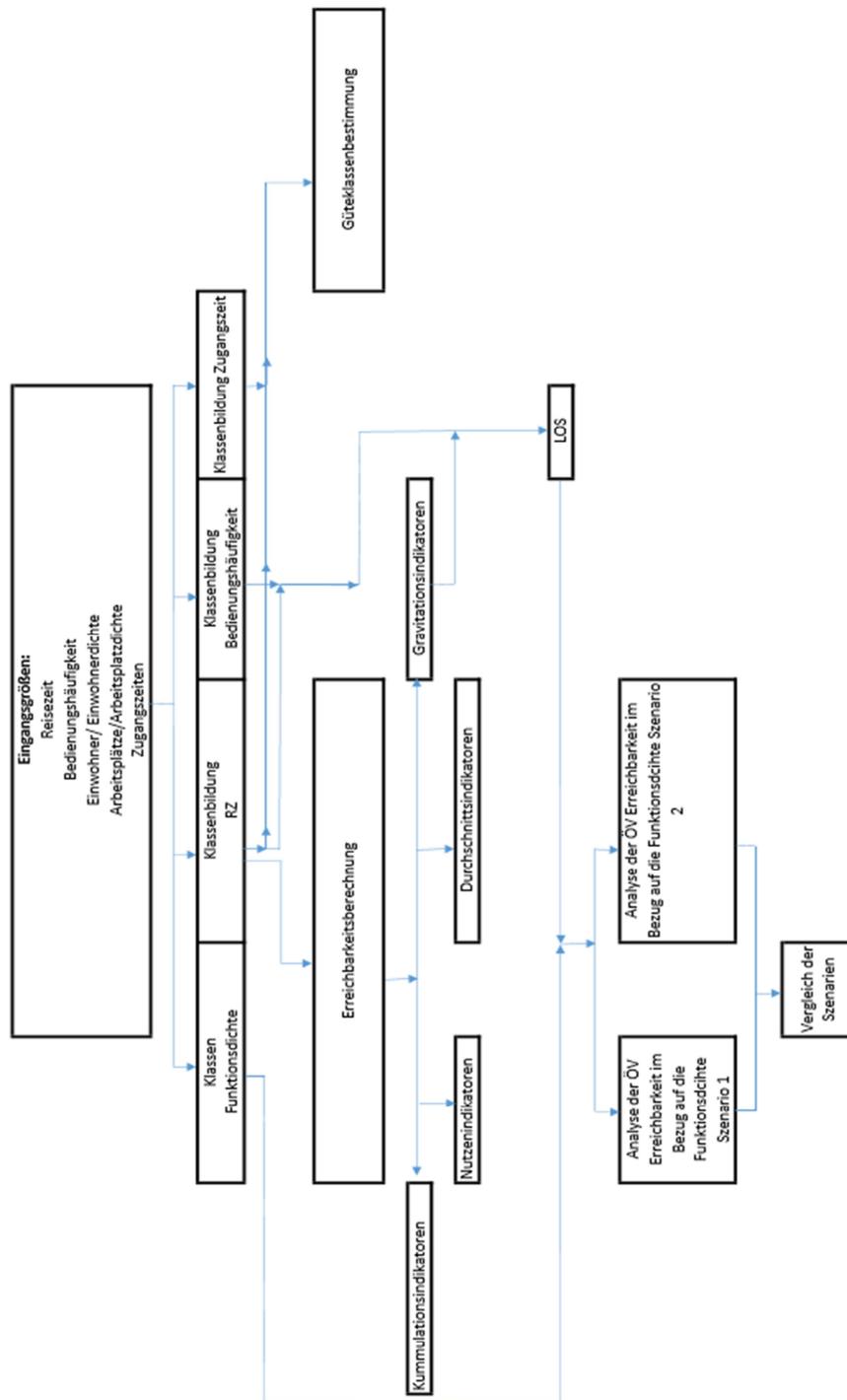


Abbildung 22: Verfahrensablauf

7.1 Räumliche und zeitliche Abgrenzung

Die folgenden Erreichbarkeitsuntersuchungen beziehen sich auf den südlichen Teil der Steiermark. Ziel dieser Untersuchung ist es, jene Bereiche darzustellen, in denen die Siedlungsstruktur größer als das Verkehrsangebot ist bzw. die Siedlungsstruktur im Vergleich zum Verkehrsangebot niedrig ist. Das Institut für Straßen- und Verkehrswesen der TU Graz stellte das für die Erreichbarkeitsberechnung verwendete Verkehrsmodell GUARD bereit. Die Strukturdaten für die Einwohneranzahlen stammen von der Statistik Austria (Bezugsjahr: 2016). Die Strukturdaten für die Arbeitsplätze stammen ebenfalls von der Statistik Austria (Bezugsjahr: 2016). Die mobilitätsrelevanten Kennzahlen wurden hingegen der Mobilitätserhebung Graz (Bezugsjahr: 2008) entnommen.

Die vorliegenden Daten und somit auch die Analyse und Berechnung beziehen sich auf die durchschnittliche Reisezeit an einem Werktag, von Montag bis Freitag. Als zeitlicher Untersuchungshorizont für den Fahrplan und die Bevölkerungsstruktur wird das Jahr 2016 herangezogen. Es wird anhand des Fahrplans aus dem Jahr 2016 und der Bevölkerungsstruktur für das Jahr 2030 auch eine Prognoseuntersuchung durchgeführt.

Für die Berechnung der Erreichbarkeitsindikatoren wurden 982 Zellen bereitgestellt. Letztendlich wurden für die Berechnung 910 Zellen verwendet, da es sich bei den restlichen Zellen um Kordongebiete handelt, die für diese Arbeit nicht relevant sind. Für die Berechnung wurden folgende Kenngrößen analysiert und in Klassen unterteilt.

- Einwohnerzahl,
- Einwohnerdichte,
- Anzahl der Arbeitsplätze,
- Arbeitsplatzdichte,
- durchschnittliche Zugangszeit,
- durchschnittliche Abgangszeit,
- durchschnittliche Bedienungshäufigkeit,
- durchschnittliche Reisezeit.

Für die Berechnung sind die Reisezeit, die Bedienungshäufigkeit wie auch die Einwohnerzahl und die Anzahl der Arbeitsplätze von Bedeutung. Die Fläche kann nach Bedarf im Modell berechnet werden. Wie bereits erwähnt, wurden die Bevölkerungsstruktur und der Fahrplan des Jahres 2016 als Grundlage verwendet. Die Reisezeit setzt sich aus folgenden Kenngrößen zusammen:

- Zugangszeit (Unter der Zugangszeit wird der Zeitaufwand von der Quellenanbindung verstanden.);
- Abgangszeit (Als Abgangszeit wird der Zeitaufwand für die Zielanbindung bezeichnet.);
- Startwartezeit (Die Zeit am Startwartepunkt gilt nur für den taktfeinen Verkehr, für den fahrplanfeinen Verkehr ist die Startwartezeit konstant Null.);
- Umsteigewartezeit (Zeit zwischen Ankunft und Abfahrt an einem Umsteigewartepunkt);
- Fahrzeit im Fahrzeug (Fahrzeit in ÖV-Linien inklusive der Zwischenhaltezeiten);
- Gehzeit (Zeit der Fußwege zwischen zwei Umsteigepunkten). (PTV VISUM Handbuch)

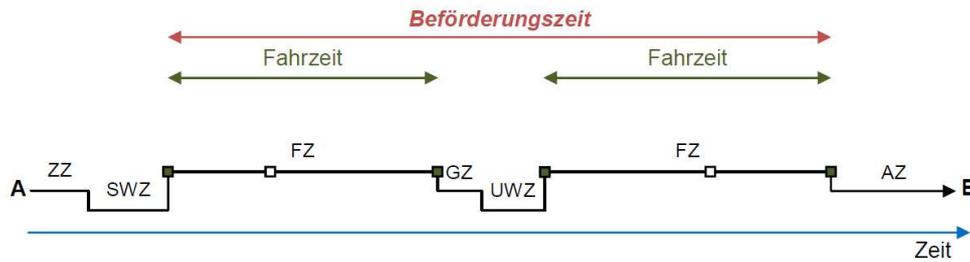


Abbildung 23. Kenngrößen aus der sich die Reisezeit zusammensetzt³⁹

In dem bereitgestellten Fahrplan werden folgende Verkehrsmittel berücksichtigt:

- Straßenbahn,
- Buslinien,
- Schnellbahn sowie
- Regional- und Fernbusse.

7.2 Klassenbildung

Wie bereits im vorherigen Kapitel erwähnt, sind für diese Masterarbeit fünf Kenngrößen relevant. Um diese Kenngrößen zu analysieren und in der weiteren Berechnung anzuwenden, ist eine Klassenbildung der Daten vorzunehmen.

7.2.1 Bedienungshäufigkeit

Eine der wichtigsten Kenngrößen die wie auch für die Güteklassenbestimmung so auch für Erreichbarkeitsberechnung eingesetzt wird ist die Bedienungshäufigkeit.

Die Bedienungshäufigkeit wird auch nach ÖROK (siehe Kapitel 5.4) in Klassen aufgeteilt. Da jedoch für die weitere Berechnung und Auswertung nur fünf Klassen erforderlich sind, werden die sieben Klassen in neue fünf Klassen umklassifiziert. Die Klasse die einen Takt bis zur fünf und die Klasse die einen Takt mehr als eine Stunde darstellt wurden umklassifiziert. In der folgenden Tabelle wird die Takthäufigkeit in Klassen dargestellt. Bei der Bedienungshäufigkeit handelt es sich um einen Mittelwert der aus dem GUARD Modell entnommen wurde. Der Wert gibt an, wie gut ein Bezirk an die restlichen Bezirke angebunden ist.

Tabelle 25: Takt nach ÖROK Klassen

Klassen	Takt
A	< 5 min
B	$5 \leq x \leq 10$ min
C	$10 < x < 20$ min
D	$20 \leq x < 40$ min
E	$40 \leq x \leq 60$ min

³⁹ Quelle: Rosset 2013, Reisezeiten und ÖV Güteklassen

Eine weitere Gliederung wird Anhand von den Verkehrszeiten durchgeführt. Die Verkehrszeiten spielen eine wichtige Rolle wenn es um die Takthäufigkeit geht besonders in den ländlichen Raum. Aus dem Grund wird eine Darstellung nach den Verkehrszeiten vorgenommen. Nach den Steierischen Verkehrskonzept werden die Verkehrszeiten in folgende Gruppen aufgeteilt:

Tabelle 26: Verkehrszeiten nach den Steierischen Verkehrskonzept

Klassen	Uhr
Hauptverkehrszeiten	6-8 Uhr; 12-14 Uhr und 16-19 Uhr
Nebenverkehrszeiten	8-12 Uhr; 14-16 Uhr und Samstags 6-19 Uhr
Spätverkehrszeiten	19-24 Uhr
Sonn-und Feiertag	6-19 Uhr

Beispiel Bedienungshäufigkeit

Um die Vorgehensweise bei der Berechnung der Bedienungshäufigkeit darzustellen wird ein kleines Beispiel durchgeführt. Durch das Beispiel sollte die Bedeutung des Begriffes mittlere Bedienungshäufigkeit klarer werden. In diesem Beispiel werden drei Bezirke Angebunden. Die Anzahl der Bedienungen bezieht sich auf eine Stunde. Somit besteht zwischen den Bezirk 1 und den Bezirk 2 eine Anbindung von 3-mal pro Stunde. Zwischen den Bezirk 1 und 3 besteht eine Anbindung von 2-mal pro Stunde.

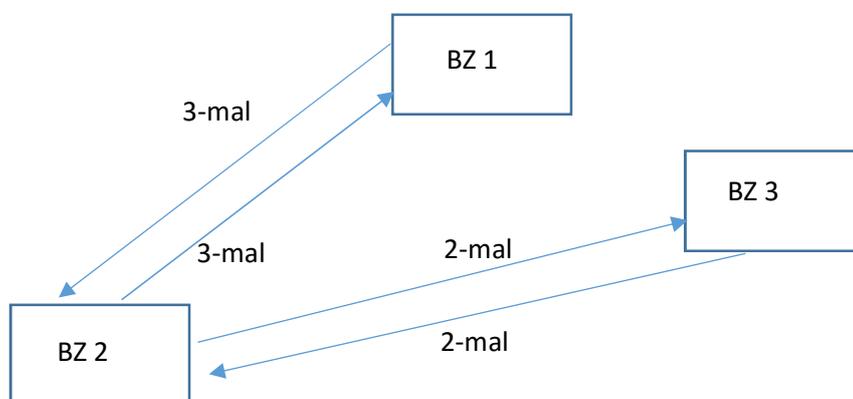


Abbildung 24: Beispiel der Bedienungshäufigkeit

Tabelle 27: Beispiel der Berechnung der mittleren Bedienungshäufigkeit

	BZ1	BZ2	BZ3	Summe	Mittlere Bedienungshäufigkeit
BZ1		3	2	5	$5/2=2,5$
BZ2	3		2	5	$5/2=2,5$
BZ3	2	2		4	$4/2=2$

Die mittlere Bedienungshäufigkeit für den Bezirk 1 und 2 beträgt in diesem Fall 2,5-mal pro Stunde und für den Bezirk 3 beträgt die mittlere Bedienungshäufigkeit 2-mal pro Stunde.

7.2.2 Zugangszeit

Eine der Daten, die für die Güteklassenbestimmung verwendet wird, ist die Zugangszeit. Für diese Klassenbildung wurde die Vorgehensweise nach ÖROK (siehe Kapitel 5.4) gewählt. Somit wurden folgende sechs Klassen gebildet:

Tabelle 28: Zugangszeiten nach ÖROK Klassen

Klassen	Luftliniendistanz zur Haltestellen in Meter	Zugangszeit in Minuten
A	≤ 300 m	5 Min
B	301 – 500 m	7 Min
C	501 – 750 m	11 Min
D	751-1000 m	15 Min
E	1001-1250 m	18 Min
F	> 1250m	> 18Min

Bei der Distanz in Metern handelt es sich um die Luftliniendistanz, die sich durch das Multiplizieren mit dem Faktor 1,25 in die reale Distanz umrechnen lässt.

7.2.3 Strukturgrößen

Als Potenzial wurden für diese Analyse und Berechnung die Einwohnerzahl und die Arbeitsplätze herangezogen. Für die Strukturgrößen wurden fünf Klassen bestimmt. Da keine Vorgaben für die Klassenbestimmung bestehen, wurden die Klassen nach ÖROK analysiert. Durch die Klassenbestimmung nach ÖROK wurde ersichtlich, dass ca. 91% der Fläche der ersten Klasse zugeordnet werden kann. Daher wurde eine feinkörnige Aufteilung vorgenommen. Für die Einwohnerzahl und die Arbeitsplätze wurde eine lineare Verteilung gewählt, da auf diese Weise das Bestimmtheitsmaß dem Wert 1 näher ist.

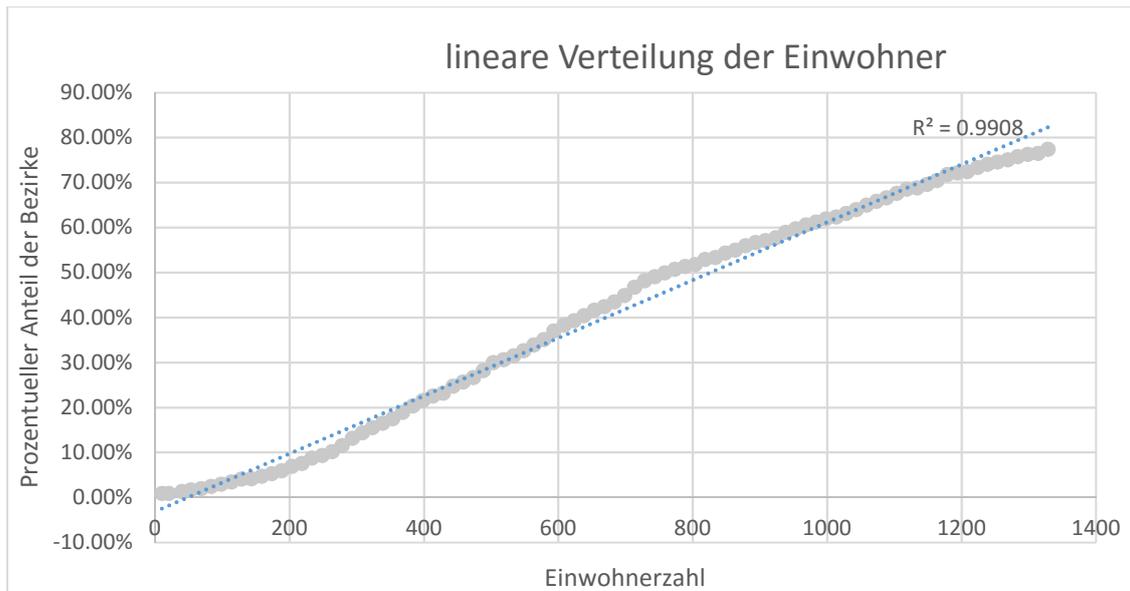


Abbildung 25: lineare Verteilung der Einwohner

Tabelle 29: Klassifizierung der Einwohnerzahl

Klassen	Einwohnerzahl
A	≤500
B	≤1000
C	≤1500
D	≤3000
E	>3000

Tabelle 30: Klassifizierung der Arbeitsplätze

Klassen	Arbeitsplätze
A	≤100
B	≤200
C	≤300
D	≤600
E	>600

Für die Berechnung wurde eine weitere Klassenbildung vorgenommen. Bei dieser Klassenbildung wurde die Fläche eingesetzt, um die Einwohner- und Arbeitsplatzdichte abzubilden. Dies ist erforderlich, um die unterschiedlichen Gebiete vergleichen zu können. Auf diese Weise entstanden

fünf weitere Klassen für die zwei Strukturgrößen, die in diesem Fall logarithmisch aufgeteilt wurden. In diesem Fall ist das Bestimmtheitsmaß dem Wert 1 näher, wenn die Klassenbildung logarithmisch erfolgt.

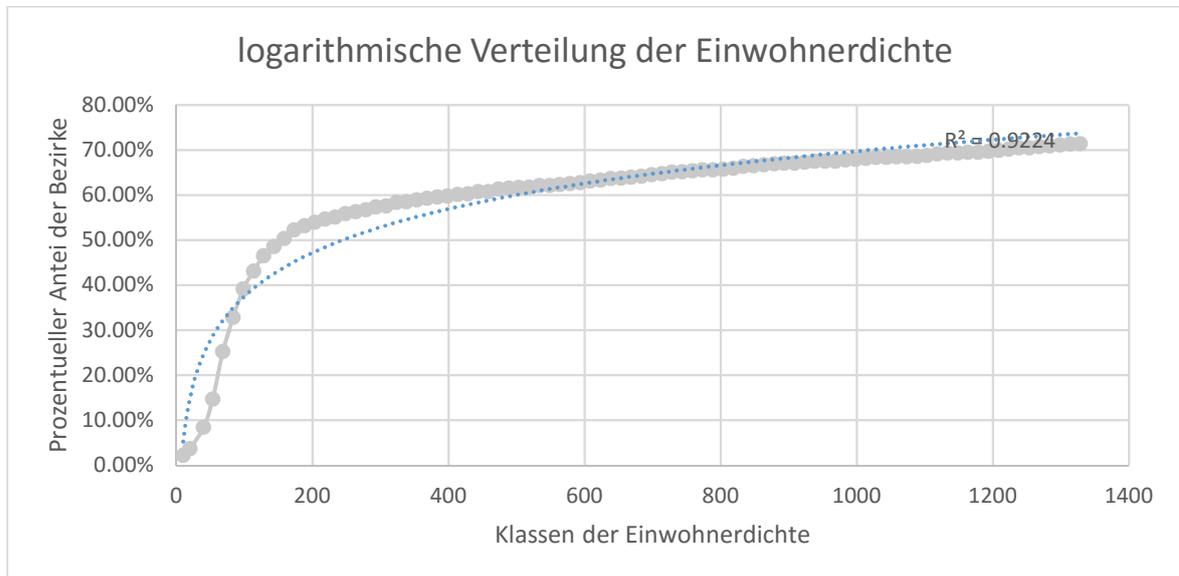


Abbildung 26: logarithmische Verteilung der Einwohner

Tabelle 31: Klassifizierung der Einwohnerdichte

Klassen	Einwohner / km ²
A	≤100
B	≤200
C	≤400
D	≤800
E	>800

Tabelle 32: Klassifizierung der Arbeitsplatzdichte

Klassen	Arbeitsplätze / km ²
A	≤100
B	≤200
C	≤400
D	≤800
E	>800

Durch die zwei Einzelklassen für die Einwohner- und Arbeitsplatzdichte wird eine Gesamtklasse gebildet – unter anderen die Funktionsdichte. Die Funktionsdichte setzt sich aus der Summe der Einwohner und Arbeitsplätze bezogen auf die Quadratmeteranzahl zusammen. Somit wird die Funktionsdichte auch logarithmisch in fünf Klassen aufgeteilt.

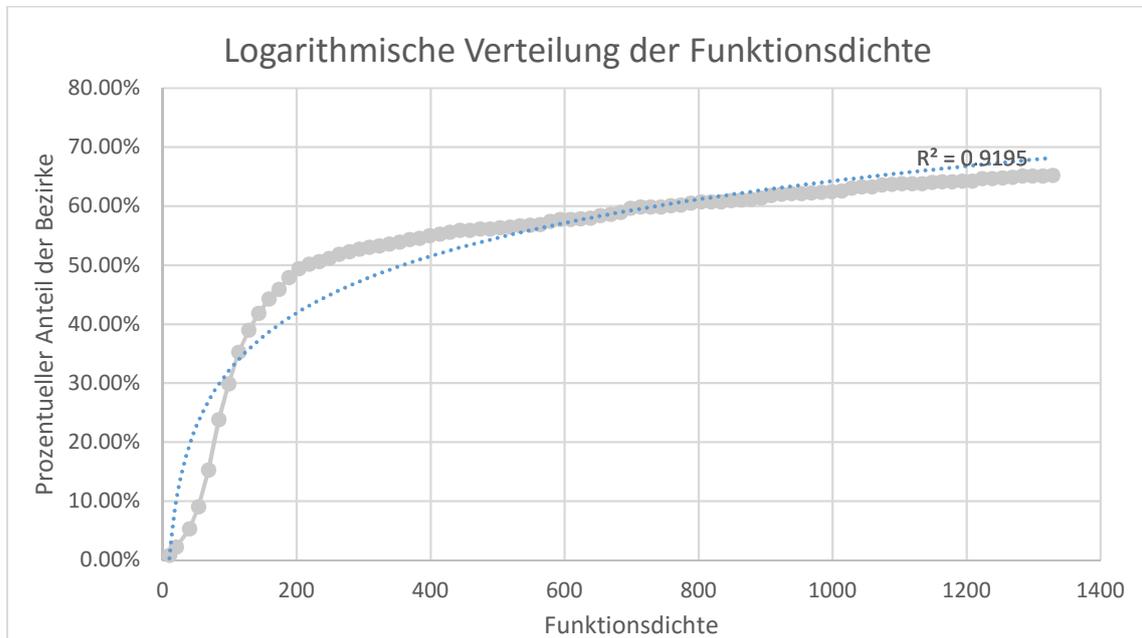


Abbildung 27: logarithmische Verteilung der Funktionsdichte

Dennoch für die Klassenbildung wurde zwei unterschiedliche Varianten untersucht. Eine Variante unterliegt der Aufteilung nach den ÖROK und eine Variante stellt die logarithmische Klassifizierung der Funktionsdichte.

Tabelle 33: Klassifizierung der Funktionsdichte

Klassen	Funktionsdichte logarithmische Verteilung	Klassen nach ÖROK
A	>800	>5000
B	≤800	5000
C	≤400	2500
D	≤200	1000
E	≤100	>500

In der Abbildung 28 werden der Anteil der Bezirke nach den ÖROK-Klassen und der Anteil der Bezirke nach den feiner aufgeteilten Klassen einander gegenübergestellt.

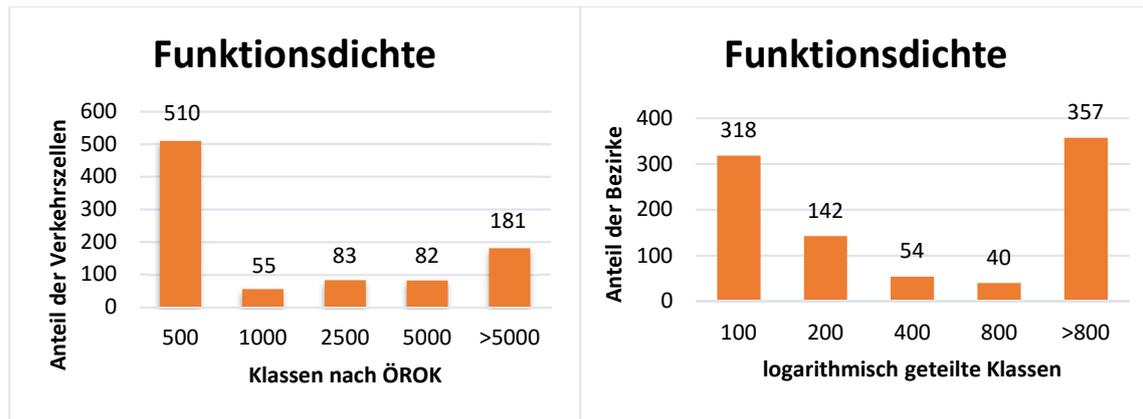


Abbildung 28: Gegenübergestellte Histogramme der Funktionsdichte nach den ÖROK Klassen und den logarithmisch geteilten Klassen

Durch die Gegenüberstellung der zwei Histogramme ist sehr gut sichtbar, wie sich die ersten beiden Klasse verändern. Die Verfeinerung der Klassen wurde, wie bereits erwähnt, durchgeführt, da ansonsten 91% der Fläche an die Klasse E einfallen würde. Durch die Klassen der logarithmischen Aufteilung fällt ca. 64% der Fläche in die Klasse E ein. Durch die feinere Aufteilung und somit einer klaren Darstellung der Funktionsdichte und der Daten wird für die weitere Berechnung die logarithmische Klassenaufteilung genommen.

Um die Klassen zur Analysieren werden sie auch einmal um 25% Verringert und einmal um 25% Vergrößert. Dadurch kann später Analysiert werden welche Verkehrszellen am meisten von der Klassenbildung beeinflusst werden und welche nicht.

Tabelle 34: Klassenvariation der Funktionsdichte

Funktionsdichte nach der logarithmischen Verteilung	-25%	Klassen	+25%
A	>700	>800	>900
B	700	800	900
C	350	400	450
D	175	200	225
E	75	100	125

7.2.4 Reisezeit

Als durchschnittliche Reisezeit gilt jene Zeit, die sich aus der Summe der Zeit zusammensetzt, die benötigt wird, um von einem Bezirk in einen anderen zu gelangen. Die durchschnittliche Reisezeit wird in fünf Klassen klassifiziert. Bei dieser Klassifizierung wäre es nicht sinnvoll eine Klasse unter 20 Minuten zu bilden da keiner von den Bezirken so eine niedrige durchschnittliche Reisezeit aufweist.

Tabelle 35: Klassifizierung der Reisezeit

Klasse	Durchschnittliche Reisezeit in Minuten
A	20 Min
B	40 Min
C	60 Min
D	120 Min
E	>120 Min

7.3 Analyse der Eingangsdaten

Wie schon in Kapitel 7.1 erläutert, setzt sich die Reisezeit aus der:

- Zugangszeit,
- Abgangszeit,
- Startwartezeit,
- Umsteigewartezeit,
- Fahrzeit im Fahrzeug und der
- Gehzeit (Handbuch PTV Visum)

zusammen.

Da für die Erreichbarkeitsberechnung die Bedienungshäufigkeit sowie die Reisezeit und die Zugangszeit relevant sind, werden diese Faktoren näher beleuchtet. Anschließend muss die Erreichbarkeit in Bezug auf die Funktionsdichte behandelt werden. Aus diesem Grund erfolgt eine Klassendarstellung der relevanten Kenngrößen, die auch einen klaren Überblick schaffen soll.

7.3.1 Bedienungshäufigkeit

Für die Bedienungshäufigkeit wurden Daten bereitgestellt die die Anzahl der Abfahrten pro Tag beinhalten. Wenn es um die Bedienungshäufigkeit geht spielen die Verkehrszeiten eine wichtige Rolle. Somit erfolgt eine Darstellung der Bedienungshäufigkeit in Abhängigkeit von den Verkehrszeiten.

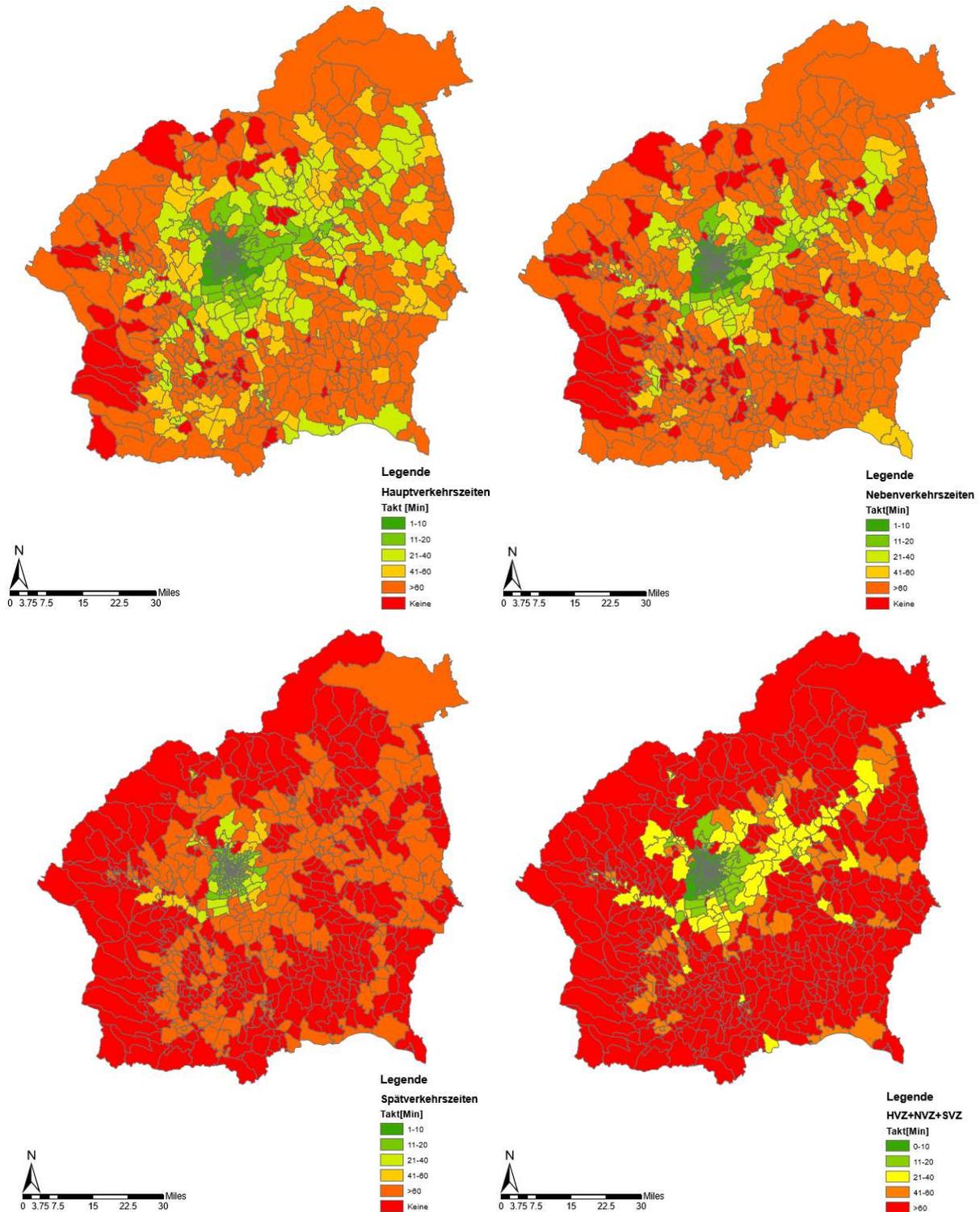


Abbildung 29: Klassifizierte Funktionsdichte in Abhängigkeit der Verkehrszeiten

In der Abbildung 29 ist die Bedienungshäufigkeit nach den Verkehrszeiten dargestellt. Nach der Gegenüberstellung der Bedienungshäufigkeit ist sehr gut ersichtlich das der städtische Raum immer sehr gut angebunden ist und die höchste Bedienungshäufigkeit aufweist unabhängig um welchen Zeitraum es sich handelt. Im Gegensatz zur den ländlichen Raum spielen dort die Verkehrszeiten eine sehr wichtige Rolle. In den ländlichen Raum ist sehr gut ersichtlich das in den Hauptverkehrszeiten fast jede Verkehrszelle angebunden ist was nicht der Fall in den Nebenverkehrs- und Spätverkehrszeiten

ist. In den Nebenverkehrszeiten steigt die Anzahl der Verkehrszellen ohne Anbindung und die Bedienungshäufigkeit t in den restlichen Verkehrszellen wird immer niedriger. Im Gegensatz zu den Nebenverkehrszeiten ist bei den Spätverkehrszeiten ein drastischer Unterschied schon ersichtlich. Der größte Anteil der Fläche ist überhaupt nicht Angebunden oder hat eine Takthäufigkeit über eine Stunde.

Unabhängig von den einzelnen Verkehrszeiten wurde eine Darstellung für die drei Verkehrszeiten insgesamt dargestellt. Diese Abbildung zeigt sehr gut das, dass Verkehrsangebot in den ländlichen Raum keine Chancen gegen das Verkehrsangebot in den städtischen Raum hat.

Um einen realen Vergleich darzustellen wird für die Berechnung nur die Bedienungshäufigkeiten aus den Hauptverkehrszeiten und den Nebenverkehrszeiten eingesetzt. Unter Berücksichtigung der zwei Verkehrszeiten ergibt sich folgende Bedienungshäufigkeit.

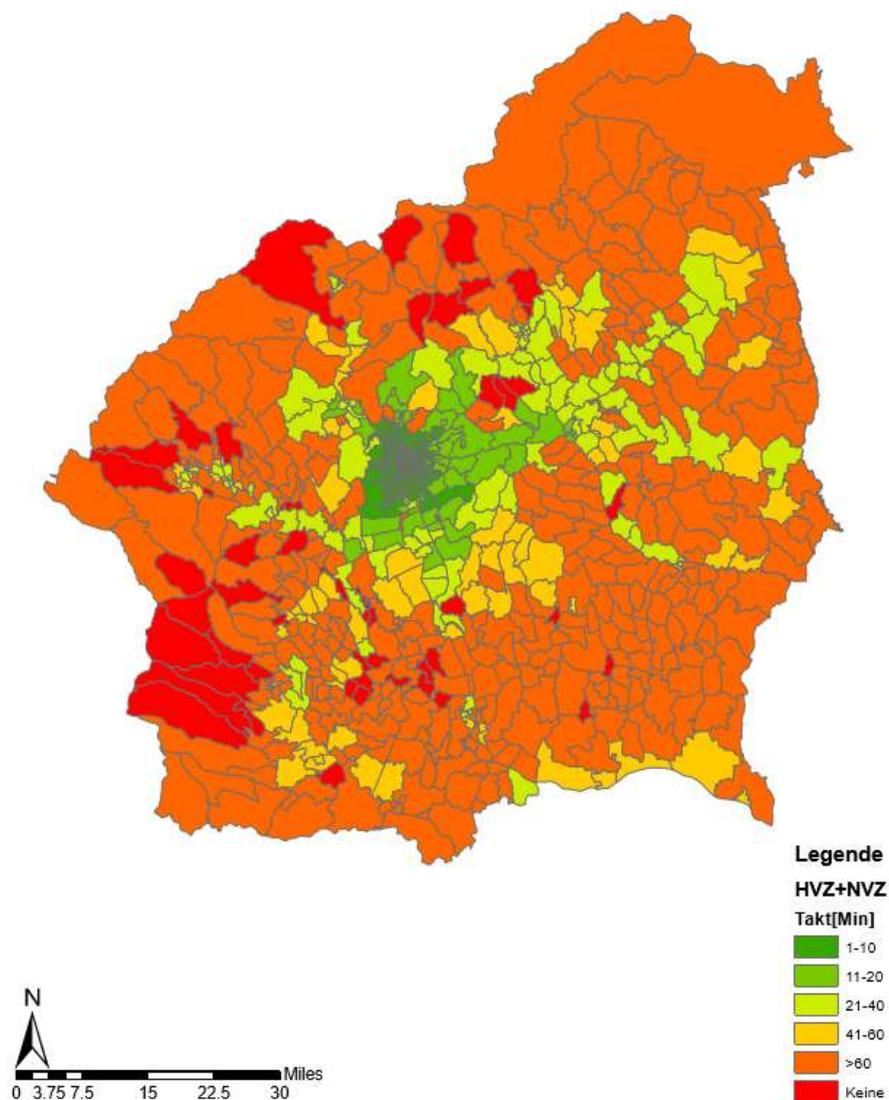


Abbildung 30: Klassifizierte durchschnittliche Bedienungshäufigkeit

Nachdem die Verkehrszeit ausgewählt wird erfolgte eine Klassifizierung der Bedienungshäufigkeit in die festgestellten Klassen. Die Aufteilung wie auch die Anzahl und Flächengröße der Verkehrszellen nach den Klassen werden in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 36: Analyierte Daten nach der durchschnittliche Bedienungshäufigkeit

Klassen	Anzahl der Verbindungen	Takt	Anzahl der Bezirke(Zellen)	Fläche [km ²]
A	78	≤10 Min	266	93.61
B	39	11-20 Min	56	241.26
C	20	21-40 Min	96	565.70
D	13	41-60 Min	87	726,976
E	< 13	>60 Min	406	5189,68

Durch die Klassifizierung nach der Bedienungshäufigkeit sind die meisten Verkehrszellen der Klasse E zugewiesen und haben so eine Takthäufigkeit über eine Stunde. Somit hat ca. 76% der Fläche eine sehr niedrige Bedienungshäufigkeit.

Um einen Vergleich zwischen den Bezirken darzustellen wird somit auch die Anzahl der Verkehrszellen nach Klassen und Bezirken dargestellt.

Tabelle 37: Analyse der Bezirke nach Klassen der Bedienungshäufigkeit

Klassen	A	B	C	D	E
Bezirke	266	56	96	87	406
Graz	263	23	2	0	2
Graz Umgebung	3	29	29	13	39
Deutschlandsberg	0	0	5	19	77
Voitsberg	0	0	14	9	47
Weiz	0	4	31	11	44
Leibnitz	0	0	6	11	71
Feldbach	0	0	2	17	83
Hartberg Fürstenfeld	0	0	7	7	43

Durch die Gegenüberstellung der Bezirke ist sehr gut sichtlich das keiner der Bezirke in den ländlichen Raum eine Bedienungshäufigkeit unter 10 Minuten aufweist. Am schlechtesten ist somit der Bezirk Feldbach angebunden und am besten der Bezirk Weiz. Weiz ist auch das einzige Bezirke wo auch eine Takthäufigkeit zwischen 11 und 20 Minuten besteht.

7.3.2 Zugangszeit

In Tabelle 39 ist der Anteil der Bezirke nach den jeweiligen Klassen zu sehen. Neben der Analyse nach Klassen wird auch eine Analyse durchgeführt, die verdeutlichen soll, welcher Bezirk die meisten Klassen aufweist bzw. in welchem Bezirk die Zugangszeit an niedrigsten und in welchem am höchsten ist. Die meisten Verkehrszellen wurden der Klasse A zugewiesen. Dies liegt auch daran, dass der städtische Raum aus 197 Verkehrszellen besteht, die der Klasse A zugewiesen sind. Die Stadt Graz weist keine Zugangszeit auf, die länger als 18 Minuten ist. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass 6 Straßenbahnlinien in der Stadt verkehren. Im ländlichen Raum zeigte sich, dass der Bezirk Deutschlandsberg die beste Erreichbarkeit hat, d. h. er weist die niedrigsten Zugangszeiten auf. Die längsten Zugangszeiten sind in den Bezirken Weiz und Hartberg Fürstenfeld zu finden.

In Abbildung 31 sind die Zugangszeit in Minuten zu sehen. Sehr gut ist der städtische Bereich zu erkennen, wo die Straßenbahn mit ihren 6 Linien verkehrt. In dieser Region beträgt die Zugangszeit bis zu 5 Minuten. Je weiter in den ländlichen Bereich vorgedrungen wird, wo keine Straßenbahn, sondern lediglich die S-Bahn fährt, desto länger wird die Zugangszeit. Dennoch besitzen ca. 70% der Flächen eine Zugangszeit unter 20 Minuten.

Tabelle 38: Klassifizierte Zugangszeiten

Klassen	Zugangszeit in Minuten
A	5 Min
B	7 Min
C	11 Min
D	15 Min
E	18 Min
F	>18Min

Tabelle 39: Analyse der Bezirke nach Klassen der Zugangszeit

Klassen	A	B	C	D	E	F
Bezirke	380	147	153	98	41	92
Graz	197	58	25	7	3	0
Graz Umgebung	28	22	25	17	7	14
Deutschlandsberg	39	9	27	10	5	11
Voitsberg	30	10	14	6	3	7
Weiz	20	13	15	12	9	21
Leibnitz	29	14	11	15	4	15
Feldbach	27	13	19	21	8	14
Hartberg Fürstenfeld	10	8	17	10	2	10

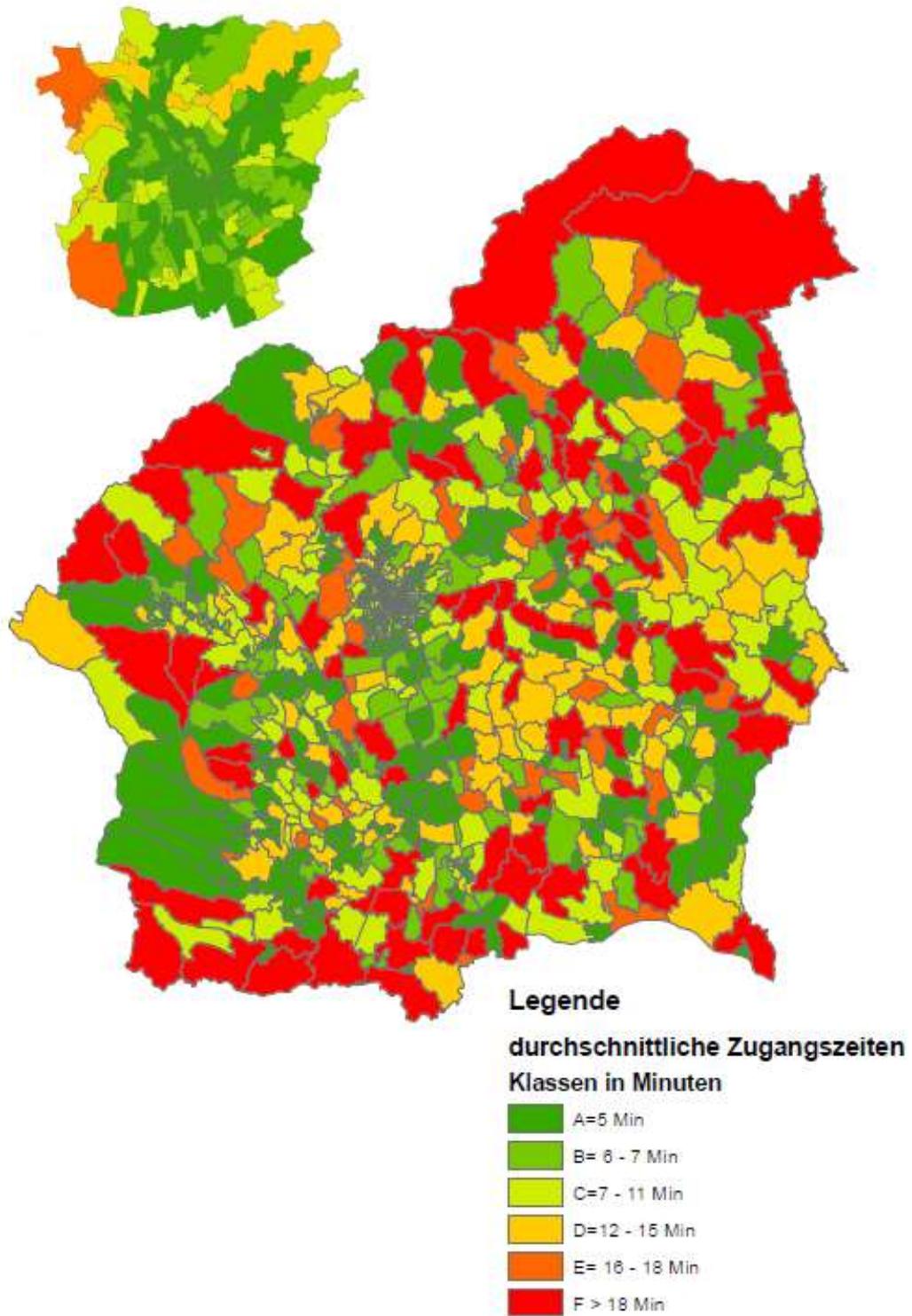


Abbildung 31: Klassifizierte Zugangszeiten zur den ÖV Haltestellen

7.3.3 Reisezeit

Für die südliche Steiermark wurde die durchschnittliche Reisezeit, die erforderlich ist, um von einer Verkehrszelle zu einer anderen zu gelangen, ermittelt. Es wurden 5 Klassen gebildet. Diese zeigen, dass im städtischen Bereich eine Reisezeit von 20 bis 40 Minuten ausreicht, während die Reisezeit in den ländlichen Bereichen über einer Stunde liegt. Die Reisezeit im städtischen Bereich wird vom hohen Verkehrsanteil wie auch von der großen Anzahl der Umsteigehäufigkeiten beeinflusst. In den ländlichen Bereichen hat die Zugangszeit wie auch die niedrigere Bedienungshäufigkeit immensen Einfluss auf die Reisezeit.

Tabelle 40: Klassifizierte ÖV Reisezeit

Klassen	durchschnittliche Reisezeit [Min]
A	≤20
B	20-40
C	40-60
D	60-120
E	>120

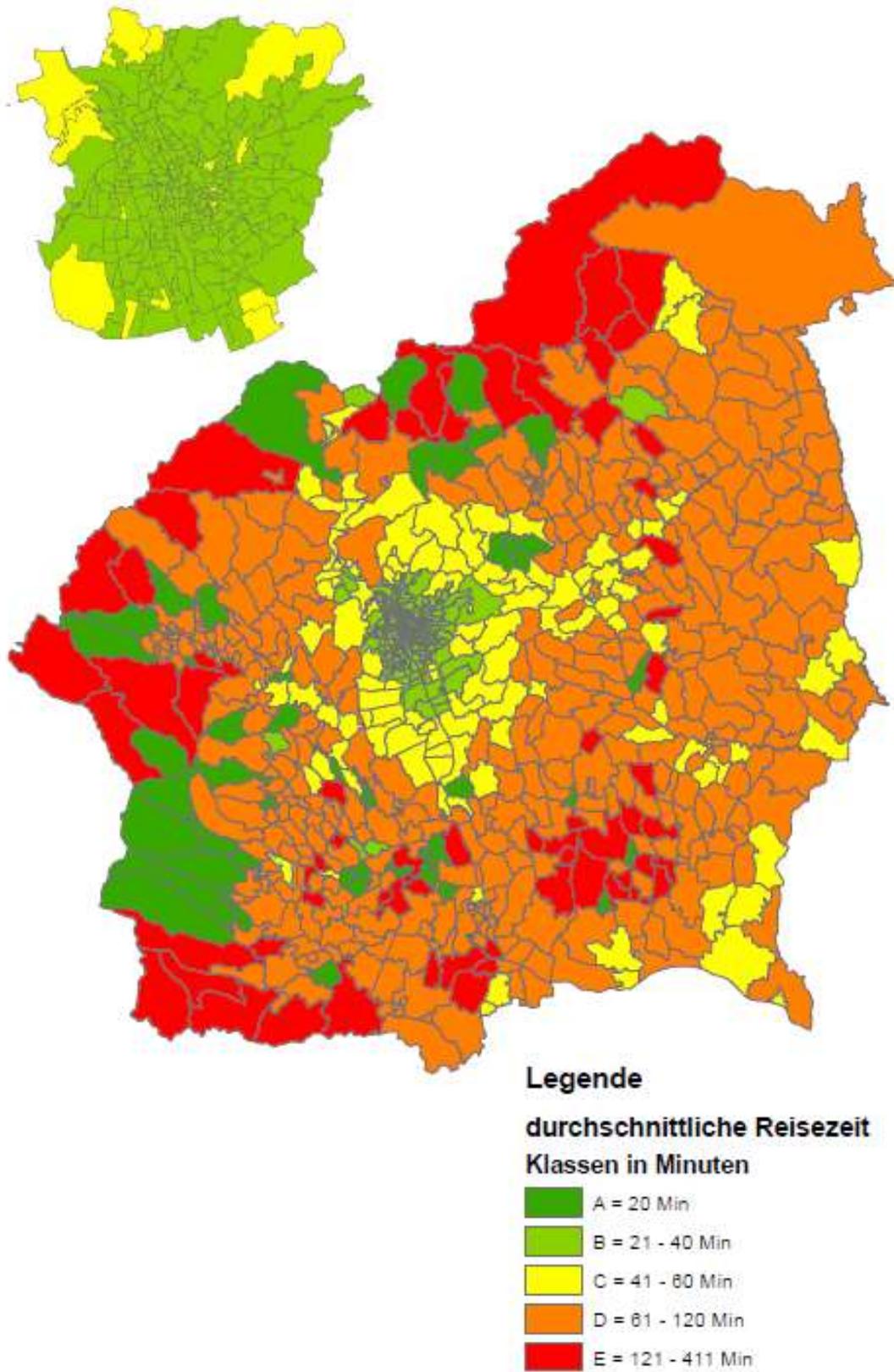


Abbildung 32: Klassifizierte ÖV Reisezeiten

7.3.4 Einwohner 2016

Um einen besseren Überblick über die Einwohnerzahl und die Einwohnerdichte zu erhalten wird eine Gegenüberstellung der Bezirke durch die zwei Größen durchgeführt.

Da die Einwohnerdichte für die weitere Berechnung relevant ist wird die Anzahl der Verkehrszellen nach Bezirken und Klassen für die Einwohnerdichte dargestellt.

Tabelle 41: Analyse der Bezirke nach der Einwohnerdichte

Klassen	EW	Fläche [km ²]	EWDichte
Bezirke	863157	6817.227	2735.14
Graz	277808	126.964158	2188.0820
Graz Umgebung	146890	1102.562384	133.2260
Deutschlandsberg	60402	863.835966	69.9220
Voitsberg	51702	679.123327	76.1305
Weiz	83320	1070.274698	77.8492
Leibnitz	78391	682.612019	114.839
Feldbach	88808	1068.993777	83.076
Hartberg Fürstenfeld	75836	1222.860349	62.0153

Tabelle 42: Klassen der Einwohnerdichte

Klasse	A	B	C	D	E
EW/km ²	100	200	400	800	>800

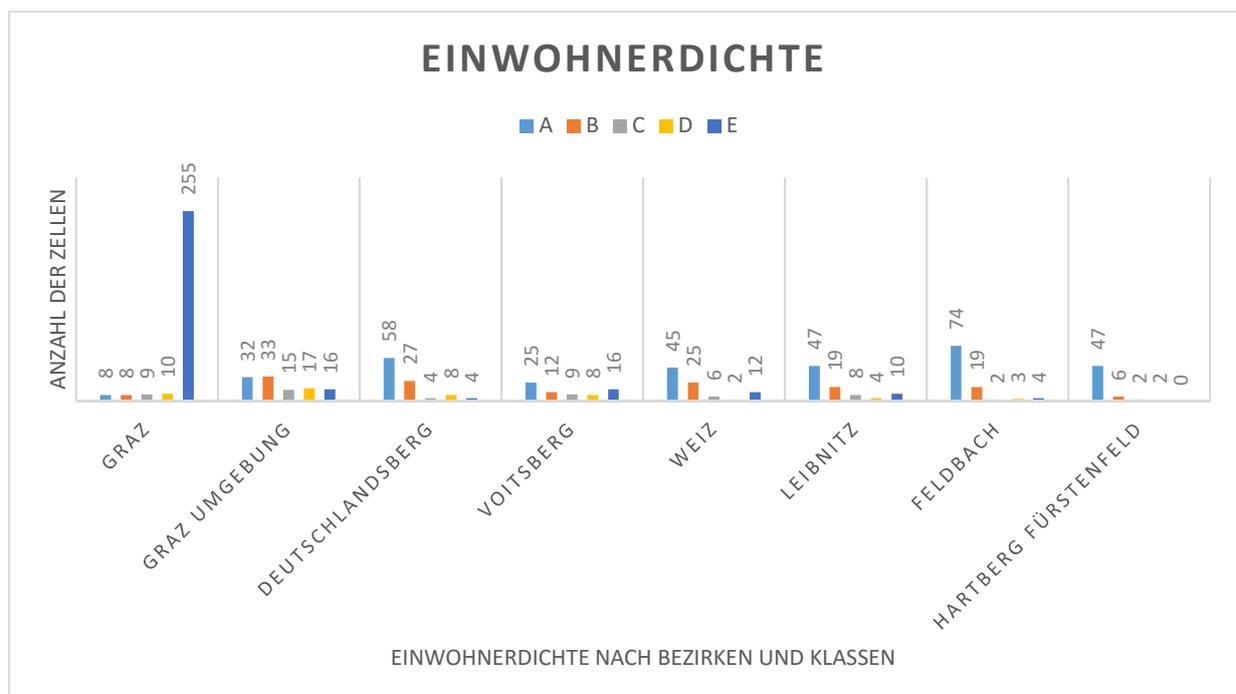


Abbildung 33: Histogramm der Einwohnerdichte 2016 nach den Bezirken

Durch den Vergleich der Bezirke ist sehr gut ersichtlich das der Grazer Stadtgebiet trotz der niedrigsten Fläche die größte Einwohnerzahl und somit auch die Einwohnerdichte aufweist. Die niedrigste Einwohnerdichte weist der Bezirk Hartberger Fürstenfeld. Außerhalb des Stadtgebietes weisen die Bezirke Graz Umgebung und Leibnitz die größte Einwohnerdichte auf.

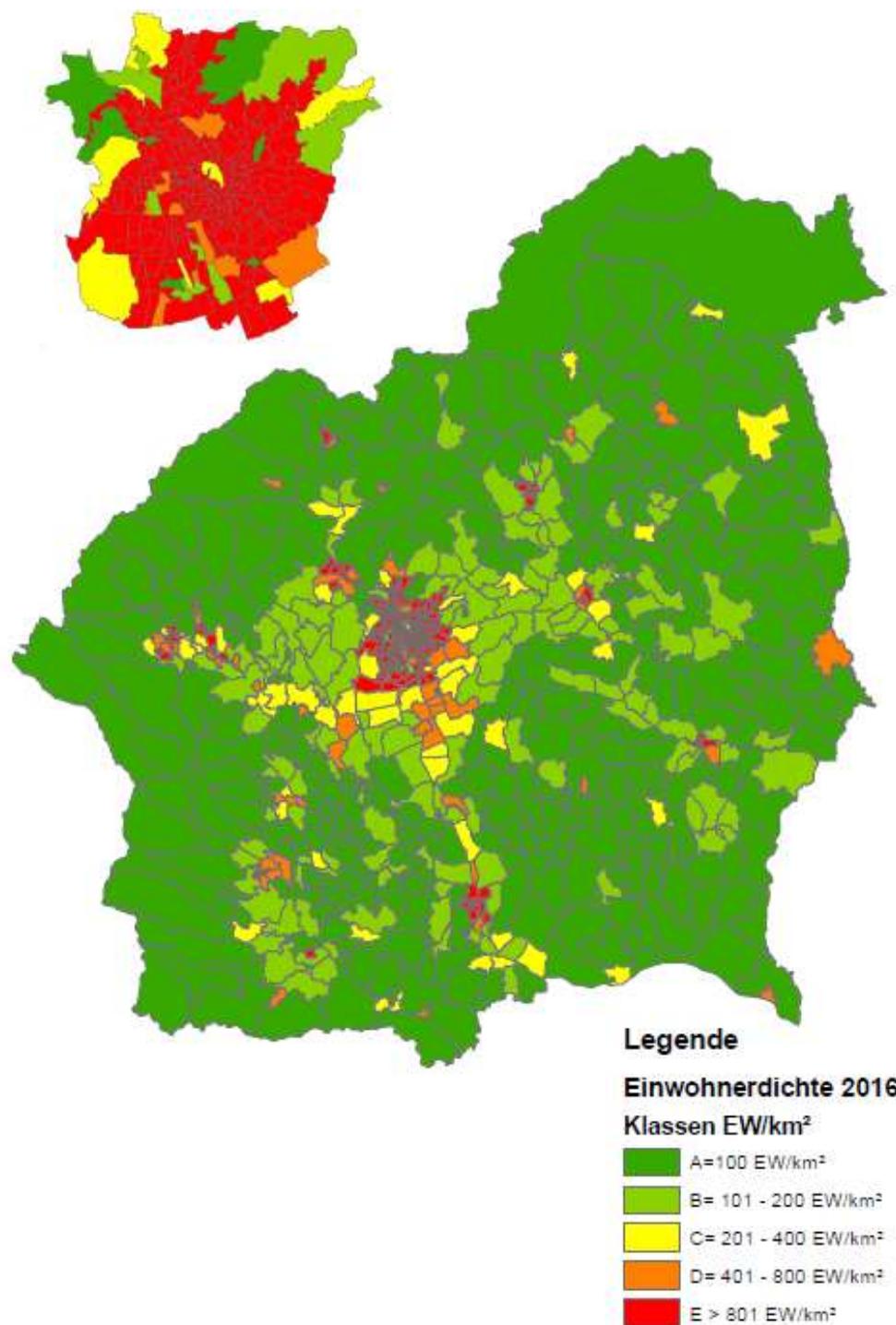


Abbildung 34: Klassifizierte Einwohnerdichte für das Jahr 2016

7.3.5 Arbeitsplätze 2016

In der folgenden Tabelle wird die Arbeitsplatzzahl nach den Bezirken dargestellt. Da in die weitere Berechnung die Arbeitsplattdichte einfließt wird sie auch nach den Bezirken und Klassen dargestellt.

Tabelle 43: Analyse der Bezirke nach der Arbeitsplattdichte

Klassen	AP	Fläche [km ²]	AP/km ²
Bezirke	432002	6817.227	63,37
Graz	175936	126.964158	1386
Graz Umgebung	66114	1102.562384	60
Deutschlandsberg	26093	863.835966	30
Voitsberg	17662	679.123327	26
Weiz	40351	1070.274698	38
Leibnitz	29557	682.612019	43
Feldbach	37166	1068.993777	35
Hartberg Fürstenfeld	39123	1222.860349	32

Tabelle 44: Klassifizierte Arbeitsplattdichte

Klasse	A	B	C	D	E
AW/km ²	100	200	400	800	>800

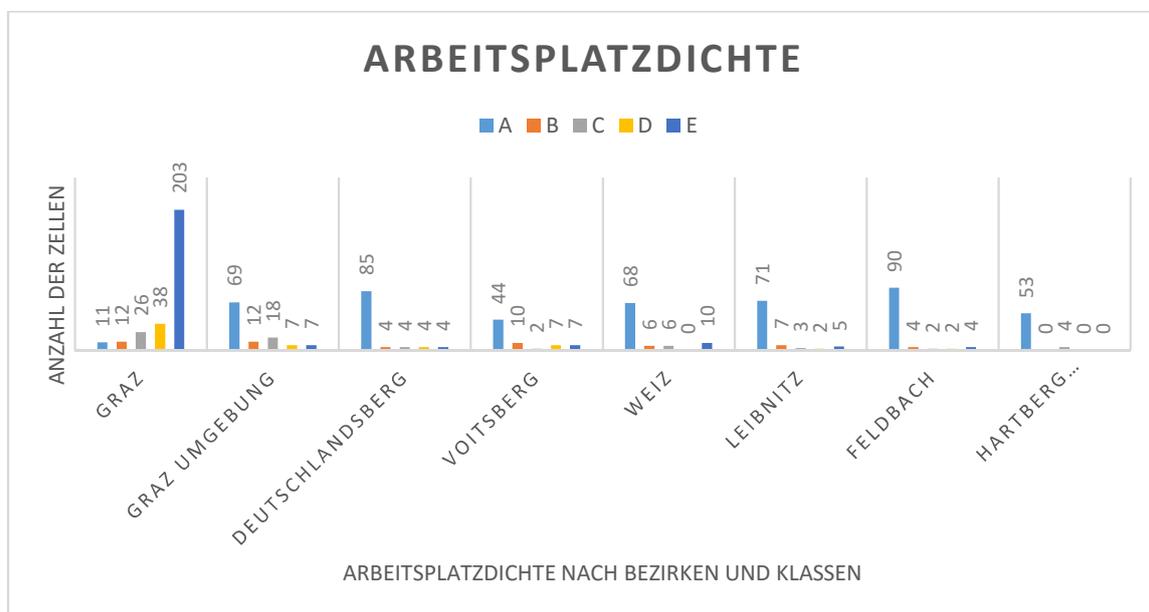


Abbildung 35: Histogramm der Arbeitsplattdichte nach den Bezirken

Bei der Gegenüberstellung der Bezirke ist sehr gut ersichtlich das der Bezirk Hartberg Fürstenfeld die größte Gebietsfläche besitzt. Die niedrigste Fläche hat das Grazer Stadtgebiet. Trotz der niedrigsten Fläche weist das Stadtgebiet die größte Arbeitsplattdichte auf ca.1386 Arbeitsplätze pro

Quadratkilometer. Die niedrigste Arbeitsplatzdichte weist der Bezirk Voitsberg auf. Im Vergleich zur den restlichen ländlichen Bezirken hat dieses Bezirk auch die niedrigste Fläche.

Nach der Aufteilung der Bezirke nach Klassen hat der Felbacher Bezirk die meisten Verkehrszellen wo eine Arbeitsplatzdichte bis zur 100 Arbeitsplätze pro Quadratkilometer liegt.

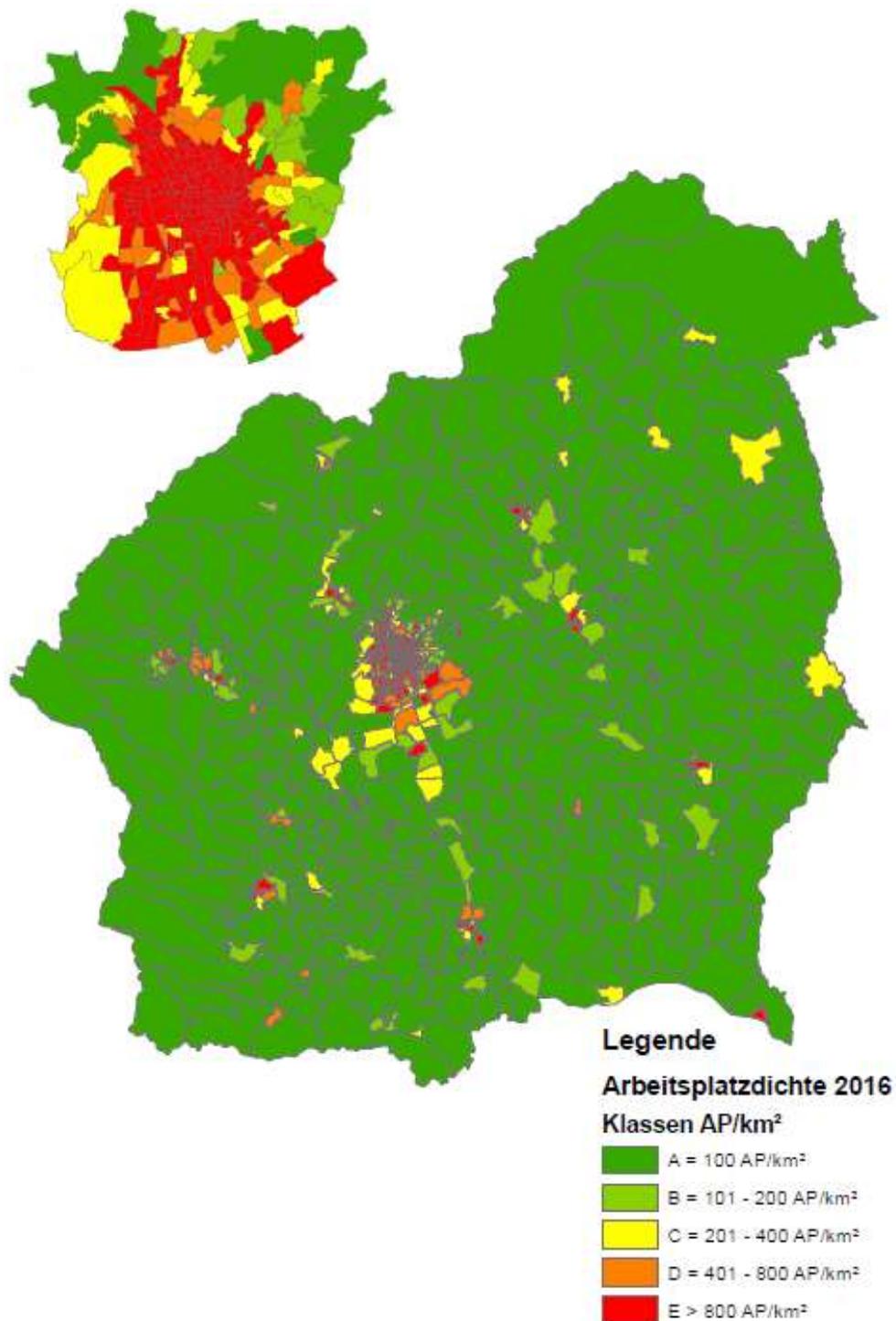


Abbildung 36: Klassifizierte Arbeitsplatzdichte für das Jahr 2016

7.3.6 Funktionsdichte 2016

Die Funktionsdichte wird aus den zwei relevanten Strukturgrößen die Einwohnerzahl und die Anzahl der Arbeitsplätze gebildet. Das miteinbeziehen der Fläche wird aus dem Grund genommen da die Daten nicht auf Rasterebene bestehen sondern auf Bezirksebene (Ebene der Verkehrszellen im GUARD Modell).

Da für die Klassifizierung der Funktionsdichte keine Standards vorliegen wurde in dem Fall eine logarithmische Klassifizierung vorgenommen die an sinnvollsten ist. Bei einer gröberen Klassifizierung wie nach den ÖROK Klassen wird ca. 91% der Fläche der ersten Klasse zugewiesen. In anderen Studien wie der Luptai Index warn Rasterdaten vorgegeben die die Klassengliederung somit erleichterte haben. Durch die mitberücksichtigung der Fläche in diesem Fall werden die Werte deutlich gemindert und somit warn die feineren Klassen sinnvoller.

Neben den Klassenwerten die festgelegt sind wird eine Verringerung und Vergrößerung durchgeführt um somit zur sehen in welcher Klasse die größte Veränderung stattfindet.

Durch die feinere und logarithmische Aufteilung entstehen folgende Klassen:

Tabelle 45: Klassenvariation der Funktionsdichte

Funktionsdichte	-25%	Klassen	+25%
A	>700	>800	>900
B	700	800	900
C	350	400	450
D	175	200	225
E	75	100	125

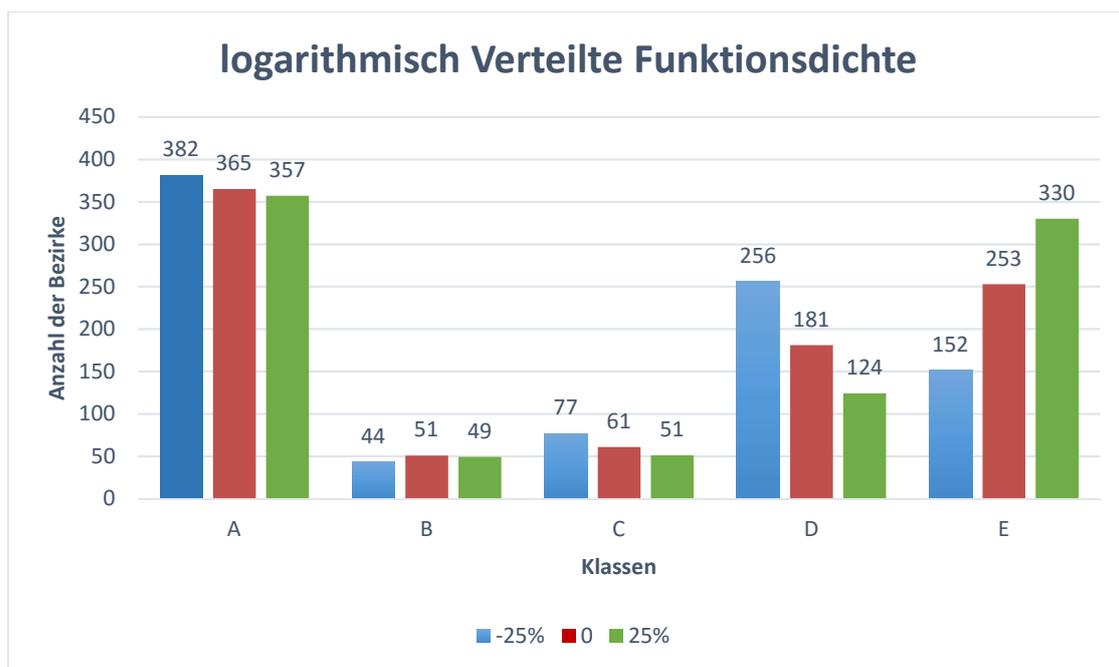


Abbildung 37: Anzahl der Verkehrszellen bei einer Klassenvariation der Funktionsdichte

Die rote Spalte stellt die Klassen dar wobei die blaue Spalte eine Verringerung und die grüne Spalte eine Vergrößerung der Klassen von der roten Spalte darstellen. Bei einer Verringerung bzw. Vergrößerung der Klassen um 25% ist schön ein größerer Unterschied sichtlich. Die größte Veränderung entsteht in der Klasse D und E.

In der folgenden Abbildung werden die Verkehrszellen dargestellt die nach der Verringerung bzw. Vergrößerung der Klassen beeinflusst sind.

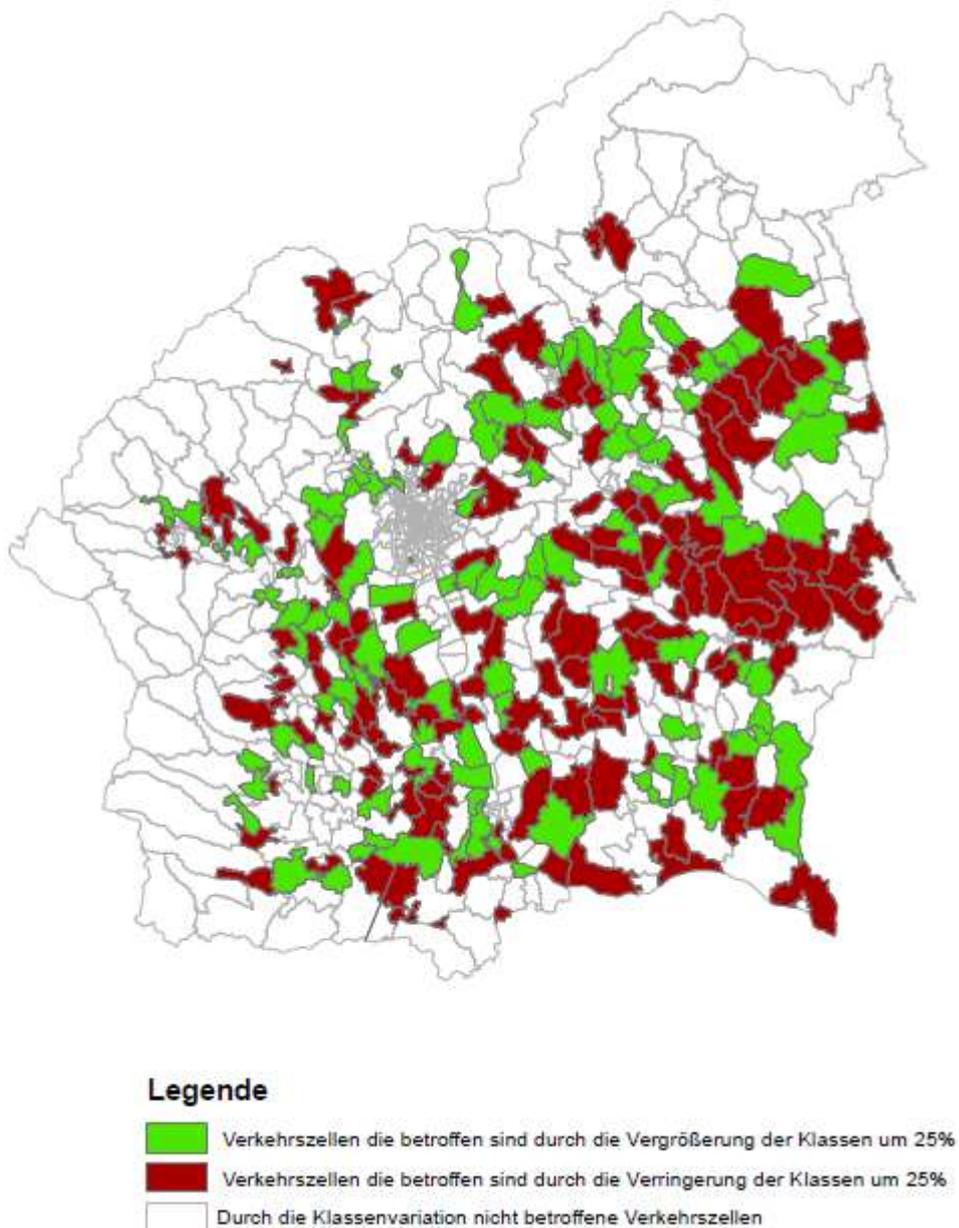


Abbildung 38: Durch die Klassenvariation betroffene Verkehrszellen

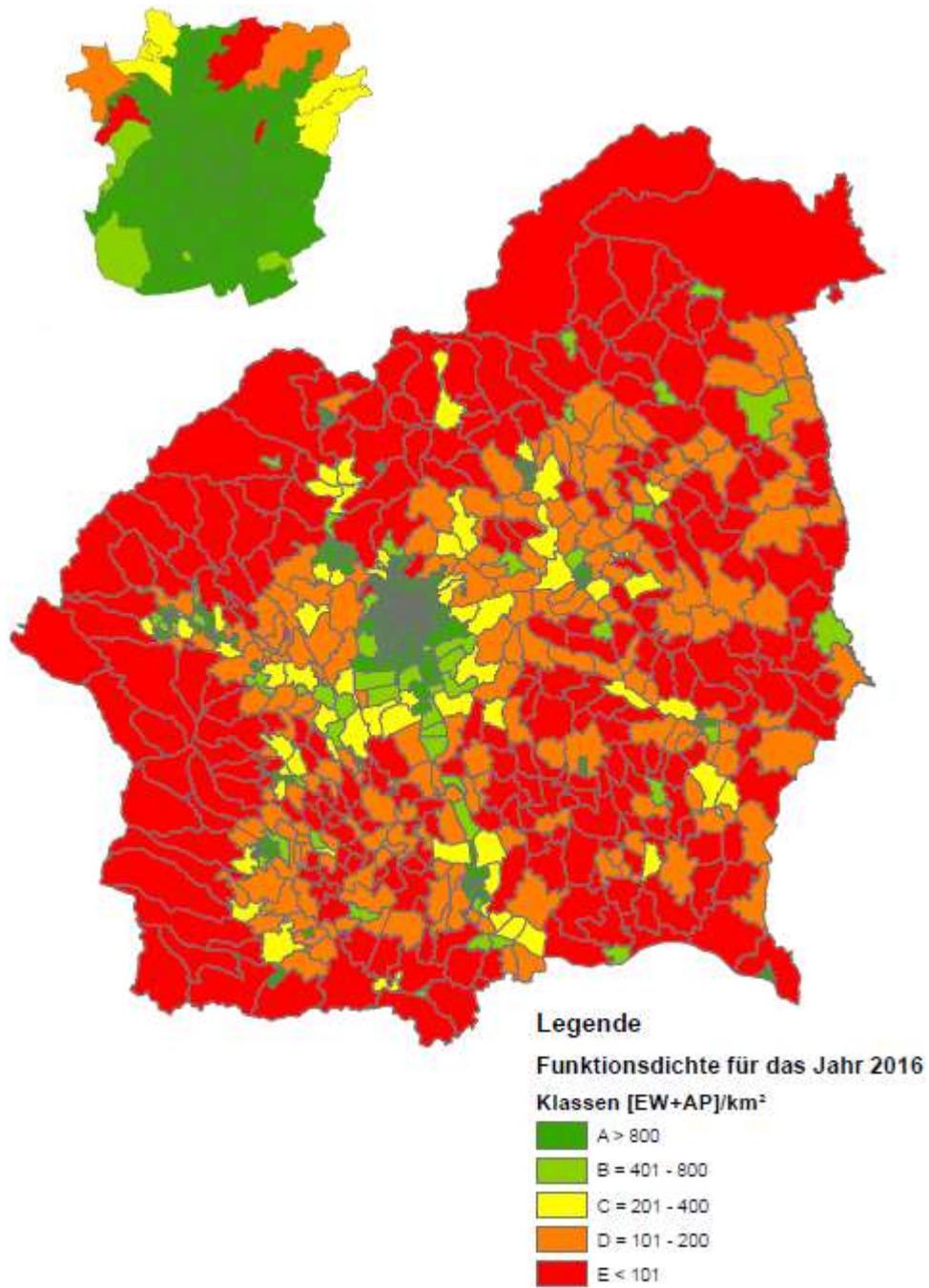


Abbildung 39: Klassifizierte Funktionsdichte für das Jahr 2016

8 Prognosedaten

8.1 Prognose Szenarien für die Einwohnerzahl

Neben dem Szenarium für das Jahr 2016 sollte auch eine Berechnung für das Jahr 2030 durchgeführt werden. Für die Bevölkerungsstruktur des Prognosejahres 2030 würden Daten für die Einwohnerzahl von Institut bereitgestellt auf die man durch eine Masterarbeit von Ruzicka gekommen ist.

Für den Prognosezuwachs hat er Daten aus folgenden drei Berichten angewendet:

- „Bevölkerungsprognose der Landeshauptstadt Graz“
- „ÖROK Regionalprognose 2014-2030“
- „Gemeindebevölkerungsprognose Winter 2015/2016“. (vgl.Ruzicka 2017)

Laut der Prognose soll im Graz bis zur Jahr 2030 ein Zuwachs von 43.672 Einwohner erfolgen. Um diesen Zuwachs zur Verteilen wurden von Ihnen 5 Szenarien entwickelt. Einer von diesen Szenarien der auch in dieser Masterarbeit angewendet wird, ist das Szenarium bei dem die geplanten Siedlungsprojekte und Baulandreserven mitberücksichtigt wurden.

Somit wurde das Bevölkerungswachstum auf den östlichen und westlichen Stadtteil von der Mur aufgeteilt. Auf den westlichen Stadtteil wurden 2/3 der Bevölkerung verteilt, da in den Stadtteil große Siedlungsprojekte entstehen und somit besteht eine Möglichkeit die Bevölkerung aufzunehmen. Die restlichen 1/3 der Bevölkerung wurden in den östlichen Stadtteil der Mur verteilt. In der folgenden Tabelle werden die geplanten Projekte in den westlichen Teil aufgelistet mit einer Anzahl von Neueinwohner. (vgl.Ruzicka 2017)

Tabelle 46: Siedlungsprojekte für die Prognose⁴⁰

Siedlungsprojekte	Neueinwohner 2016-2030	Bezirk
Reininghaus	16000	Eggenberg
		Gries
		Wetzelsdorf
		Eggenberg
Smart City-Waagner Biro	3500	Lend
Wohnpark Gösting	270	Göstin
Wohnpark West	2600	Lend
Green City Graz	2000	Straßgang
Brauquartier Puntigam	1840	Puntigam
		Puntigam
Wohnbau Triside	360	Puntigam
Sterneckerweg	720	St.Peter
Martinhofsiedlung	1500	Straßgang
Gesamt	28790	

⁴⁰Vgl.Ruzicka 2017

Der Zuwachs in den östlichen Stadtbezirk der ein Drittel des Zuwachses beträgt, wurde durch die Berücksichtigung der Baulandreserven sowie durch die Bevölkerungsprognose berechnet. Durch die Zahl die sich durch die zwei Kenngrößen bilden wurde der Mittelwert berechnet und somit der Zuwachs für den östlichen Teil berechnet. (vgl. Ruzicka 2017)

Tabelle 47: Zuwachs der Bezirke für das Jahr 2030⁴¹

Bezirk	Name	EW Graz 2016	Mittelwert [EW]	EW Graz 2030	Wachstum der Bezirkes [%]
1	Innere Stadt	3967	122	4089	2.98%
2	St. Leonhard	15860	1230	17090	7.20%
3	Geidorf	24560	1988	26548	7.49%
6	Jakomini	32926	2139.5	35066	6.10%
7	Liebenau	13549	2244.5	15793	14.21%
8	St. Peter	14515	2083	16598	12.55%
9	Waltendorf	11755	1097	12852	8.54%
10	Ries	5743	760.5	6503	11.69%
11	Mariatrost	9483	1209	10692	11.31%
12	Andritz	19076	2009	21085	9.53%
Graz Osten		151434	14882	166316	8.95%

8.2 Arbeitsplätze Prognosejahr 2030

Da für das Prognosejahr keine Daten vorhanden sind, muss die Einwohnerzahl ermittelt werden. Da auch eine gründliche Recherche keine Daten für die südliche Steiermark hervorbrachte, wurde mit den von Statistik Austria prognostizierten Arbeitsplätzen für die gesamte Steiermark weitergearbeitet. Anhand dieser Zahlen wurde ein Wert für das Prognosejahr eruiert. In der Tabelle (49) werden die prognostizierten Werte vom Jahr 2016 bis zum Jahr 2030 dargestellt.

Tabelle 48: Arbeitsplatzprognose

Jahre	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030
AP in der Stmk	481235	487944	494654	501428	508280	516708	524148	531588

Laut den Daten des AMS wurde jährlich ein Zuwachs von durchschnittlich 1% erreicht. Von 2016 bis 2030 sind das insgesamt 9,47%, was einen Zuwachs von 50 354 Arbeitsplätzen bedeutet. Da diese Zahl für die gesamte Steiermark ist, musste der Anteil, der auf die südliche Steiermark entfallen würde berechnet werden. Es wurde nach unterschiedlichen Vorgehensweisen vorgegangen, die Vor- aber auch Nachteile mit sich bringen.

⁴¹Vgl. Ruzicka 2017

Eine der Methoden war die Umrechnung anhand der bestehenden Betriebe. Die Anzahl der Betriebe wurden von der Seite des AMS entnommen. Diese Zahl war auch auf Bezirksebene vorhanden. Ein wesentlicher Nachteil war allerdings, dass lediglich Daten aus den Jahren 2007 bis 2016 vorhanden waren. Daher musste eine Interpolation bis zum Jahr 2030 durchgeführt werden. Die Interpolation birgt den Nachteil, dass entweder ein Zuwachs oder eine Abnahme von Anfang bis Ende dargestellt werden. Dabei besteht die Möglichkeit, dass die Entwicklung stark von Jahr zu Jahr abweicht und in einem Jahr ein Zuwachs und im nächsten Jahr eine Abnahme usw. nicht mitberücksichtigt werden. Bei dieser Methode wurde eine Gesamtzahl von 440 485 Arbeitsplätzen ermittelt.

Weitere Recherchen ergaben, dass ein Zuwachs von 0,4% bis zum Jahr 2016 erfolgen sollte. Ausgehend von der ermittelten Zahl der Arbeitsplätze wurde in der Folge mit einem jährlichen Zuwachs von 0,4% bis zum Jahr 2030 weitergerechnet. Dies ergab 456833 Arbeitsplätze für das Jahr 2030, was einen Zuwachs um 24 831 Arbeitsplätze bedeutet.

Noch eine Methode, die durchgeführt wurde, um die Arbeitsplätze zu errechnen, war die Gesamtzahl der Arbeitsplätze für die Steiermark mit der Anzahl an Arbeitsplätzen im südlichen Teil in Vergleich zu setzen.

$$\text{Anteil, 2016} = \frac{\text{Anzahl der Arbeitsplätze nach GUARD}}{\text{Anzahl der Arbeitsplätze gesamt Stmk}}^{42}$$

$$\text{Anteil, 2016} = \frac{432002}{481235} = 0,897694 \sim 90\%$$

Somit werden 90% der prognostizierten Arbeitsplätze dem südlichen Teil der Steiermark zugewiesen. Die prognostizierten Arbeitsplätze ab 2016 bis 2030 belaufen sich auf 50 354 wobei auf den südlichen Teil der Steiermark ca. 45 202 entfallen. Dies ergibt eine Gesamtzahl von 477 204 für das Jahr 2030.

Die letzte Methode, die angewendet wurde, ist die Berechnung durch die Anzahl der Erwerbstätigen. Auch diese Zahl war bereits auf Bezirksebene vorhanden, ein wesentlicher Nachteil aber bestand darin, dass die Zahl der Pendler unter den Erwerbstätigen nicht bekannt war. Laut Statistik Austria werden im südlichen Teil der Steiermark im Jahr 2030 ca. 403 078 Erwerbstätige sein.

Tabelle 49: Varianten der Arbeitsplatzprognose für das Jahr 2030

Methode	1	2	3	Anzahl der Erwerbstätige
Anzahl der AP	440 784	456 833	477 204	403 078

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, resultiert jede Methode in unterschiedlichen Werte. Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass die Zahlen auf Annahmen beruhen und unterschiedliche Quellen für die Prognose verwendet wurden.

Da die Anzahl der Arbeitsplätze für die südliche Steiermark nun bekannt ist, muss der Zuwachs auf die Bezirke verteilt werden. Hierfür wurde eine Recherche nach Anhaltspunkten für die zukünftige Entwicklung am Arbeitsmarkt durchgeführt. Einer der Trends, der dafür betrachtet wurde, ist die

⁴²Vgl. Ruzicka 2017

derzeitige prozentuale Arbeitslosenquote auf Bezirksebene für die gesamte Steiermark. Dies ist in Abbildung 40 zu sehen.

Steiermark: Arbeitslosenquoten 2016 nach Bezirken

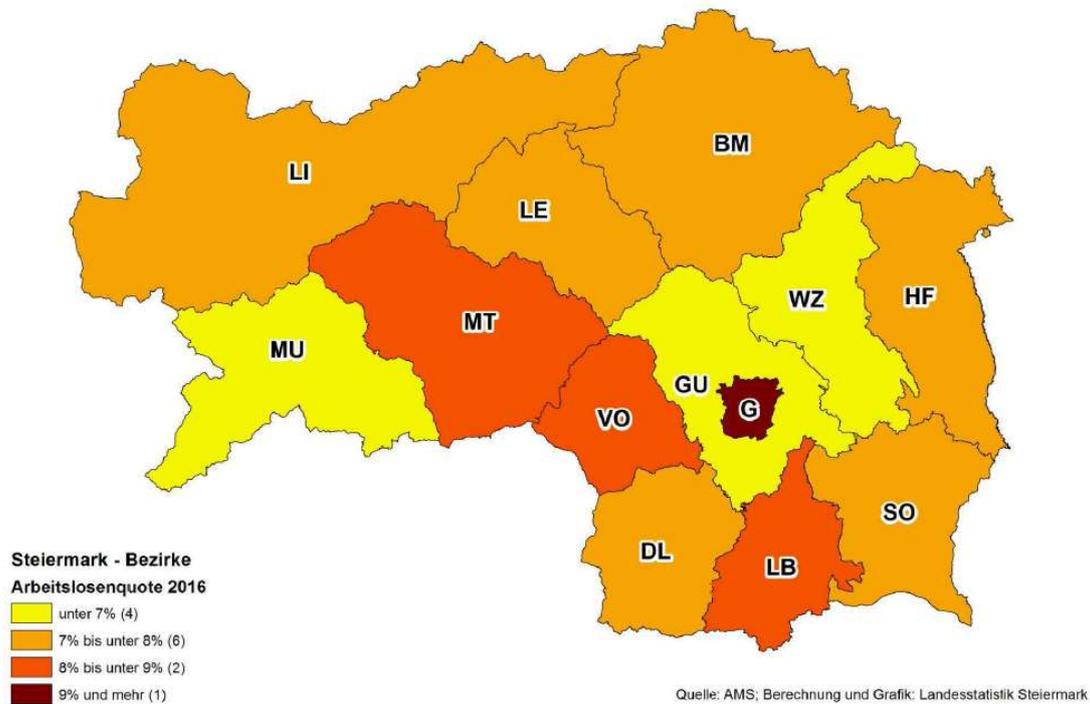


Abbildung 40: Arbeitslosenquote Steiermark 2016⁴³

Somit wurde ein Szenario dargestellt, das auf der Annahme fußt, dass eine Entwicklung der Arbeitsplätze in jenen Gebieten stattfinden wird, in der die Arbeitslosigkeit derzeit hoch ist. Da die Stadt Graz den größten Anteil an Arbeitslosen aufweist, wird dort der größte Teil der neuen Arbeitsplätze gesehen. Die restlichen Arbeitsplätze werden in Abhängigkeit von der in Abbildung 40 dargestellten Arbeitslosenquote im ländlichen Raum verteilt.

Ein weiterer Anhaltspunkt, der für die Prognose der Arbeitsplätze verwendet wurde, war die Zahl der Erwerbstätigen. Diese wurde der Statistik Austria entnommen, wo sie auf Bezirksebene aufgelistet ist. In der folgenden Tabelle (50) wird der Unterschied in der Zahl der Erwerbstätigen dargestellt

Tabelle 50: Zuwachs der Erwerbstätigen bis zum Jahr 2030

Bezirke	2015	2030	Differenz
Graz	124.432	131.316	6 884
Graz Umgebung	74.443	76.225	2 958
Deutschlandsberg	29.568	26.610	-3 552
Feldbach	33.510	29.958	-1 782
Hartberg	33.365	29.294	-4 071
Leibnitz	39.030	36.764	-2 266
Voitsberg	24.404	21.954	-2 450
Weiz	44.393	40.766	-3 627
Gesamt	403.145	392.887	-10.258

⁴³Quelle AMS

Der Statistik Austria zufolge sollte bis zum Jahr 2030 eine Verringerung der Zahl der Erwerbstätigen in der südlichen Steiermark stattfinden. Die größte Verringerung findet im Bezirk Hartberg statt, während der größte Anstieg in der Stadt Graz erfolgt. Diese Information wurde bei der Entwicklung des Szenarios mitberücksichtigt.

Für die Gesamtzahl an Arbeitsplätzen wurde aus den zuvor berechneten Szenarien der größte Wert genommen, um den kritischsten Fall zu analysieren. Folgender Ablaufdiagramm stellt den Verlauf und die Größen die für die Prognostizierung mitberücksichtigt wurden.

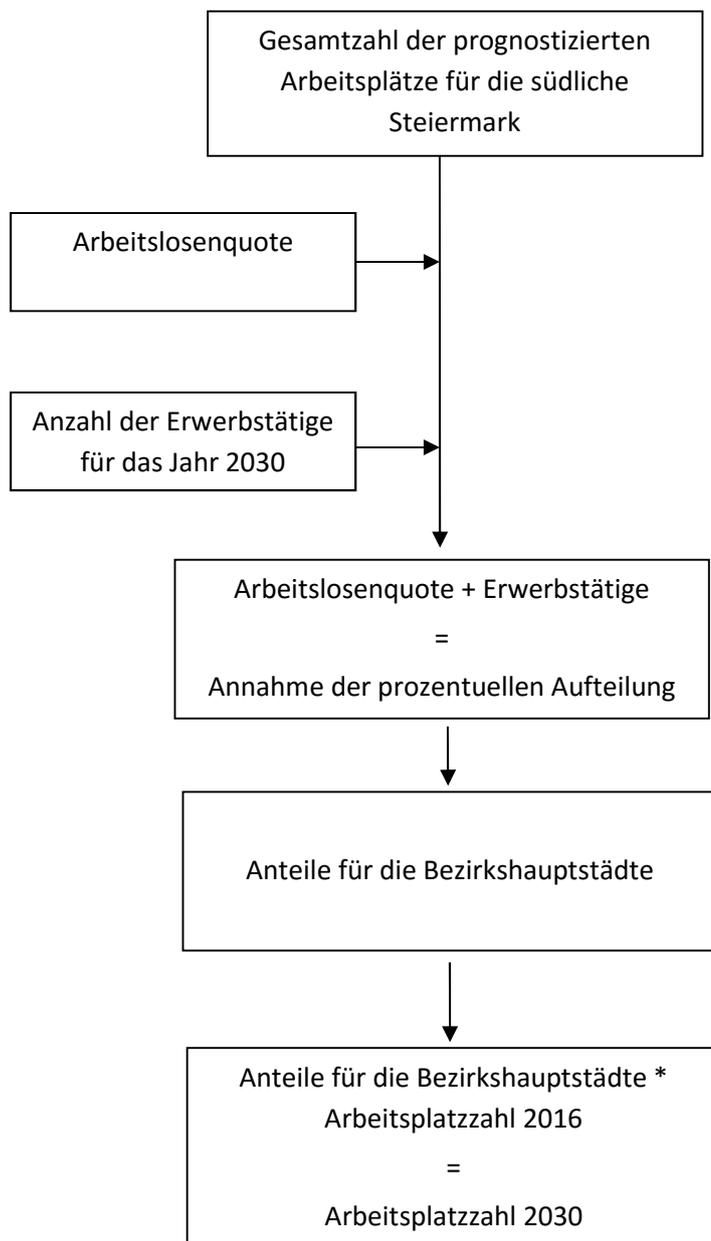


Abbildung 41: Ablauf der prognostizierten Arbeitsplatzdaten

In der folgenden Tabelle (51) wird der zugewiesene Anteil der Arbeitsplätze dargestellt. Danach Abbildung 40 die Stadt Graz den größten Anteil an Arbeitslosigkeit aufweist und gleichzeitig der größte Zuwachs an Erwerbstätigen dort prognostiziert wurde, wurden hier die meisten Arbeitsplätze zugewiesen. Die Bezirke Weiz und Graz Umgebung haben die niedrigste Arbeitslosenquote, dennoch sollte in diesen Bezirken in der Zukunft der Anteil der Erwerbstätigen sinken. Aus dem Grund wurde angenommen, dass im Bezirk Weiz kein Zuwachs an Arbeitsplätzen und im Bezirk Graz Umgebung ein niedriger Zuwachs stattfinden wird. Dies beruht auf der Annahme, dass einer Vielzahl an Pendlern aus Graz im Bezirk Graz Umgebung beschäftigt werden wird.

Die Bezirke Hartberg und Deutschlandsberg weisen zurzeit eine Arbeitslosenquote von bis zur 8% auf und für die Zukunft wurde die größte Abnahme der Erwerbstätigen in diesen Bezirken prognostiziert. Aus dem Grund werden hier keine Arbeitsplätze prognostiziert.

In den Bezirken Leibnitz und Voitsberg wurde ein Zuwachs prognostiziert, da dort die Arbeitslosenquote höher ist als in den restlichen Bezirken.

Der Bezirk Feldbach enthält auch einen Zuwachs, da in Zukunft dort die Anzahl der Erwerbstätigen steigen soll.

Tabelle 51: Aufteilung der Arbeitsplätze auf die Bezirke

Bezirke	2016	2030	Differenz	Prozentual
Graz	175.936	211.123	35.187	20%
Graz Umgebung	66.086	71.882	5.796	8,77%
Deutschlandsberg	26.093	26.093	0	0%
Feldbach	36.442	38.264	1.822	5%
Hartberg	39.437	39.437	0	0%
Leibnitz	30.132	31.638	1.506	5%
Voitsberg	17.662	18.545	883	5%
Weiz	40.214	40.214	0	0%
Gesamt	432.002	477.204	45.202	10,46%

8.3 Analyse der Prognosedaten

8.3.1 Einwohner Prognosejahr 2030

Um einen Überblick über die Einwohnerzahl für das Prognosejahr darzustellen, werden in der folgenden Tabelle Bezirke gegenübergestellt.

Tabelle 52: Analyse der Bezirke nach der Einwohnerdichte für das Jahr 2030

Klassen	EW	Fläche [km ²]	EWDichte
Bezirke	863157	6817.227	2735.14
Graz	321489	126.964158	2532
Graz Umgebung	158918	1102.562384	144
Deutschlandsberg	59247	863.835966	69
Voitsberg	49990	679.123327	74
Weiz	86396	1070.274698	81
Leibnitz	80484	682.612019	118
Feldbach	84967	1068.993777	79
Hartberg Fürstenfeld	74421	1222.860349	61

Tabelle 53: Klassen der Einwohnerdichte

Klasse	A	B	C	D	E
EW/km ²	100	200	400	800	>800

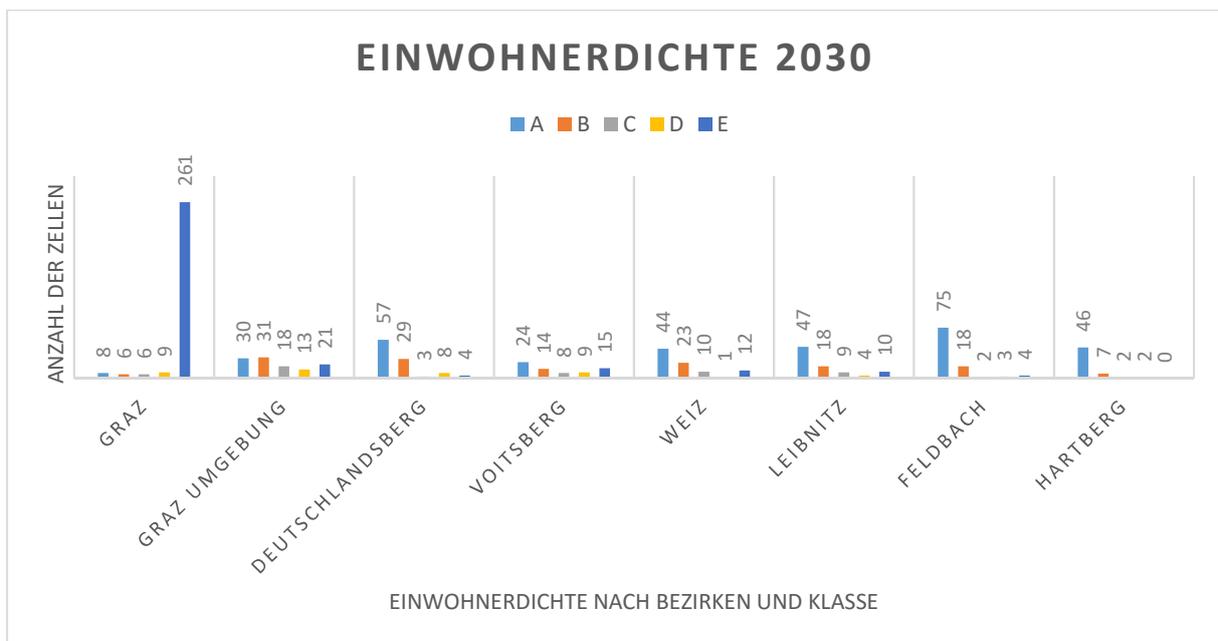


Abbildung 42: Histogramm der Einwohnerdichte für das Jahr 2030

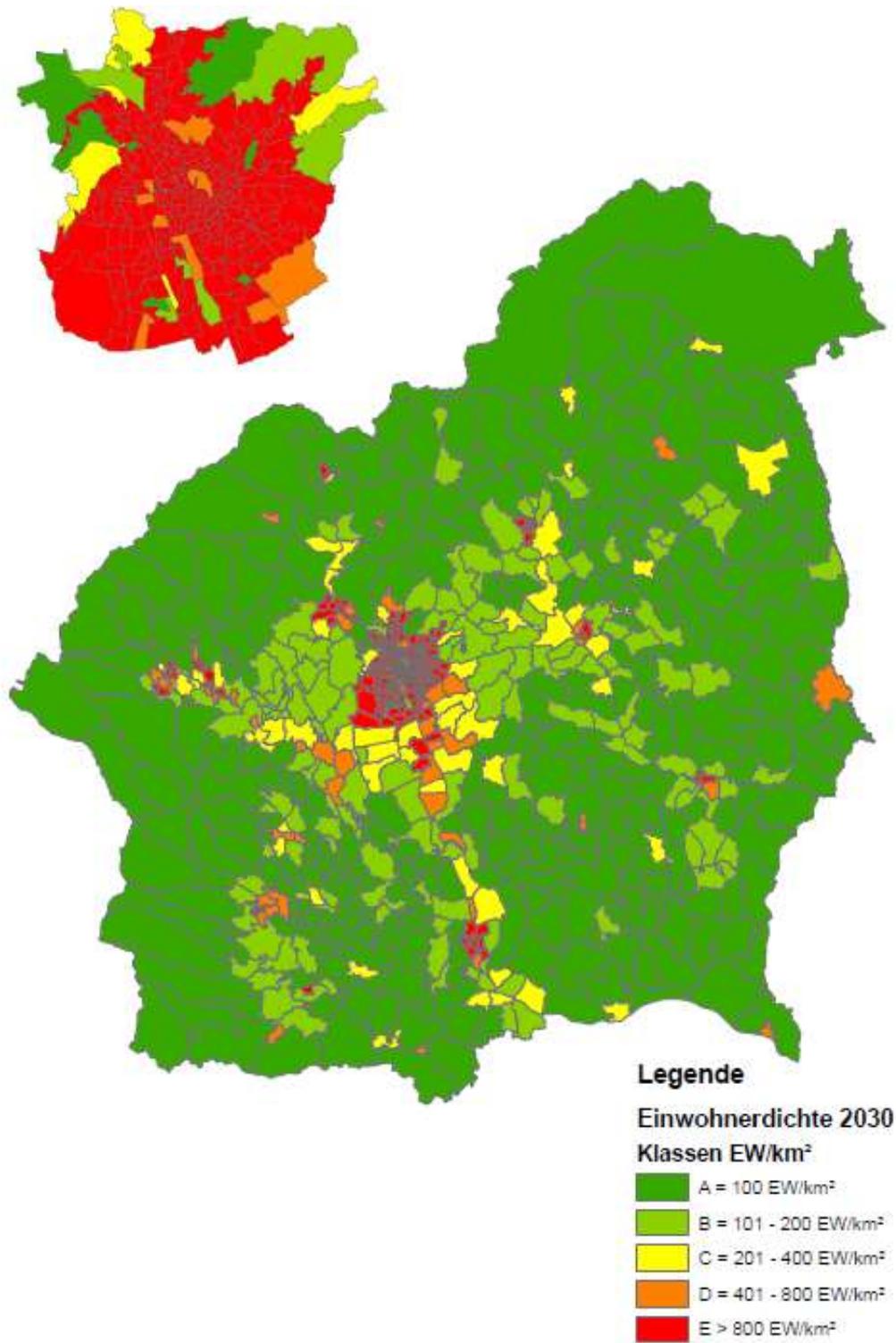


Abbildung 43: Klassifizierte Einwohnerdichte für das Jahr 2030

8.3.2 Arbeitsplätze Prognose 2030

Für die Analyse der Arbeitsplätze für das Prognosejahr, wurde die gleiche Klassenaufteilung genommen wie für das Jahr 2016. Neben der Klassifizierung der Arbeitsplätze wurde hier auch eine Klassifizierung der Arbeitsplatzdichte durchgeführt. Um einen besseren Überblick zu schaffen wird die Arbeitsplatzzahl nach Bezirken demonstriert. Da für die Berechnung der Arbeitsplatzdichte erforderlich ist, wird sie nach Bezirken und Klassen dargestellt.

Tabelle 54: Analyse der Bezirke nach der Arbeitsplatzdichte

Klassen	AP	Fläche [km ²]	AP/km ²
Bezirke	432002	6817.227	63,37
Graz	211121	126.964158	1663
Graz Umgebung	71912	1102.562384	65
Deutschlandsberg	26093	863.835966	30
Voitsberg	18545	679.123327	27
Weiz	40351	1070.274698	38
Leibnitz	31041	682.612019	45
Feldbach	39031	1068.993777	37
Hartberg Fürstenfeld	39123	1222.860349	32

Tabelle 55: Klassen der Arbeitsplatzdichte

Klasse	A	B	C	D	E
AW/km ²	100	200	400	800	>800

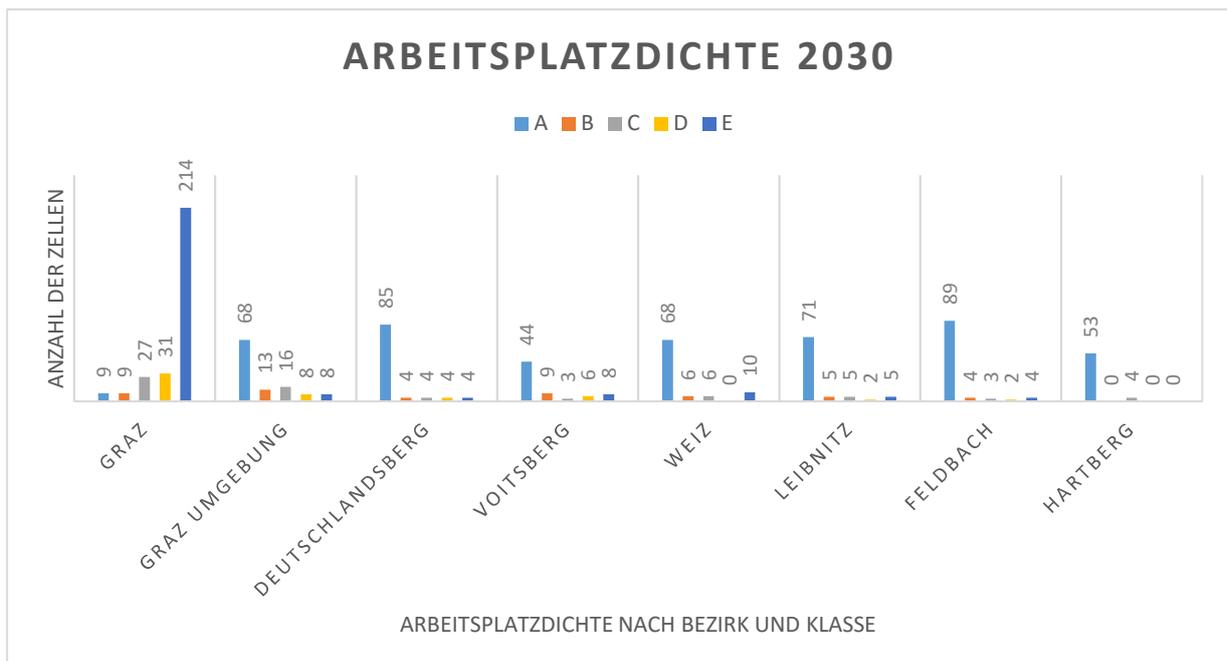


Abbildung 44: Histogramm der Arbeitsplatzdichte für das Jahr 2030

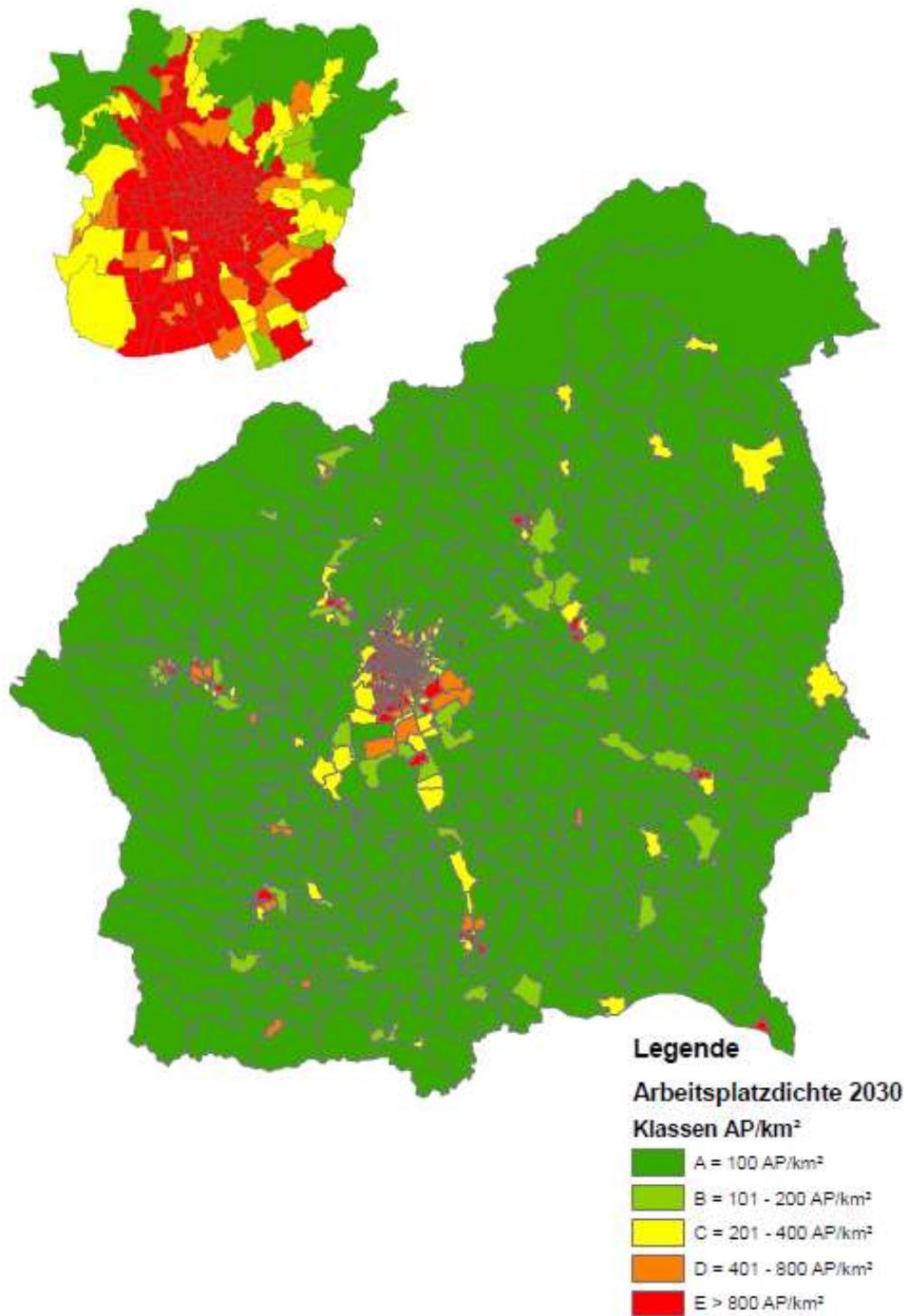


Abbildung 45: Klassifizierte Arbeitsplatzdichte für das Jahr 2030

8.3.3 Funktionsdichte 2030

Die Funktionsdichte wurde für das Prognosejahr gleich berechnet und klassifiziert wie für das Jahr 2016. Um einen Vergleich zwischen den zwei Szenarien zu ermöglichen, wurde die gleiche Vorgehensweise ausgeführt. In der folgenden Tabelle sind die Klassen sichtbar wie auch die Klassenvariation. In dem Histogramm werden die Verkehrszellen den zugehörigen Klassen zugeteilt und einander gegenübergestellt.

Tabelle 56: Klassenvariation der Funktionsdichte

Funktionsdichte	-25%	Klassen	+25%
A	>700	>800	>900
B	700	800	900
C	350	400	450
D	175	200	225
E	75	100	125

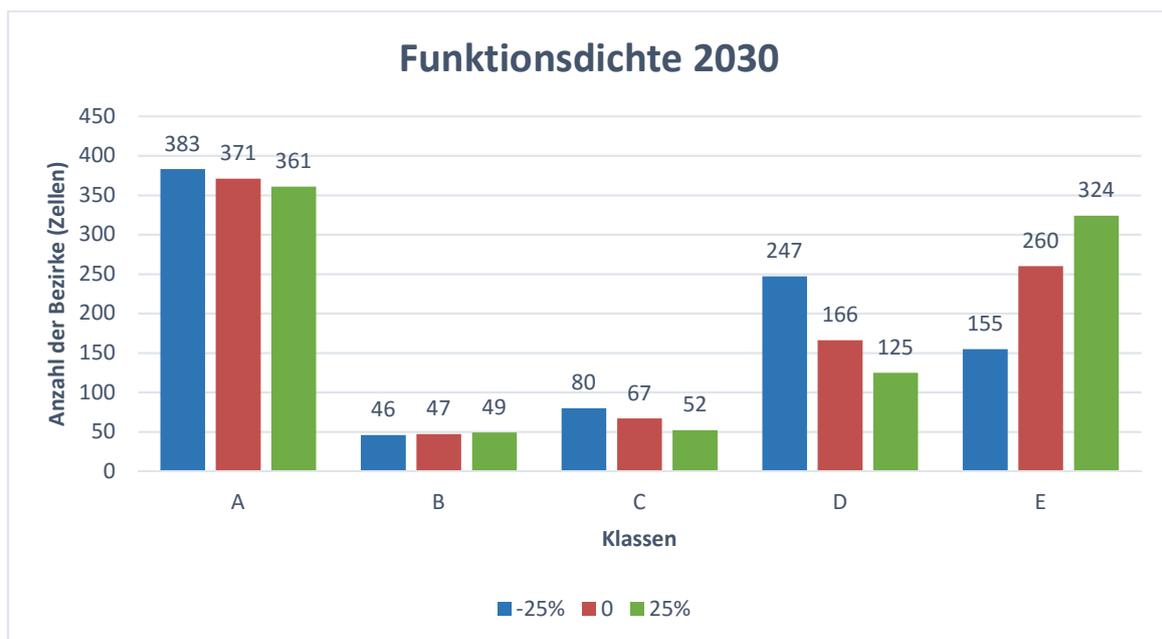
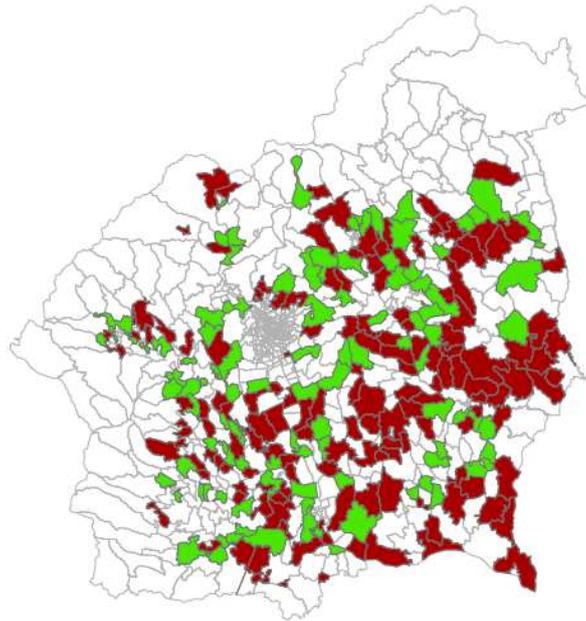


Abbildung 46: Anzahl der Verkehrszellen bei einer Klassenvariation der Funktionsdichte 2030

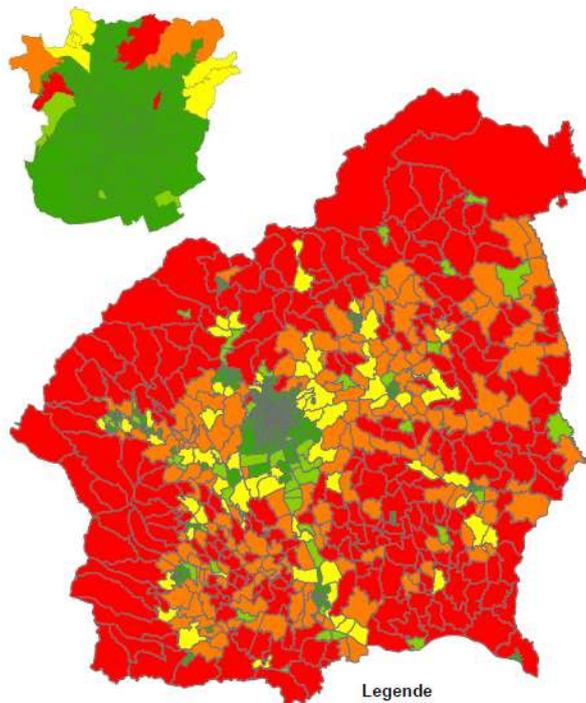
In dem Histogramm der Funktionsdichte sind die Klassen rot dargestellt wurden. Der blaue Balken stellt eine Verringerung der Klassen um 25% und der grüne Balken eine Vergrößerung um 25%. In diesem Fall entsteht die größte Veränderung in der Klasse A. Welche Verkehrszellen von der Klassenvariation beeinflusst werden wird in der folgenden Abbildung ersichtlich.



Legende

- Verkehrszellen die betroffen sind durch die Vergrößerung der Klassen um 25%
- Verkehrszellen die betroffen sind durch die Verringerung der Klassen um 25%
- Durch die Klassenvariation nicht betroffene Verkehrszellen

Abbildung 47: Durch die Klassenvariation beeinflusste Verkehrszellen



Legende

Funktionsdichte für das Jahr 2030
Klassen [EW+AP]/km²

- A > 800
- B = 401 - 800
- C = 201 - 400
- D = 101 - 200
- E < 101

Abbildung 48: Klassifizierte Funktionsdichte für das Jahr 2030

9 Modellberechnungen“ Südliche Steiermark“

In diesem Kapitel werden unterschiedliche Ansätze die im Kapitel 3 demonstriert wurden näher betrachtet und auf die Gültigkeit geprüft. Es werden somit unterschiedliche Erreichbarkeitsberechnungen durchgeführt und der relevantere Ansatz für diese Arbeit gewählt. Nach der Erreichbarkeitsberechnung wird eine Güteklassenbestimmung durch die Methode der ÖROK aus Kapitel 5 berechnet. Anschließend wird Anhand dessen eine geeignete Methode entwickelt mit der eine Aussage getroffen werden kann, wo ein Überangebot bzw. Unterangebot des Övs in Bezug auf die Funktionsdichte besteht. Diese Betrachtung und Berechnung wird für die zwei Szenarien durchgeführt. Anschließend werden die zwei Szenarien gegenübergestellt und eine Detailuntersuchung eines Bezirkes mit Unterangebot sowie auch mit Überangebot des ÖV in beiden Fällen durchgeführt.

Die folgende Tabelle soll den Überblick und Bezug zwischen den Ansätzen, Methoden und Standards aus den Kapitel 3,4 und 5 besser erläutern, bzw. soll die Daten darstellen die für diese Ansätze eingesetzt wurden. Die Ansätze, Methoden und Standards können auch durch andere Kennzahlen ausgedrückt werden wie z.B. anstatt der Reisezeit die Distanz oder Kosten zu nehmen.

Tabelle 57: Bezug der Daten zur den unterschiedlichen Ansätzen, Methoden und Standards die eingesetzt wurden

Kennzahlen	ÖV Erreichbarkeit	ÖV - Angebot	Methoden / Standards
Distanz			x
Reisezeit		x	
Bedienungshäufigkeit		x	x
Zugangszeit			x
Kosten			
Strukturgröße (Einwohnerzahl + Arbeitsplätze)	x		x
Sonstige Kennzahlen (Bsp.Parameter)	x	x	

Trotz der Vielzahl von Ansätzen wurde für diese Masterarbeit ein neuer Ansatz der sich aus der Kombination die bestehenden Ansätze bildet dargestellt und verwendet. Dies wird im weiteren detaillierter beschrieben.

9.1 Analyse der Ansätze für die Erreichbarkeitsberechnung

Wie im Kapitel 3 dargestellt bestehen verschiedene Arten von Ansätzen um die Erreichbarkeit zu berechnen. Im Zuge dieser Arbeit werden die genannten Ansätze im Kapitel 3 vorgestellt auf die Gültigkeit geprüft und bei Bedarf angepasst.

9.1.1 Gravitationsindikatoren

Die Gravitationsindikatoren fallen in die Art der Indikatoren die hauptsächlich in der Forschung eingesetzt werden. Sie werden durch die folgende Formel ausgedrückt. (vgl. Schwarze 2005; vgl. Hesse 2012, vgl. Lypp 2012, vgl. Friedrich 2005)

$$A_i = \sum_{j=0}^n g(P_j) * f(d_{ij})$$

Mit: A_i Erreichbarkeit am Ausgangsort i
 $g(P_j)$ Potenzial des Zielortes
 $f(d_{ij})$ Widerstandsfunktion

Wobei die Widerstandsfunktion 3 Formen hat:

$$f(d_{ij}) = d_{ij}^{-s}$$

$$f(d_{ij}) = \exp(-\beta d_{ij})$$

$$f(d_{ij}) = \exp(-d_{ij}^2 / z)$$

Bei der ersten Form handelt es sich um die Inverse Potenzfunktion bei dem das Problem auftritt mit dem negativen Beiwert. In dieser Form ist das dividieren mit der Null nicht möglich was in dem Fall zur Problemen führt, da einige Verkehrszellen eine Reisezeit von Null besitzen. (vgl. Schwarze 2005; vgl. Hesse 2012, vgl. Lypp 2012, vgl. Friedrich 2005)

Die zweite Form ist die negative Exponentialfunktion bei der es kein Problem auftritt wenn die Reisezeit gleich Null ist. Das kalibrieren des Parameters bringt für diese Form einen wesentlichen Nachteil.

Die dritte Form ist die Gauß'sche Funktion bei der das gleiche Problem wie bei der Inversen Funktion auftritt. Hier ist das dividieren mit der Null unmöglich. (vgl. Schwarze 2005; vgl. Hesse 2012, vgl. Lypp 2012, vgl. Friedrich 2005)

Somit wird in diesem Fall die Exponentialfunktion eingesetzt.

Für das Potenzial des Zielortes werden die Einwohnerzahl und die Anzahl der Arbeitsplätze auf Quadratkilometer gewählt. Der Distanzwiderstand wird durch die durchschnittliche Reisezeit ausgedrückt. Der Verhaltensparameter α wird aus dem Histogramm geschätzt anhand der Methode der kleinsten Quadrate. Die Methode der kleinsten Quadrate ist ein Standardverfahren der in der Mathematik eingesetzt wird bei den eine Kurve gewählt wird, die den realen Datenverlauf näher beschreibt.

Um den α Wert zu wählen wurde ein Histogramm mit den Reisezeiten gebildet. Die Reisezeiten wurden in 2 Minuten Intervallen dargestellt. Da in der Literatur keine fixen Werte vorliegen, wurden unterschiedliche Werte analysiert um den besten Verlauf der Kurve abzubilden.

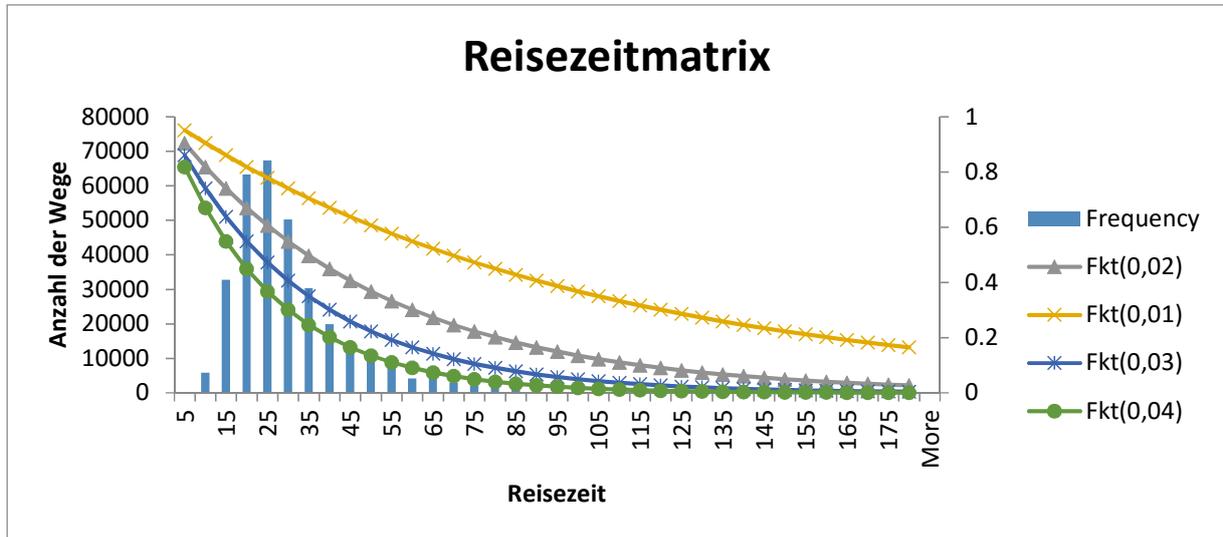


Abbildung 49: Histogramm aus Reisezeiten mit unterschiedlichen Widerstandsfunktionen

In der Abbildung (49) wurden unterschiedliche Funktionen demonstriert. Trotz der Funktionsdarstellung wurde die Erreichbarkeitsberechnung mit allen Werten durchgeführt um die Veränderungen darzustellen. Wie in Abbildung (50) deutlich ist, erzielen die unterschiedlichen Widerstandsfunktionen fast keine Veränderung. Die Klassen der Erreichbarkeitsberechnung wurden logarithmisch verteilt um die Darstellung nicht zu beeinflussen und somit den Vergleich zur ermöglichen.

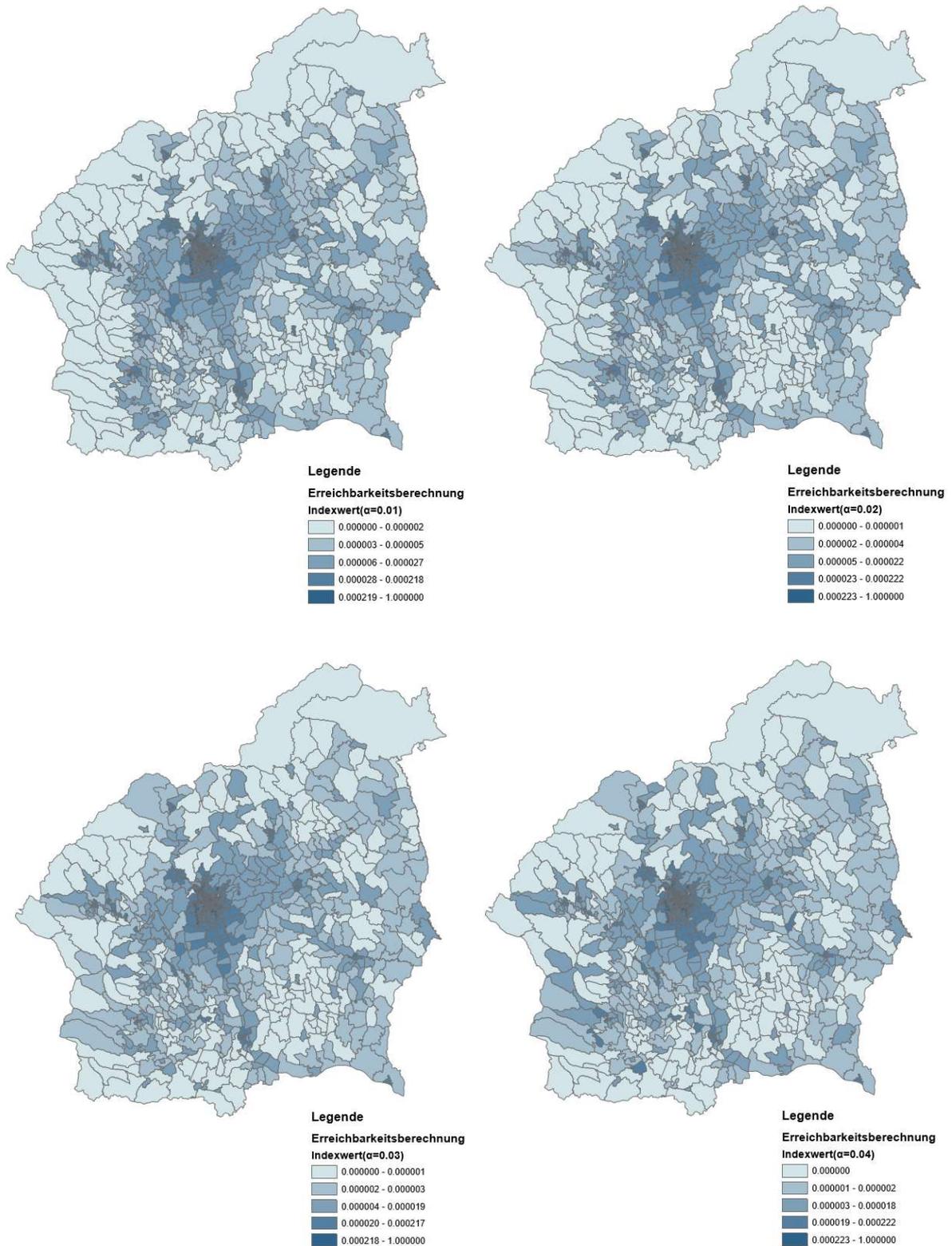


Abbildung 50: Gegenüberstellung der Erreichbarkeitsberechnung mit der unterschiedlichen α -Werten

9.1.2 Nutzenindikatoren

Einer der Ansätze sind die Nutzenindikatoren bei dem das Verhalten des Nutzers mitberücksichtigt wird. Somit konnte das Potenzial an einem Standort durch die dort erbrachten Aktivitäten gewählt werden. Die Erreichbarkeitsberechnung erfolgte dann je Aktivitäten und den verhaltenshomogenen Bevölkerungsgruppen. Durch die unterschiedlichen Aktivitäten wie auch Bevölkerungsgruppen entsteht eine Vielzahl von Indikatoren die sehr aufwendig sind. Da in dieser Masterarbeit das Nutzen bzw. die Wegeketten der Nutzer nicht von Interesse sind und somit auch das Ergebnis dieses Ansatzes für die Darstellung der Unterangebote bzw. Überangebote des ÖV's in Bezug auf die Funktionsdichte nicht relevant sind, wurde dieser Ansatz ausgeschlossen. (vgl. Schwarze 2005; vgl.Hesse 2012,vgl.Lypp 2012,vgl.Friedrich 2005)

9.1.3 Durchschnittsindikator/ Standortindikator

Die Durchschnittsindikatoren stellen den durchschnittlichen Aufwand der erforderlich ist um von einem Ort die festgelegten Ziele zu erreichen. Dieser Art von Indikatoren wird durch die folgende Formel ausgedrückt. (vgl. Schwarze 2005; vgl.Hesse 2012,vgl.Lypp 2012,vgl.Friedrich 2005)

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n f(d_{ij})P_j}{\sum_j P_j}$$

Mit	A_i	Erreichbarkeit des Ausgangsortes i
	$f(d_{ij})$	Widerstandsfunktion (Reisezeit, Distanz, Kosten etc.)
	P_j	Potenzial am Zielort j

Die Widerstandsfunktion wird bei dieser Art von Indikatoren durch die Reisezeit, Distanz oder Kosten ausgedrückt, wobei die Widerstandsbeiwerte wie bei den Gravitationsindikatoren nicht mitberücksichtigt werden. Für das Potenzial am Zielort wird die Funktionsdichte die sich aus der Einwohnerzahl und den Arbeitsplätzen zusammensetzt gewählt. Die Widerstandsfunktion wird durch die Reisezeit ausgedrückt. (vgl. Schwarze 2005; vgl.Hesse 2012,vgl.Lypp 2012,vgl.Friedrich 2005)

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n RZ * FD}{\sum_j FD}$$

Mit	RZ	Reisezeit in Minuten
	FD	Funktionsdichte (EW+AP) /Fläche[km ²]

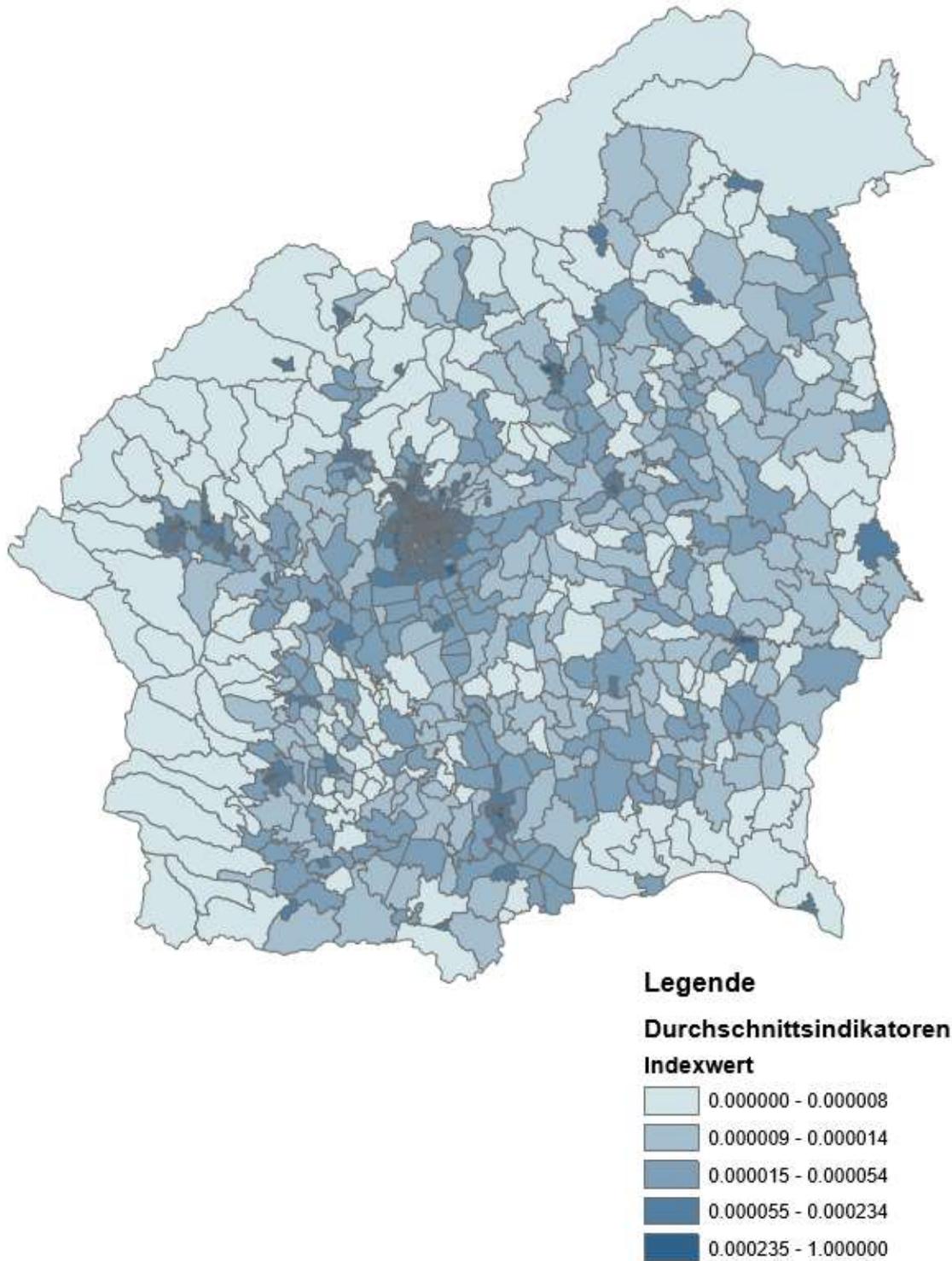


Abbildung 51: Erreichbarkeitsberechnung nach den Durchschnittsindikatoren

In der Abbildung (51) ist die Erreichbarkeitsberechnung anhand der Durchschnittsindikatoren dargestellt. Die Bereiche wo die Straßenbahn und S-Bahn durchfährt weisen eine hohe Erreichbarkeit auf.

9.1.4 Kummulationsindikatoren

Noch eine Art der Indikatoren sind die Kummulationsindikatoren mit dem das mögliche Potenzial ermittelt wird. Sie werden durch folgende Formel ausgedrückt. (vgl. Schwarze 2005; vgl.Hesse 2012,vgl.Lypp 2012,vgl.Friedrich 2005)

$$A_i = \sum_{j=0}^n g(P_j) * f(d_{ij})$$

Mit: A_i Erreichbarkeit am Ausgangsort i
 $g(P_j)$ Potential am Zielort j
 $f(d_{ij})$ Widerstandsfunktion, wobei $f(d_{ij}) \begin{cases} 1 & \text{wenn } d_{ij} \leq \mu \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$

Die Widerstandsfunktion kann auch durch die Distanz, Reisekosten und Reisezeit ausgedrückt werden. In diesem Fall wird sie auch durch die Reisezeiten ausgedrückt. Ein unterschied bei dieser Widerstandsfunktion ist das die Bewertung in einem bestimmten Zeitfenster vorliegt. Somit wird eine Auswertung für zwei Fälle durchgeführt wobei einmal dargestellt werden soll welche Bereiche innerhalb von 30 Minuten erreichbar sind und welche innerhalb 60 Minuten erreichbar sind.

$$A_i = \sum_{j=0}^n FD * f(d_{ij})$$

Mit:

FD Funktionsdichte (EW+AP) /Fläche[km²]
 $f(d_{ij})$ Widerstandsfunktion, wobei $f(d_{ij}) \begin{cases} 1 & \text{wenn } d_{ij} \leq 30 \text{ Minuten} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$ und
 $f(d_{ij}) \begin{cases} 1 & \text{wenn } d_{ij} \leq 60 \text{ Minuten} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$

Diese Methode eignet sich eigentlich für Berechnungen wo ein Ziel bewertet werden soll und dadurch die Reisezeiten von den restlichen Orten zur den Ziel bekannt sind. Als Beispiel ist die Berechnung der Erreichbarkeit eines Flughafens. Prinzipiell könnte analysiert werden welche Gemeinden den Flughafen innerhalb einer bestimmten Zeit erreichen können.

In der folgenden Abbildung wird die Reisezeit für beide Fälle dargestellt und die dazugehörige Erreichbarkeit berechnet. Jedoch sagt diese Berechnung nicht viel aus, da so eine Art von Erreichbarkeitsindikatoren nicht relevant für diese Arbeit ist.

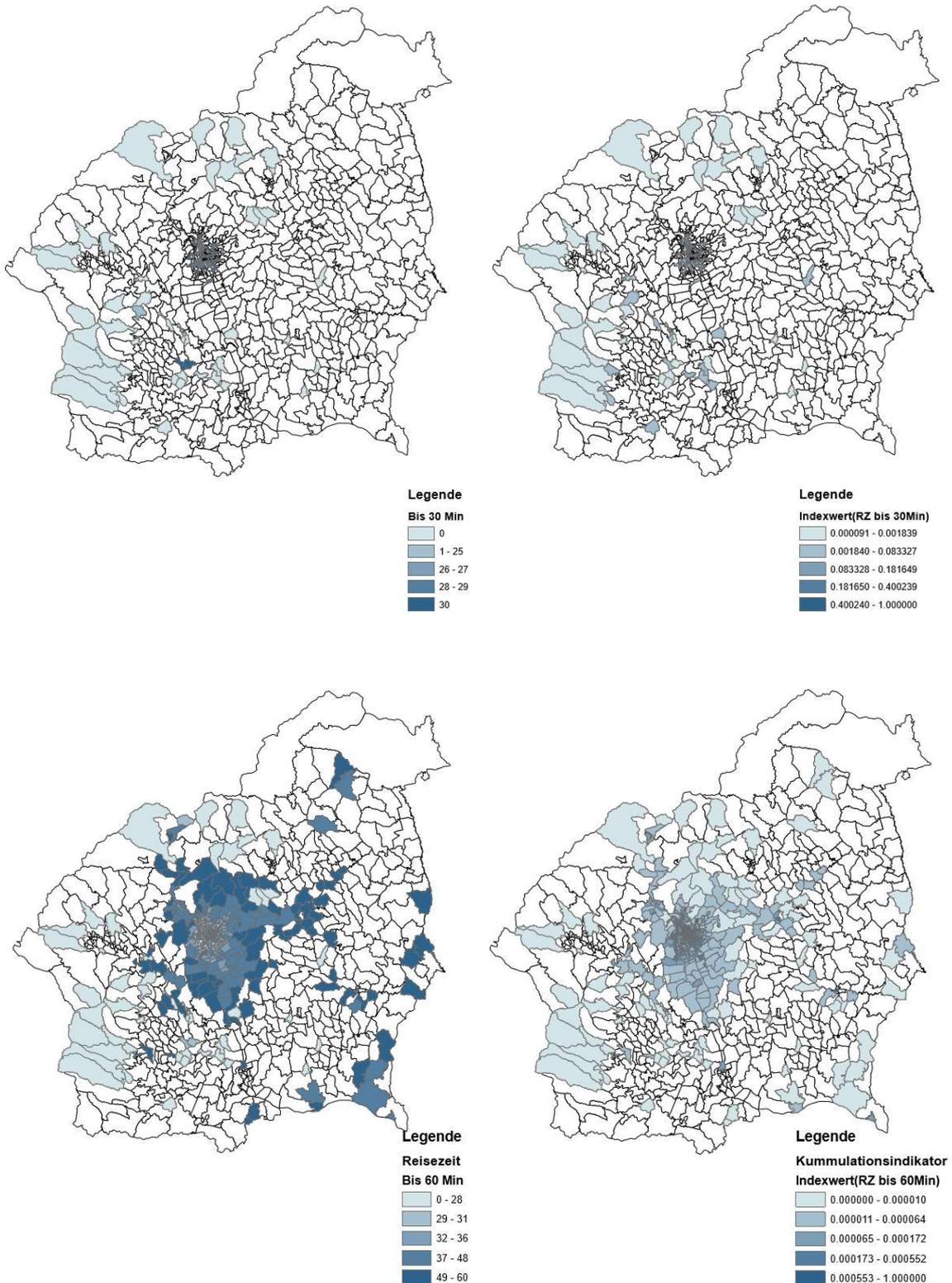


Abbildung 52: Reisezeiten und dazugehörige Kummulationsindikatoren

In der Abbildung (52) ist sehr gut sichtbar das im ersten Fall wo die Grenze eine Reisezeit bis 30 Minuten hat, die Stadt Graz die beste Erreichbarkeit aufweist. In dem zweiten Fall wo die Reisezeit bis zur 60 Minuten ist war es nicht mehr der Fall das die Erreichbarkeit nur in der Stadt gut ist sondern auch in der Graz Umgebung. Dies tritt aus dem Grund auf da die Funktionsdichte deutlich niedriger ist als in den städtischen Raum und somit das Ergebnis beeinflusst.

9.2 Ergebnisse der Berechnung

In diesen Abschnitt dieses Kapitels wird der gewählte Ansatz für die Erreichbarkeitsberechnung dargestellt und in den Zusammenhang der Erreichbarkeit für die südliche Steiermark berechnet. Nach der Erreichbarkeitsberechnung wird die Güteklassenbestimmung nach ÖROK für die südliche Steiermark durchgeführt. Trotz der zwei Berechnungen ist es nicht möglich so eine Aussage zur treffen wo ein Unterangebot bzw. Überangebot des ÖVs in Bezug auf die Funktionsdichte vorliegt. Somit wird auch die Methode entwickelt durch die so eine Aussage möglich ist. Anschließend wird die Methode für die zwei Szenarien angewendet und im Weiteren Verglichen. Nach der Gegenüberstellung der zwei Szenarien wird eine Detailuntersuchung für einen Bezirk mit Unterangebot und einem mit Überangebot des ÖVs durchgeführt.

9.2.1 Erreichbarkeitsberechnung

In der folgenden Tabelle werden Vorteile und Nachteile der unterschiedlichen Ansätzen aufgelistet um einen klaren Überblick von den zuvor genannten Ansätzen für die Erreichbarkeitsberechnung zu bekommen.

Tabelle 58:Gegenüberstellung der Erreichbarkeitsindikatoren

Methoden	Vorteile	Nachteile
Gravitationsindikatoren / Potenzialindikatoren	Bessere Darstellung des Verkehrsverhaltens Einsatz in der Forschung	Aufwendiges kalibrieren der Parameter
Durchschnittsindikatoren /Standortindikatoren	Leicht Interpretierbar	Kein objektives Beurteilungskriterium
Kummulationsindikatoren/ Isochrone Indikatoren	Leichte Berechnung und Verständigung	Alle Möglichkeiten sind leicht Gewichtet
Nutzenindikatoren	Das Verhalten der Nutzer wird mitberücksichtigt (Wegekette)	Aufwendige Methode

Durch das Gegenüberstellen der Vorteile und Nachteile und auch durch die Daten die vorliegen ist die Wahl auf den Gravitationsindikatoren gefallen. Neben dessen das die Berechnung Aufwendig ist, wird diese Art von Indikatoren immer öfter Eingesetzt da sie auch bessere Ergebnisse als die restlichen Indikatoren liefert. Ein wesentlicher Grund war auch, dass die Methode schon in Österreich für das ÖV getestet wurde. Der Nutzenindikator wurde schon am Anfang ausgeschlossen da für diese Berechnung die unterschiedlichen Aktivitäten nicht relevant sind. Trotz dessen ist dieser Ansatz auch sehr Aufwendig. Der Kummulations- und Durchschnittsindikator werden auch nicht eingesetzt da sie Eigentlich für die Bewertung vom einen Standorts sind und somit für diese Arbeit nicht sinnvoll sind.

Da die Widerstandsfunktion des Gravitationsindicators drei unterschiedliche Formen annehmen kann, wurde in diesem Fall die negative exponentielle Funktion gewählt. Sie wurde aus dem Grund gewählt da im Gegensatz zu den anderen Formen in dem Fall das dividieren durch Null möglich ist, was sehr wichtig für diese Berechnung ist.

$$E_i = \sum_{j=0}^n g(P_j) * f(d_{ij})$$

wobei:

$$f(d_{ij}) = \exp(-\alpha d_{ij})$$

- Mit: E_i Erreichbarkeit am Ausgangsort i
 $g(P_j)$ Potenzial des Zielortes
 $f(d_{ij})$ Widerstandsfunktion, wobei d_{ij} ist die Distanz zwischen Ausgangsort i und Zielort j
 α Verhaltensparameter
 d_{ij} Distanz zwischen Ausgangsort i und Zielort j

Als das Potenzial des Zielorts wird die Funktionsdichte gewählt. Die Funktionsdichte setzt sich aus der Einwohnerzahl und der Anzahl der Arbeitsplätze bezogen auf Quadratkilometer zusammen.

$$Funktionsdichte = \frac{EW + AP}{A}$$

- Mit: EW Einwohner
 AP Arbeitsplätze
 A Fläche [km²]

Die Widerstandsfunktion wird durch die durchschnittliche Reisezeit ausgedrückt. Um den α -Wert abzuschätzen wurde ein Histogramm der Reisezeitmatrix dargestellt

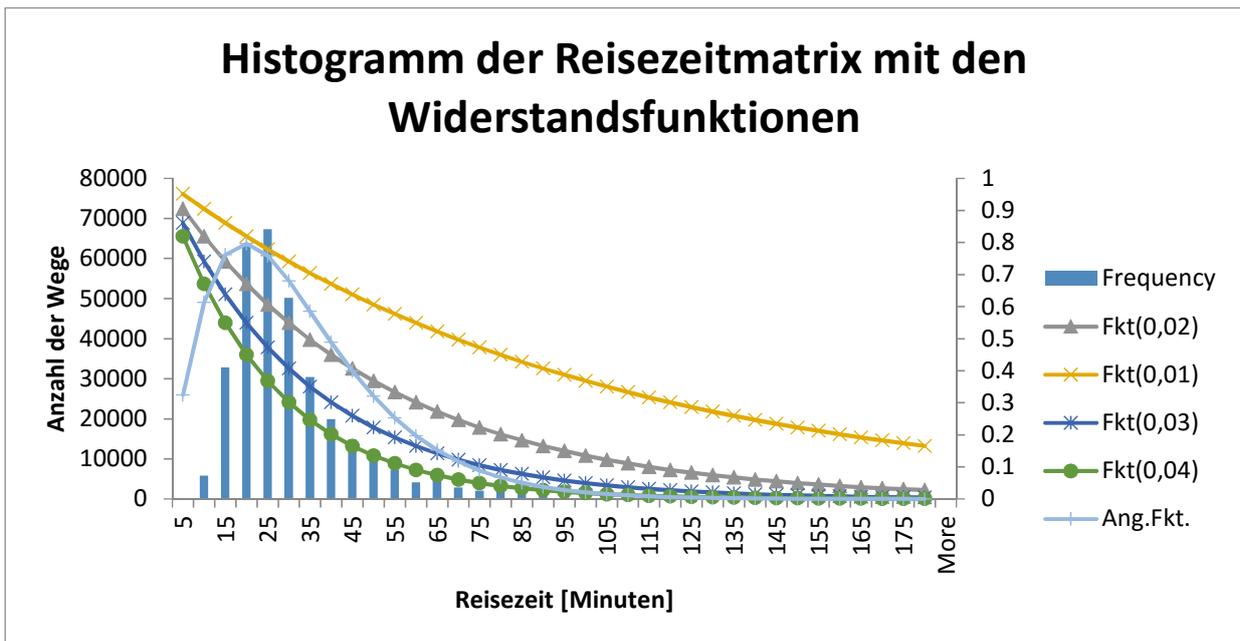


Abbildung 53: Angepasste Widerstandsfunktion

Aus dem Histogramm ist es ersichtlich das für die meisten Wege eine Zeit zwischen 20 und 30 Minuten erforderlich ist. Der Anteil der Wege die unter 20 Minuten ist, bzw. die über 1-Stunde ist, ist relativ niedrig bis fast nicht vorhanden. Der Grund dafür ist das die Wege die unter 20 Minuten liegen zu Fuß oder mit einem Fahrrad bewältigt werden können, bzw. die Wege die über 1-Stunde sind mit einem MIV bewältigt werden.

In dem Histogramm sind auch unterschiedliche Widerstandsfunktionen dargestellt. Wenn man die exponentielle Funktion anschaut ist sehr gut sichtlich dass den Reisezeit bis zur 20 Minuten eine hohe Bedeutung zugewiesen wurde. Nach der exponentiellen Funktion bestehen über 70000 Wege die unter 10 Minuten bewältigt werden. Um jedoch den realen Verlauf abzubilden wurde diese Funktion angepasst. Die angepasste Funktion ist in der Abbildung (54) dargestellt worden.

Für die weitere Berechnung wird die angepasste Funktion verwendet die folgende Form hat:

$$f(d_{ij})=0.045 \cdot RZ^{1.46} \cdot \text{EXP}(-0.075 \cdot RZ)$$

$f(d_{ij})$ Widerstandsfunktion, wobei d_{ij} ist die Distanz zwischen Ausgangsort i und Zielort j

RZ Reisezeit in Minuten

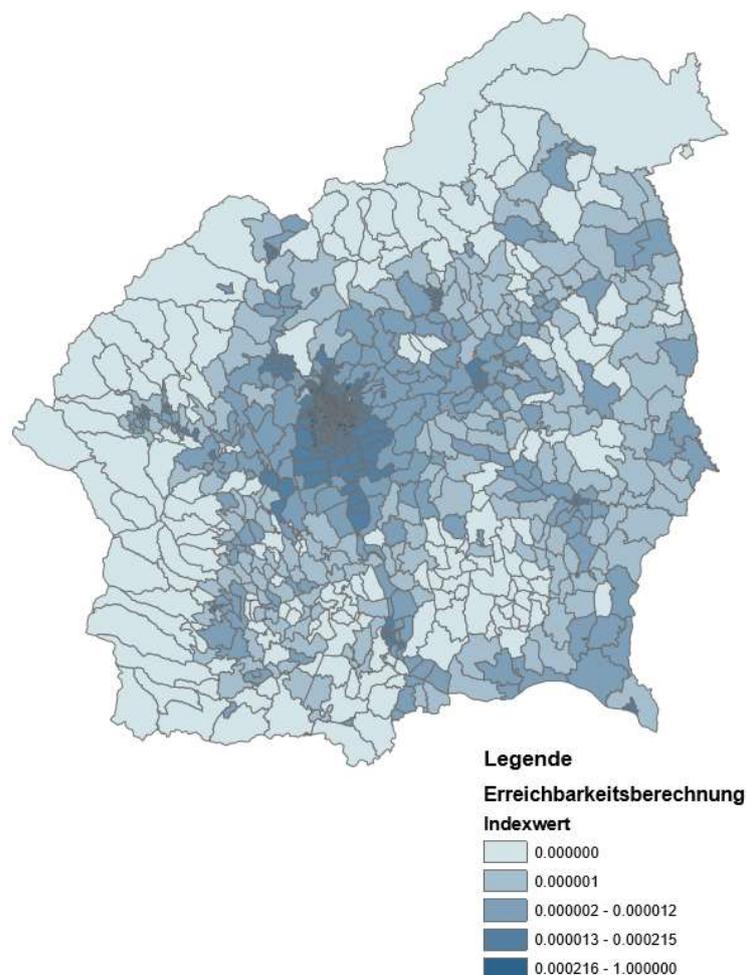


Abbildung 54: Erreichbarkeitsberechnung mit der angepassten Widerstandsfunktion

9.2.2 Güteklassenbestimmung für die südliche Steiermark nach ÖROK

Um einen kurzen Überblick über die Güteklassen in der südlichen Steiermark darzustellen wird in diesem Kapitel anhand der Methode der ÖROK die Analyse durchgeführt. Für die Daten Darstellung und Klassifizierung wird die Vorgehensweise wie aus dem ÖROK Bericht verwendet (siehe Kapitel 5). Als erstes werden die Haltestellen nach der Bedienungsqualität klassifiziert und in Haltestellenkategorien dargestellt. Dies erfolgt durch die Anzahl von Abfahrten bzw. Kursintervalle, Zahl der Abfahrten nach Zielen und durch die Untersuchung nach der ÖV Anbindung (Bahnknoten, Bahnlinien, Busknoten, Buslinien, städtisches Verkehrsmittel). Da die Bedienungshäufigkeit nicht im Takt angegeben wurde sondern als Anzahl der Verbindungen über den Tag wurde sie umgerechnet. Die Umrechnung erfolgte durch eine Annahme dass der ÖV am Tag ca. 14 Stunden verkehrt. Nach der Umrechnung wurde eine Recherche über die bestehenden Intervalle durchgeführt um mögliche Fehler auszuschließen. Ein Vergleich mit den Werten der Verbundlinien hat fast die gleichen Ergebnisse festgestellt.

Tabelle 59: Kursintervalle in Abhängigkeit der Verkehrsmittelkategorie nach ÖROK

Durchschnittliches Kursintervall aus der Summe aller Abfahrten pro Richtung	Verkehrsmittelkategorie der Haltestelle nach höchstrangigem Verkehrsmittel		
	Fernverkehr REX	S-Bahn	Straßenbahn, Bus
< 5 min	I	I	II
5 ≤ x ≤ 10 min	I	II	III
10 < x < 20 min	II	III	IV
20 ≤ x ≤ 40min	III	IV	V
40 ≤ x ≤ 60 min	IV	VI	VI
60 < x ≤ 120 min	V	VI	VII
120 < x ≤ 210 min		VII	VIII
> 210 min			

Der zweite Schritt ist die Klassifizierung der Haltestellen nach der fußläufigen Erreichbarkeit. Da die fußläufige Erreichbarkeit in Minuten bereitgestellt wurde, war hier auch eine Umrechnung notwendig. Die Umrechnung erfolgte anhand folgenden Annahmen.

Tabelle 60: Umrechnung der Zugangszeiten

Distanz zur Haltestellen in Meter	Zugangszeit in Minuten
≤ 300 m	5 Min
301 – 500 m	7 Min
501 – 750 m	11 Min
751-1000 m	15 Min
1001-1250 m	18 Min
> 1250m	> 18Min

In den nächsten Schritt erfolgte die Koppelung von den Haltestellenkategorien mit der Haltestellenerreichbarkeit und ergab so die sieben Güteklassen.

Tabelle 61: Haltestellenkategorie nach ÖROK

Haltestellenkategorie	Distanz zur Haltestelle				
	≤ 300 m	301 – 500 m	500 – 750 m	751 – 1000 m	1001 – 1250 m
I	A	A	B	C	D
II	A	B	C	D	E
III	B	C	D	E	F
IV	C	D	E	F	G
V	D	E	F	G	G
VI	E	F	G		
VII	F	G	G		
VIII	G	G			

Tabelle 62: Güteklassen nach ÖROK

GÜTEKLASSE	QUALITÄTSBESCHREIBUNG	RÄUMLICHEZUORDNUNG
A	Höchstrangige ÖV-Erschließung	Städtisch
B	Hochrangige ÖV-Erschließung	Städtisch
C	Sehr gute ÖV-Erschließung	städtisch/ländlich, ÖV-Achse, ÖV-Knoten
D	Gute ÖV-Erschließung	städtisch/ländlich, ÖV-Achse, ÖV-Knoten
E	Sehr gute Basiserschließung	Ländlich
F	Gute Basiserschließung	Ländlich
G	Basiserschließung	Ländlich

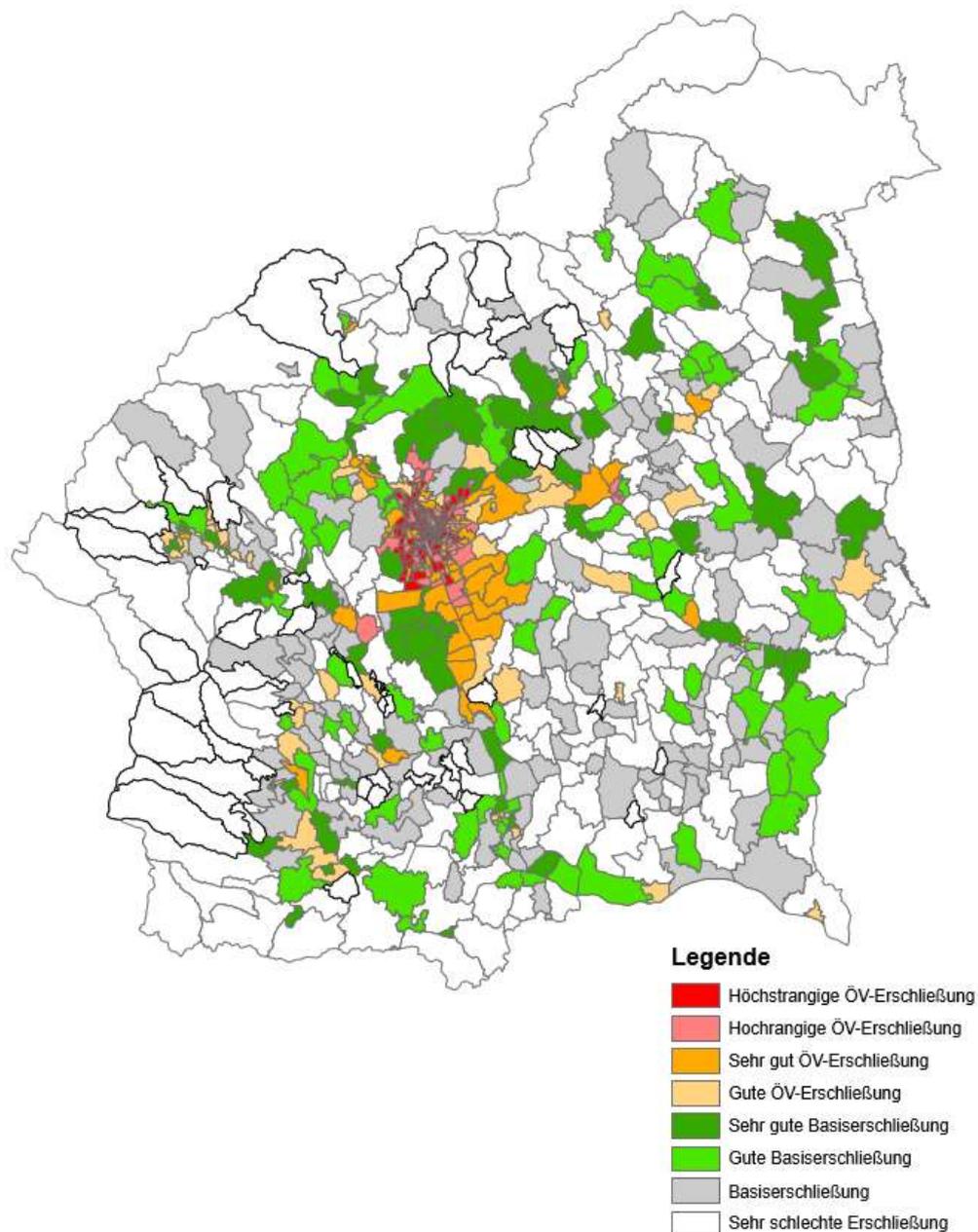


Abbildung 55: Dargestellte Güteklassen für die südliche Steiermark nach ÖROK

Tabelle 63: Anteil der Güteklassen für die südliche Steiermark

GÜTEKLASSE	QUALITÄTSBESCHREIBUNG	Prozentueller Anteil
A	Höchstrangige ÖV-Erschließung	0,58%
B	Hochrangige ÖV-Erschließung	0,70%
C	Sehr gute ÖV-Erschließung	2,61%
D	Gute ÖV-Erschließung	2,73%
E	Sehr gute Basiserschließung	6,45%
F	Gute Basiserschließung	9,80%
G	Basiserschließung	16,89%
	Sehr schlechte Erschließung	60,23%

Laut der Methode von ÖROK die an der südlichen Steiermark angewendet wurde sind ca. 60,23% der Flächen mit einer Takthäufigkeit über 210 Minuten oder mit einer fußläufigen Erreichbarkeit der Haltestellen über 1250 m. Somit ist mehr als die Hälfte der südlichen Steiermark schlecht mit dem ÖV Erschließen. Sehr gut sichtlich sind die Bereiche in dem städtischen Gebiet wo die fußläufige Erreichbarkeit bis zur 500 m beträgt was ca. 7 Minuten entspricht. Das sind eigentlich die Bereiche wo die Straßenbahn durchfährt. In den ländlichen Raum bestehen auch solche Bereiche mit einer Erreichbarkeit bis zur 7 Minuten die sich eigentlich in der Nähe der S-Bahn befinden. Der Bezirk mit der schlechtesten Verbindung ist Voitsberg und Bereiche zwischen Leibniz und Feldbach.

9.2.3 Methode für die Analyse des Verkehrsangebots und Verkehrsnachfrage

Da durch die Erreichbarkeitsberechnung und die Güteklassenbestimmung keine Aussage getroffen werden kann, wo ein Überangebot bzw. Unterangebot des ÖVs in Bezug auf die Funktionsdichte vorliegt wird im weiteren eine Methode entwickelt die das ermöglicht. Als Verkehrsnachfrage wird die Funktionsdichte eingesetzt die sich aus der Summe der Einwohner und Arbeitsplätze bezogen auf Quadratkilometer ergibt. Da keine Rasterdaten vorliegen war das miteinbeziehen der Fläche sehr wichtig.

$$\text{Funktionsdichte} = \frac{EW + AP}{A}$$

Mit: EW Einwohner
 AP Arbeitsplätze
 A Fläche [km²]

Die Funktionsdichte wird in fünf Klassen klassifiziert. Die Klasse A stellt die größte Klasse dar wobei die Klasse E die niedrigste. Da für die Klassenbildung keine Vorgaben bzw. Standards bestehen wurden sie logarithmisch und feiner Verteilt. Die logarithmische und feinere Verteilung hat jedoch einen Nachteil, dass die meisten Bezirke dadurch betroffen werden und bei einer Vergrößerung bzw. Verkleinerung der Klassen schön ihre Klassen ändern. Somit hat die Klassenbildung der Funktionsdichte den größten Einfluss auf das Ergebnis. Ein Vergleich zwischen einer gröberen und feineren Aufteilung ist in Kapitel 7 dargestellt worden.

Tabelle 64: Klassen der Funktionsdichte

Funktionsdichte (EW+AP)/km ²	Klassen
A	>800
B	800
C	400
D	200
E	100

Neben der Funktionsdichte ist auch das Verkehrsangebot erforderlich um die Analyse durchzuführen. Für das Verkehrsangebot wird die Abkürzung LOS verwendet die auch das Leistungsniveau bezeichnet.

Bei der Auswertung des LOS wird die durchschnittliche Reisezeit und die durchschnittliche Bedienungshäufigkeit verwendet. Der Grund weshalb die zwei Kenngrößen verwendet werden ist der das nicht nur die Reisezeit bei der Wahl des Verkehrsmittels einen Einfluss hat sondern auch wie oft man ein Verkehrsmittel benutzen kann. Unter der Reisezeit wird nicht nur die Reisezeit des fahrenden Fahrzeugs verstanden sondern auch die Zugangszeiten, Umsteigehäufigkeiten, Wartezeiten und die Fahrzeiten. Die Reisezeit wird durch die Widerstandsfunktion ausgedrückt die somit den realen Aufwand darstellt dem man braucht um ein Ziel zu erreichen.

Somit wird der LOS durch folgende Formel ausgedrückt:

$$LOS = Bed * f(dij)$$

Mit:

LOS Level of Service – Leistungsniveau

Bed Bedienungshäufigkeit

A Fläche (km²)

f(dij) Widerstandsfunktion ausgedrückt durch die Reisezeit

Der LOS wird auch in fünf Klassen klassifiziert wobei die Klasse A das höchste Leistungsniveau darstellt und die Klasse E den niedrigsten.

Tabelle 65: LOS Klassen

LOS	Klassen	Beispiel
A	>63,40	<20 Min Reisezeit und ≤10 Min Takt
B	63,40	40 Min Reisezeit und 20 Min Takt
C	20,40	60 Min Reisezeit und 40 Min Takt
D	5,40	120 Min Reisezeit und 60 Min Takt
E	0,09	120 Min Reisezeit und >60 Min Takt

Durch die Überlagerung der Klassen von der Funktionsdichte und dem LOS werden neue fünf Klassen gebildet durch die eine Aussage über das Überangebot bzw. Unterangebot des ÖVs in Bezug auf die Funktionsdichte möglich ist.

Tabelle 66: Überlagerung der Klassen der Funktionsdichte und des LOS

Funktionsdichte	LOS				
	A	B	C	D	E
A					
B					
C					
D					
E					

Tabelle 67: Legende zu den überlagerten Klassen

Legende	
	Starker Erreichbarkeitsüberschuss des Övs in Bezug auf die Funktionsdichte
	Erreichbarkeitsüberschuss des Övs in Bezug auf die Funktionsdichte
	Gleichgewicht zwischen dem Verkehrsangebot und der Funktionsdichte
	Dichteüberschuss in Bezug auf das ÖV Angebot
	Starker Dichteüberschuss in Bezug auf das ÖV Angebot

9.2.4 Analyse Funktionsdichte - ÖV Erreichbarkeit 2016

Die Erreichbarkeitsberechnung für das erste Szenario d.h. für den Fahrplan 2016 und die Einwohneranzahl 2016 wurde Anhand der Methode aus Kapitel 9.2.3 durchgeführt.

Zuerst wird die Funktionsdichte nach Klassen klassifiziert. Die Funktionsdichte wurde folgend berechnet:

$$Funktionsdichte = \frac{EW+A}{A}$$

Mit: EW Einwohner
 AP Arbeitsplätze
 A Fläche [km²]

Die Klassenbildung wurde logarithmisch durchgeführt (Tabelle 68 rote Spalte). Um jedoch die Sensitivität der Klassen zur Untersuchen wurde eine Verringerung und Vergrößerung der Klassen um 25% vorgenommen. Durch die Verringerung bzw. Vergrößerung werden die Bezirke dargestellt auf die die Klassenbildung der Funktionsdichte den größten Einfluss hat.

Tabelle 68: Klassenvariation der Funktionsdichte

Funktionsdichte	-25%	Klassen (0)	+25%
A	>700	>800	>900
B	700	800	900
C	350	400	450
D	175	200	225
E	75	100	125

In dem folgenden Histogramm ist die Funktionsdichte für das Jahr 2016 dargestellt. Durch das Histogramm ist die Gegenüberstellung der Klassen sehr gut ersichtlich.

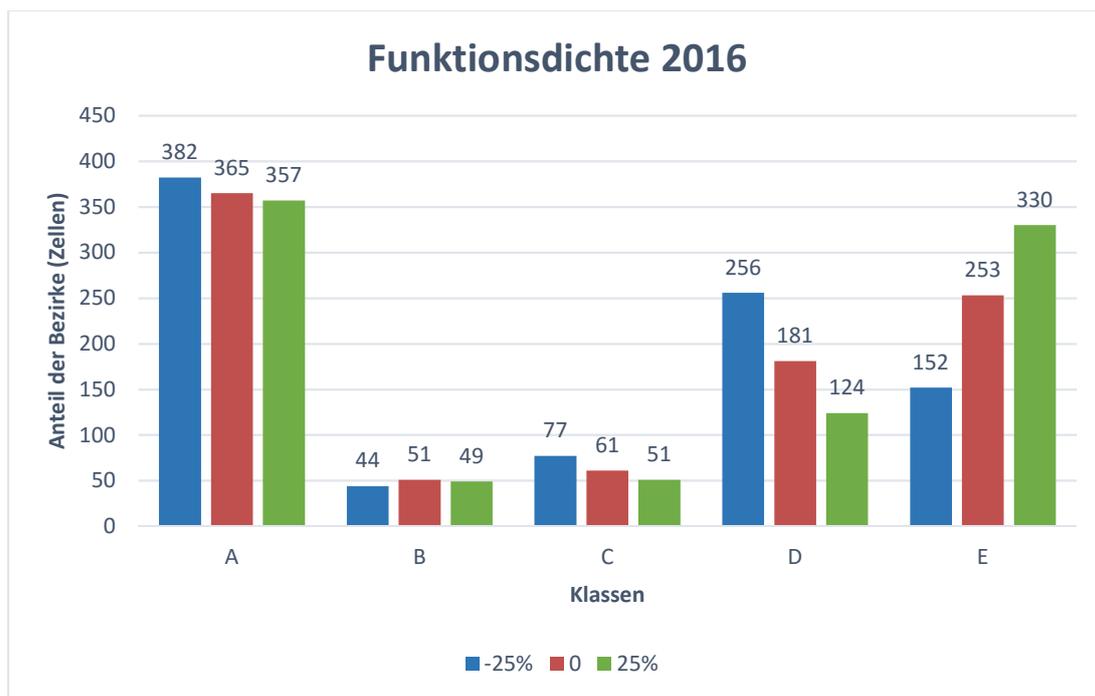


Abbildung 56: Anteil der Verkehrszellen nach der Klassenvariation der Funktionsdichte

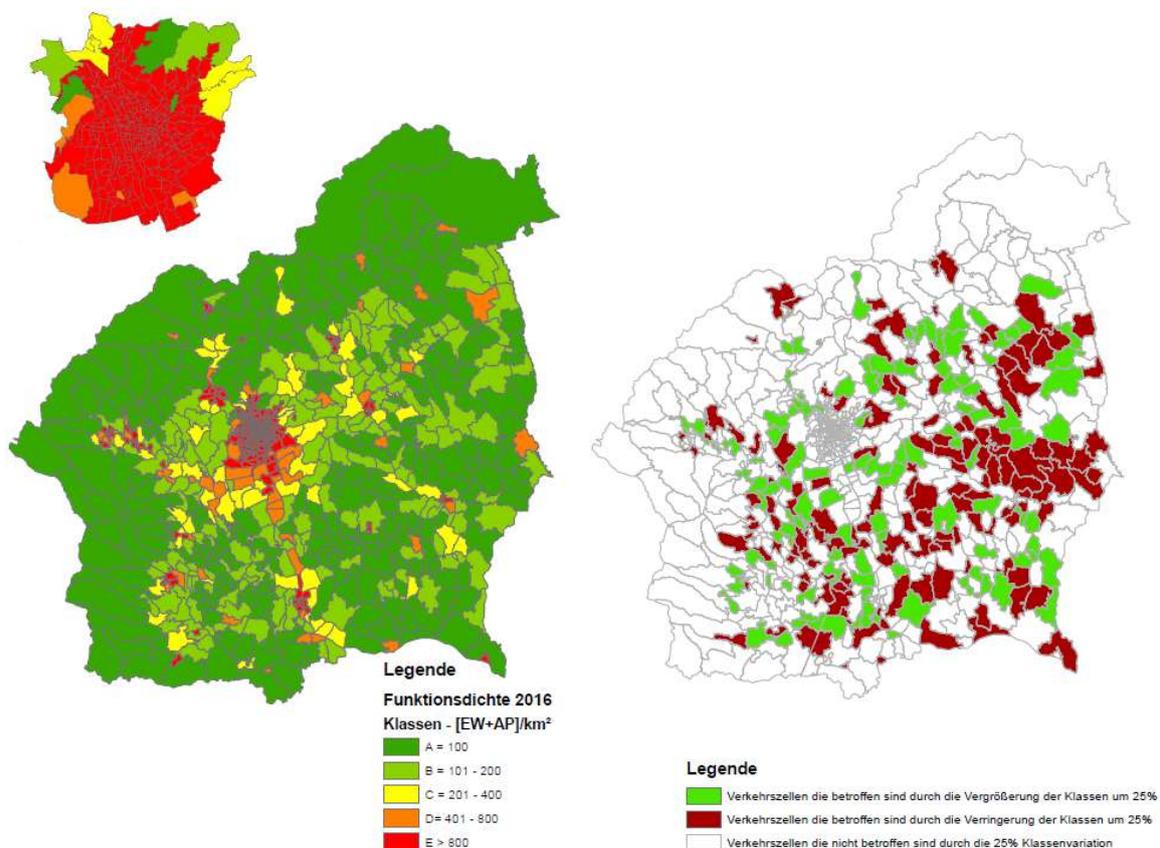


Abbildung 57: Klassifizierte Funktionsdichte (links) und die betroffene Verkehrszellen bei der Klassenvariation der Funktionsdichte für das Jahr 2016 (rechts)

Das Leistungsniveau wurde folgend Ausgedruckt:

$$LOS = Bed * f(d_{ij})$$

Mit:

LOS Level of Service – Leistungsniveau

Bed Bedienungshäufigkeit

f(d_{ij}) Widerstandsfunktion ausgedruckt durch die Reisezeit

Wie für die Funktionsdichte werden auch die Klassen des Leistungsniveaus auf die Sensitivität der Klassen geprüft. Hier werden die Klassen auch Verringert bzw. Vergrößert um 25%.

Tabelle 69: Klassenvariation des LOS

Klassen	-25%	Klassen(0)	+25%
A	>52,65	>63,4	>74,15
B	52,65	63,4	74,15
C	16,65	20,4	24,15
D	4,07	5,40	6,73
E	0,07	0,09	0,11



Abbildung 58: Anteil der Verkehrszellen nach der Klassenvariation des LOS

In dem Histogramm des LOS ist sehr gut sichtbar das eine Vergrößerung bzw. Verringerung der Klassen kein so großer Einfluss auf das Ergebnis hat.

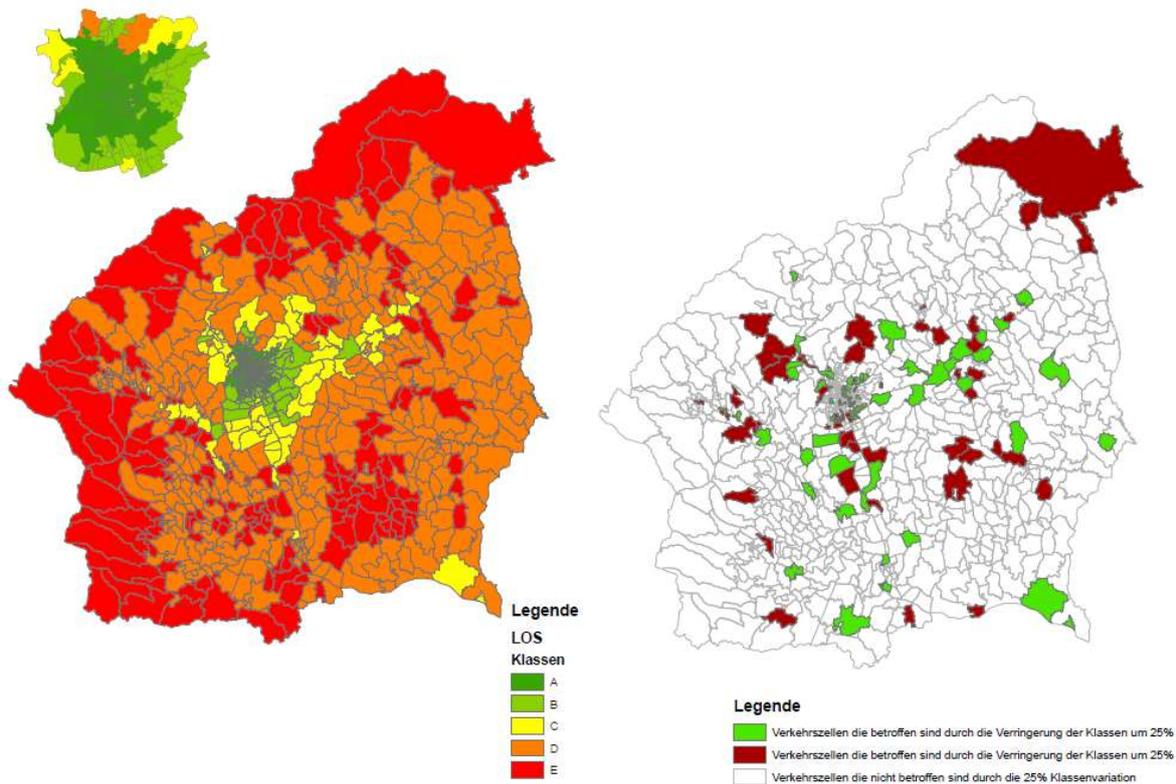


Abbildung 59: Klassifizierter LOS (links) und die betroffenen Verkehrszellen durch die Klassenvariation des LOS (rechts)

Nach der Darstellung der Funktionsdichte und des Leistungsniveaus werden die zwei Klassen überlagert. Die Überlagerung erfolgt wie in der Tabelle 70 dargestellt.

Tabelle 70: Überlagerung der Klassen Funktionsdichte und LOS

Funktionsdichte	LOS				
	A	B	C	D	E
A					
B					
C					
D					
E					

Tabelle 71: Legende zur den überlagerten Klassen

Legende	
	Starker Erreichbarkeitsüberschuss des Övs in Bezug auf die Funktionsdichte
	Erreichbarkeitsüberschuss des Övs in Bezug auf die Funktionsdichte
	Gleichgewicht zwischen dem Verkehrsangebot und der Funktionsdichte
	Dichteüberschuss in Bezug auf das ÖV Angebot
	Starker Dichteüberschuss in Bezug auf das ÖV Angebot

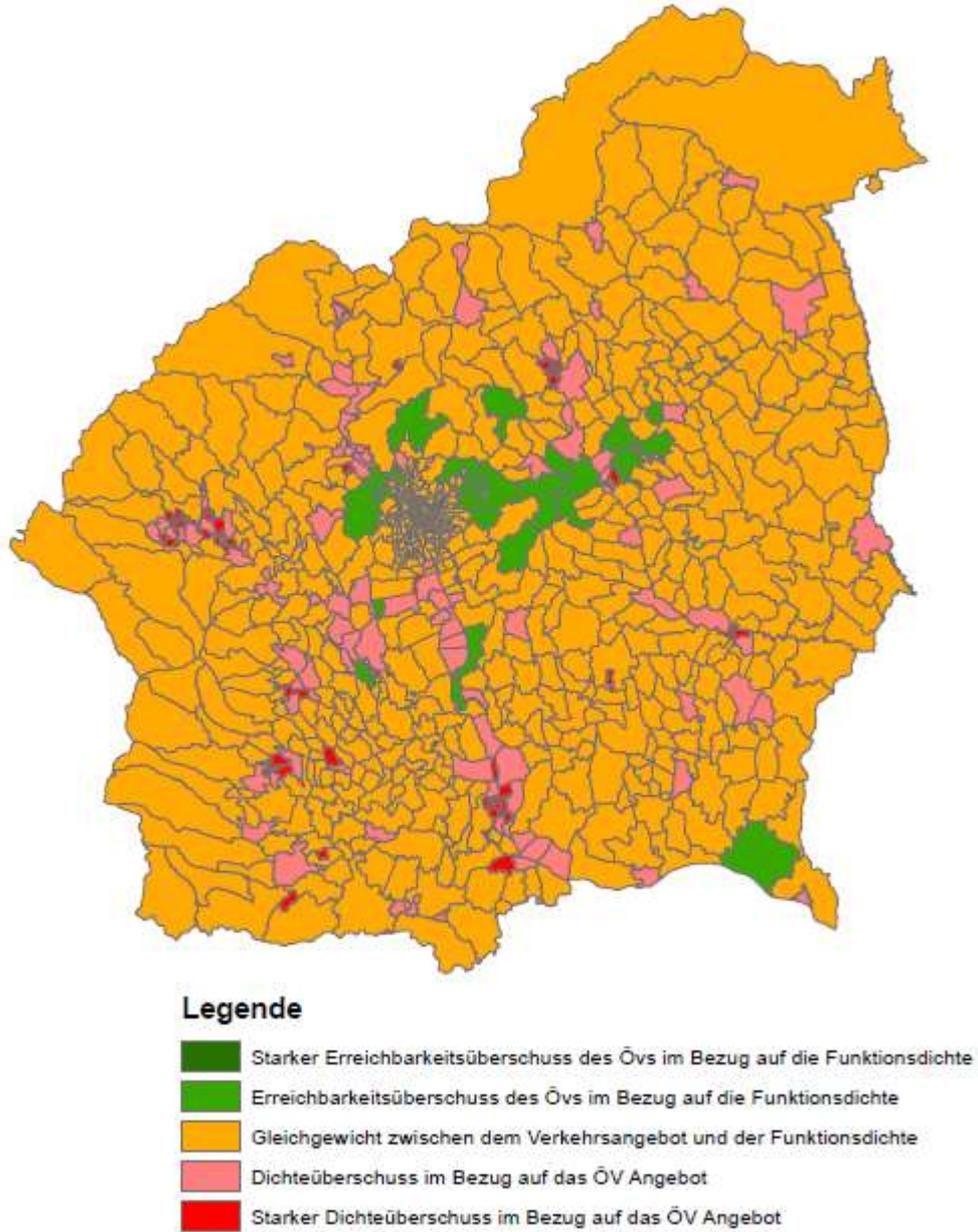


Abbildung 60: Luptai an der südlichen Steiermark für das Jahr 2016

In der Abbildung 60 ist das Ergebnis der Analyse für das Jahr 2016 dargestellt worden. Um einen klaren Vergleich zur haben werden in der folgenden Tabelle auch die prozentuellen Anteile der Flächen zur den zugehörigen Klassen dargestellt.

Tabelle 72: Anteil der Fläche nach den LUPTAI Klassen für das Jahr 2016

Funktionsdichte	LOS				
	A	B	C	D	E
A	0,8%	0,7%	0,4%	0,7%	0,01%
B	0%	0,7%	0,9%	1,7%	0,1%
C	0,04%	0,4%	1,8%	3,3%	0,7%
D	0%	0,3%	2,1%	16,5%	4,4%
E	0%	0,01%	0,9%	25,7%	37,8%

Von der Gesamtfläche von ca.6817 km² sind ca. 7,81 % Flächen mit einem Unterangebot des ÖVs wobei ca. 3,75% der Flächen ein Überangebot des ÖVs in Bezug auf die Funktionsdichte besitzen. Die restlichen ca. 88,44% Fläche haben ein Gleichgewicht des ÖV Verkehrsangebots und der Funktionsdichte.

Um einen Vergleich der Bezirke darzustellen werden in der folgenden Tabelle die Anteile der Klassen auf die Bezirksgröße dargestellt.

Tabelle 73: Legende zur den überlagerten Klassen

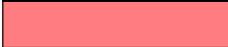
Legende	
	Starker Erreichbarkeitsüberschuss des Övs in Bezug auf die Funktionsdichte
	Erreichbarkeitsüberschuss des Övs in Bezug auf die Funktionsdichte
	Gleichgewicht zwischen dem Verkehrsangebot und der Funktionsdichte
	Dichteüberschuss in Bezug auf das ÖV Angebot
	Starker Dichteüberschuss in Bezug auf das ÖV Angebot

Tabelle 74: Anteil der Flächen nach Luptai und Bezirk

Klassen					
Bezirke					
Graz	0,03%	2,25%	88,90%	0,34%	0%
Graz Umgebung	0%	12,05%	77,66%	9,95%	0,34%
Deutschlandsberg	0%	0,45%	90,29%	7,60%	1,66%
Voitsberg	0%	0%	93,67%	4,48%	1,85%
Weiz	0%	4,66%	87,72%	6,98%	0,63%
Leibnitz	0%	0,53%	85,28%	12,07%	2,11%
Feldbach	0%	3,63%	90,42%	5,55%	0,40%
Hartberg Fürstenfeld	0%	0%	96,22%	3,78%	0%

Durch den Vergleich der Bezirke ist ersichtlich dass nur Graz einen starken Erreichbarkeitsüberschuss von 0,03% der Grazer Fläche hat. Die restlichen Bezirke weisen keinen starken Erreichbarkeitsüberschuss. Der Bezirk Hartberg Fürstenfeld und Voitsberg sind die einzigen Bezirke die kein Erreichbarkeitsüberschuss in Bezug auf die Funktionsdichte haben. Graz und der Bezirk Hartberg Fürstenfeld sind auch die einzigen Bezirke die keinen starken Dichteüberschuss aufweisen. Den größten Dichteüberschuss hat der Bezirk Leibnitz. Bei dem Vergleich weist sich der Bezirk Hartberg Fürstenfeld am besten aus da die meiste Fläche im Gleichgewicht ist.

Da die Funktionsdichte den größten Einfluss auf das Ergebnis hat werden im folgenden einige Varianten dargestellt die sich aus den unterschiedlichen Klassen der Funktionsdichte ergeben.

Für das LOS werden immer die gleichen Klassen eingesetzt. Unter den Namen Hauptvariante wird die zuvor berechnete Variante gemeint die auch für die weitere Berechnung relevant ist.

In der folgenden Tabelle werden neue vier Varianten der Hauptvariante gegenübergestellt.

Tabelle 75: Klassen der Varianten

Klassen	Varianten - Funktionsdichte				
	Hauptvariante	1	2	3	4
A	>800	>5000	>2500	>1200	>900
B	800	5000	2500	1200	900
C	400	2500	1000	600	450
D	200	1000	500	300	225
E	100	500	250	150	125

Tabelle 76: Variantenvergleich nach Klassen

Starker Erreichbarkeitsüberschuss des Övs in Bezug auf die Funktionsdichte				
Hauptvariante	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
0%	1%	1%	0%	0%
Erreichbarkeitsüberschuss des Övs in Bezug auf die Funktionsdichte				
Hauptvariante	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
4%	7%	6%	5%	5%
Gleichgewicht zwischen dem Verkehrsangebot und der Funktionsdichte				
Hauptvariante	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
89%	91%	91%	90%	89%
Dichteüberschuss in Bezug auf das ÖV Angebot				
Hauptvariante	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
7	1%	2%	4%	5%
Starker Dichteüberschuss in Bezug auf das ÖV Angebot				
Hauptvariante	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
0%	0%	0%	0%	1%

Durch die tabellarische Darstellung der prozentualen Anteile der Varianten ist sehr gut sichtbar je feinerer die Klassen gebildet sind desto größer ist der Anteil der Verkehrszellen die einen Dichteüberschuss aufweisen. Je grober die Klassen sind desto größer ist der Anteil der Verkehrszellen mit einem Erreichbarkeitsüberschuss in Bezug auf die Funktionsdichte.

Neben den Tabellenvergleich sind die Unterschiede auch in der folgenden Abbildung sehr gut ersichtlich.

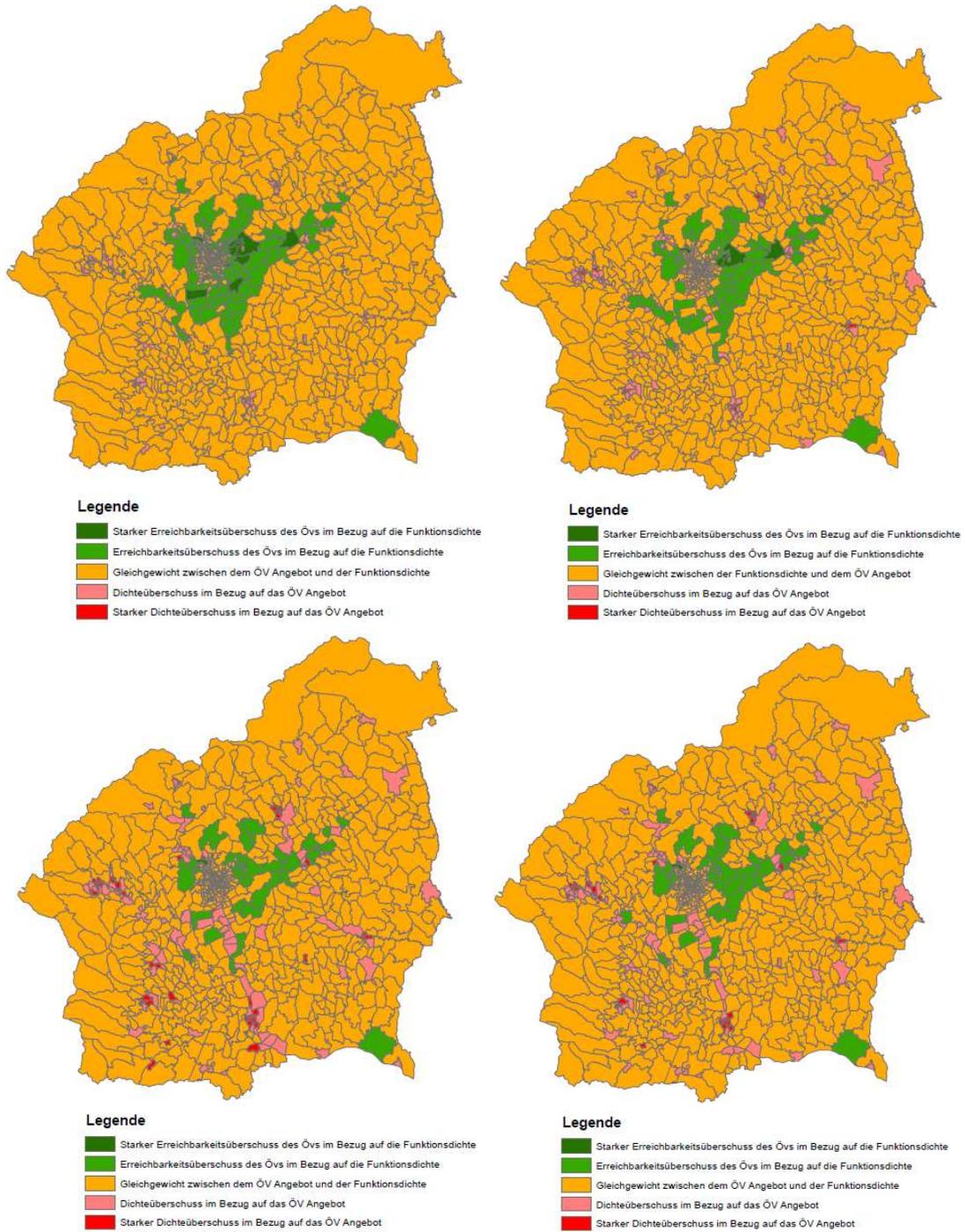


Abbildung 61: LUPTAI – Variantenvergleich (oben links Variante 1 bis unten rechts Variante 4)

9.2.5 Analyse Funktionsdichte – ÖV Erreichbarkeit 2030

Für das Prognosejahr wurde die Analyse und Berechnung wie für das Jahr 2016 durchgeführt.

Wie für das erste Szenario wurde in diesem Fall auch die Funktionsdichte in Klassen gegliedert und auch eine Verringerung und Vergrößerung der Klassen durchgeführt.

$$\text{Funktionsdichte} = \frac{EW + AP}{A}$$

Mit: EW Einwohner
 AP Arbeitsplätze
 A Fläche [km²]

Tabelle 77: Klassenvariation der Funktionsdichte

Funktionsdichte	-25%	Klassen	+25%
A	>700	>800	>900
B	700	800	900
C	350	400	450
D	175	200	225
E	75	100	125

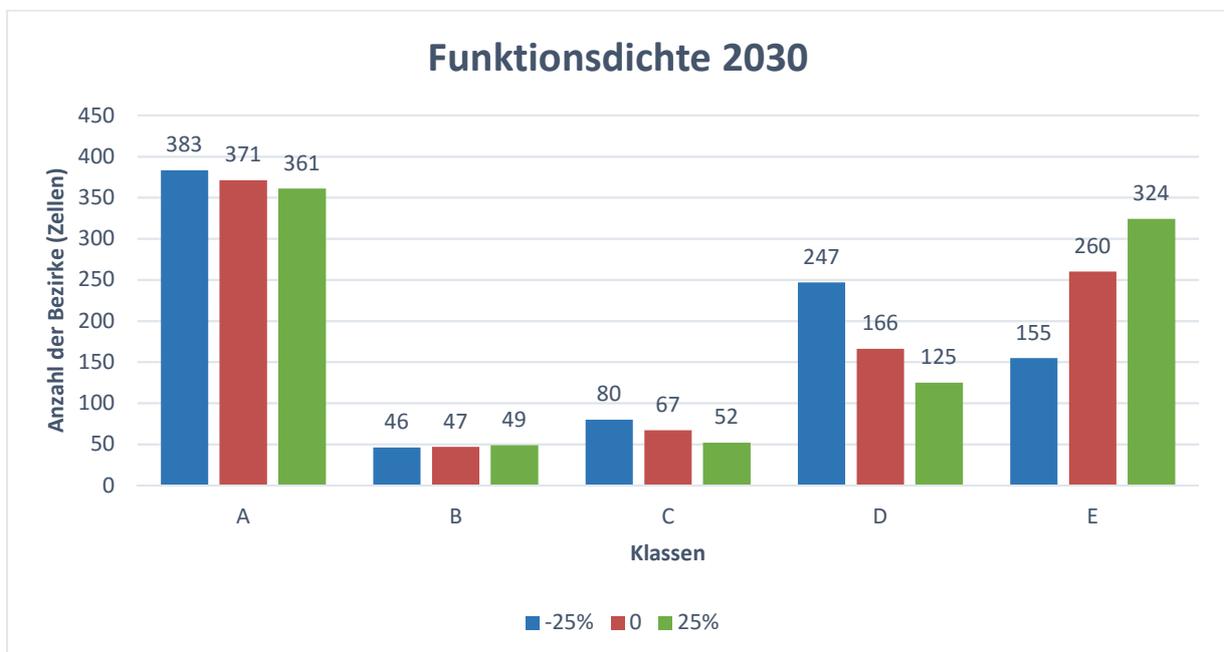


Abbildung 62: Anteil der Verkehrszellen nach der Klassenvariation der Funktionsdichte für das Jahr 2030

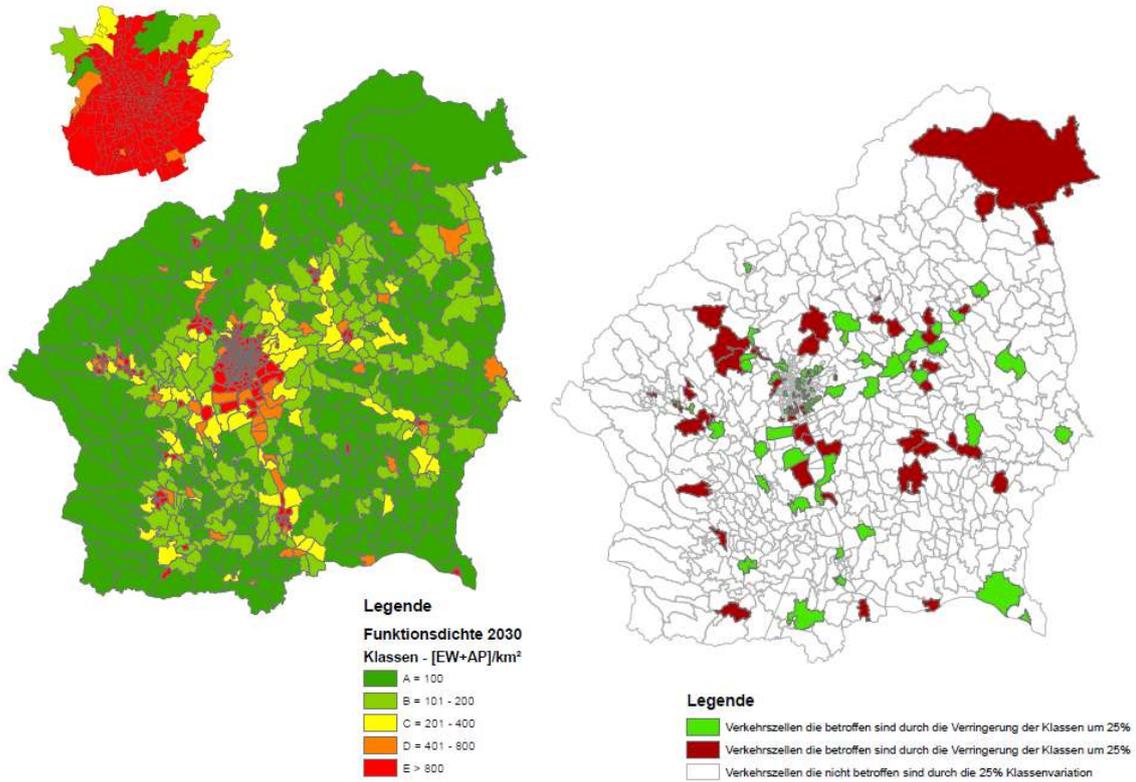


Abbildung 63: Klassifizierte Funktionsdichte (links) und betroffene Verkehrszellen durch die Klassenvariation der Funktionsdichte für das Jahr 2030 (rechts)

Das Leistungsniveau wird auch wie für das Szenario 1 berechnet. In diesen Fall ist das Leistungsniveau gleich wie für das erste Szenario da der Fahrplan für beide Fälle gleichgeblieben ist.

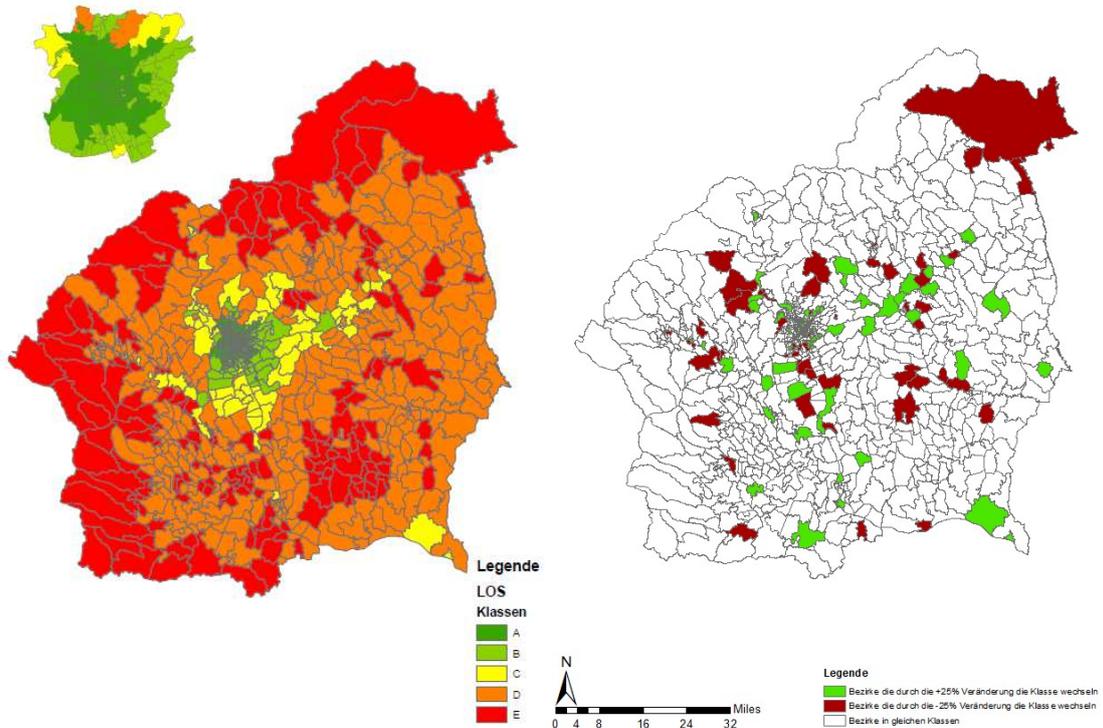


Abbildung 64: Klassifizierter LOS (links) und betroffene Bezirke durch die Klassenvariation (rechts)

Durch das Überlagern der Funktionsdichte und des Leistungsniveaus wurde folgendes Ergebnis für das Prognosejahr erzielt:

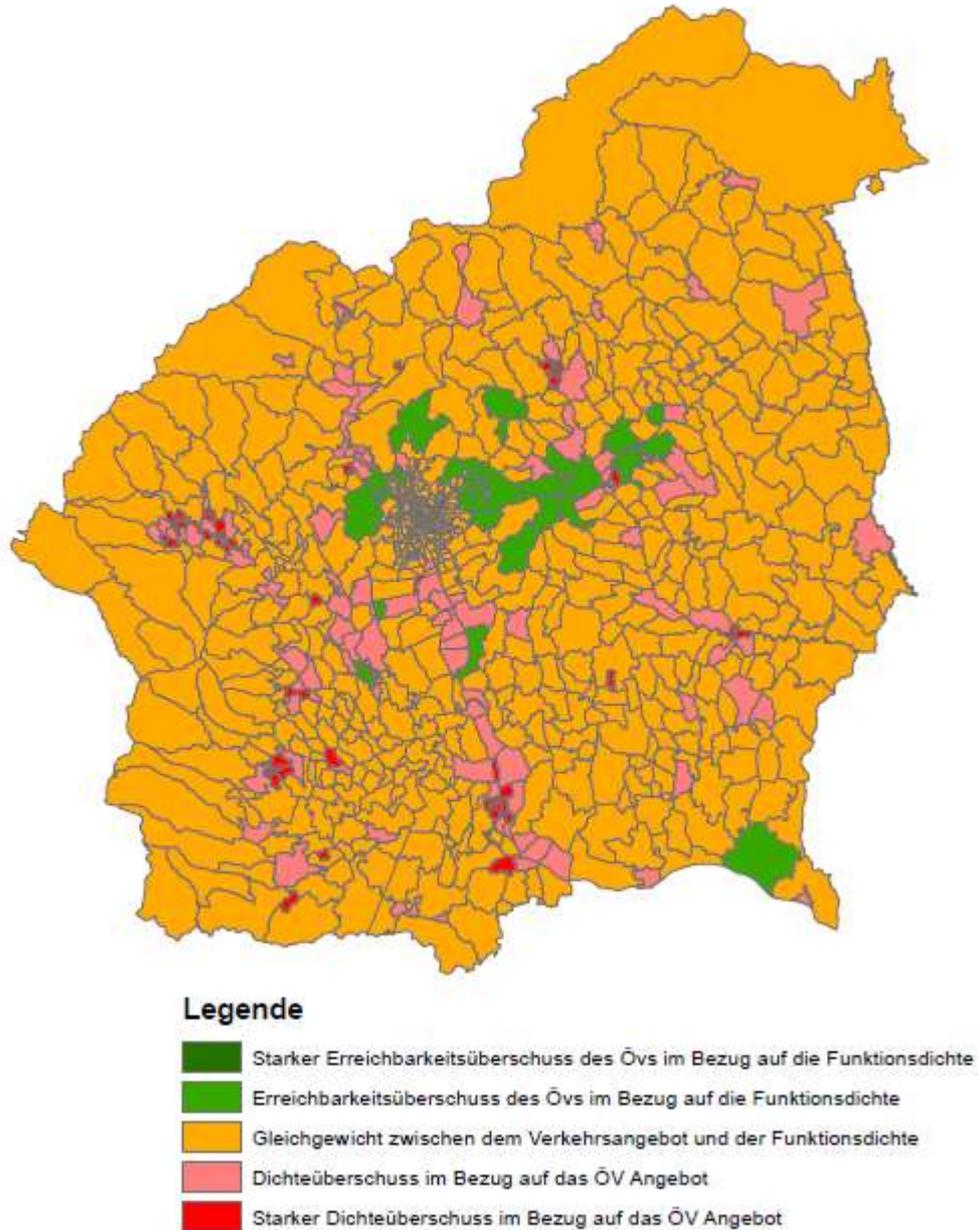


Abbildung 65: Luptai an der südlichen Steiermark für das Jahr 2030

Tabelle 78: Anteil der Fläche nach den LUPTAI Klassen für das Jahr 2030

Funktionsdichte	LOS				
	A	B	C	D	E
A	0,8%	1,02%	0,5%	0,7%	0,01%
B	0%	0,5%	0,9%	1,7%	0,1%
C	0,04%	0,6%	1,7%	3,6%	0,7%
D	0%	0%	2,1%	15,2%	3,8%
E	0%	0,04%	0,9%	26,63%	38,3%

Von der Gesamtfläche von ca. 6817 km² haben ca. 8,21% % der Fläche ein Unterangebot des ÖVs in Bezug auf die Funktionsdichte und ca. 3,68% der Fläche haben ein Überangebot des ÖVs in Bezug auf die Funktionsdichte. Somit sind 88,11% der Fläche in Gleichgewicht.

Um einen Überblick über die Einzelnen Bezirke darzustellen werden in der folgenden Tabelle die Flächenanteile je Klasse pro Bezirksgröße dargestellt.

Tabelle 79: Legende zur den überlagerten Klassen

Legende	
	Starker Erreichbarkeitsüberschuss des Övs in Bezug auf die Funktionsdichte
	Erreichbarkeitsüberschuss des Övs in Bezug auf die Funktionsdichte
	Gleichgewicht zwischen dem Verkehrsangebot und der Verkehrsnachfrage
	Dichteüberschuss in Bezug auf das ÖV Angebot
	Starker Dichteüberschuss in Bezug auf das ÖV Angebot

Tabelle 80: Anteil der Flächen nach Luptai und Bezirk für das Jahr 2030

Klassen					
Bezirke					
Graz	0,03%	2,25%	88,90%	0,34%	0%
Graz Umgebung	0%	12,05%	76,48%	11,12%	0,34%
Deutschlandsberg	0%	0,45%	90,01%	7,69%	1,84%
Voitsberg	0%	0%	93,82%	4,28%	1,91%
Weiz	0%	4,66%	86,01%	8,69%	0,63%
Leibnitz	0%	0%	85,27%	12,61%	2,11%
Feldbach	0%	3,63%	90,02%	5,95%	0,40%
Hartberg Fürstenfeld	0%	0%	96,22%	3,78%	0%

In diesem Szenario hat auch nur die Stadt Graz einen starken Erreichbarkeitsüberschuss des ÖVs in Bezug auf die Funktionsdichte. Überhaupt keinen Erreichbarkeitsüberschuss haben die Bezirke Voitsberg, Leibnitz und Hartberg Fürstenfeld. Der größte Erreichbarkeitsüberschuss hat das Bezirk Graz Umgebung. Den niedrigsten Dichteüberschuss hat die Stadt Graz und der Bezirk Hartberg Fürstenfeld. Den größten Dichteüberschuss weist der Bezirk Graz Umgebung und der Bezirk Weiz auf.

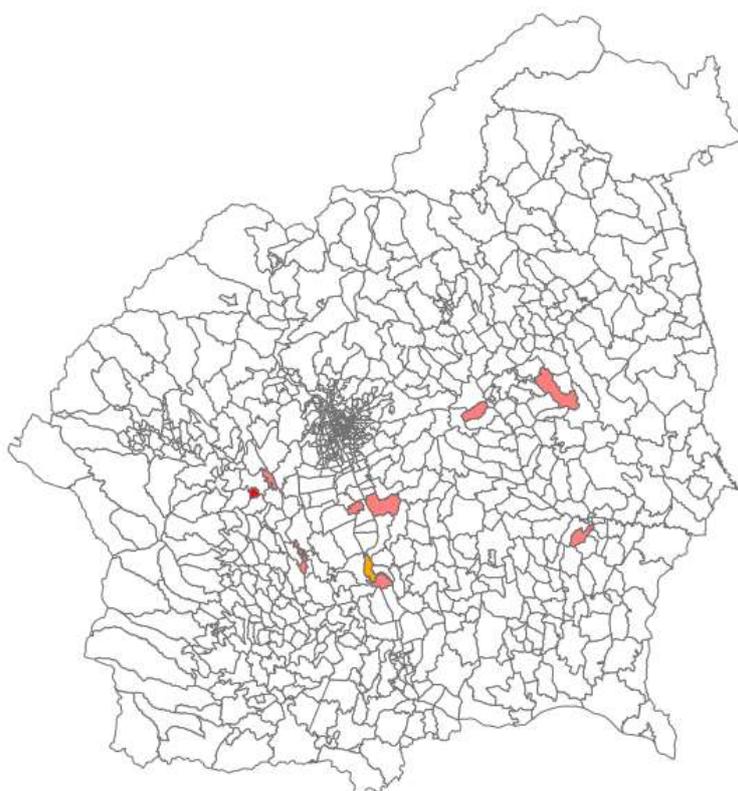
9.2.6 Vergleich 2016 – 2030

Nach der Berechnung und Darstellung der zwei Szenarien werden die Ergebnisse gegenübergestellt. Durch die Gegenüberstellung wird sehr gut sichtlich in welchen Bezirken ein Zuwachs der Funktionsdichte zur Veränderungen geführt hat und in welchen Bezirken noch Spielraum besteht.

In der folgenden Tabelle ist der prozentueller Anteil der Veränderungen dargestellt. Die Pluswert geben den prozentualen Zuwachs der Klassen an und die Minuswerte die Abnahme der Klassen.

Tabelle 81: Vergleich der zwei Szenarien

Klassen					
Bezirke					
Graz	0%	0%	0%	0%	0%
Graz Umgebung	0%	0%	-1,18%	+1,17%	0%
Deutschlandsberg	0%	0%	-0,28%	+0,09%	+0,18%
Voitsberg	0%	0%	+0,15%	-0,20%	+0,06%
Weiz	0%	0%	-1,71%	+1,71%	0%
Leibnitz	0%	-0,53%	-0,01%	+0,54%	0%
Feldbach	0%	0%	-0,40%	+0,40%	0%
Hartberg Fürstenfeld	0%	0%	0%	0%	0%



Legende

- Aus den Erreichbarkeitsüberschuss ins Gleichgewicht
- Aus Dichteüberschuss ins Starke Dichteüberschuss
- Aus den Gleichgewicht ins Dichteüberschuss

Abbildung 66: Gebiete die die Klasse durch den Zuwachs geändert haben

Der einzige Bezirk bei dem der Erreichbarkeitsüberschuss gemindert wird ist der Bezirk Leibnitz. Im Gegensatz zur den Erreichbarkeitsüberschuss steigt der Dichteüberschuss für die Bezirke Deutschlandsberg und Leibnitz.

Sehr gut steht der Bezirk Leibnitz da bei dem der Erreichbarkeitsüberschuss im Jahr 2030 überhaupt nicht vorliegt. In diesen Vergleich ist sehr gut ersichtlich das ein Zuwachs erfolgt bei dem der derzeitiger ÖV Angebot nicht ausreichend ist. Um ein Gleichgewicht zu schaffen sollte der ÖV Angebot für das Bezirk Leibnitz und Voitsberg vergrößert werden da die zwei Bezirke nur einen Dichteüberschuss haben. In der Graz Umgebung besteht ein Potenzial für die Nachverdichtung in den Bereich wo ein Erreichbarkeitsüberschuss vorliegt. Das Bezirk Hartberg-Fürstenfeld hat in dieser Analyse die besten Ergebnisse geliefert. Er hat den niedrigsten Anteil des Dichteüberschusses und keinen Erreichbarkeitsüberschuss.

9.2.7 Detailuntersuchung eines Gebietes

In diesem Abschnitt wurde eine Detailuntersuchung eines Gebietes der im beiden Fällen wie auch für das Jahr 2016 so auch für das Jahr 2030 ein Unterangebot bzw. ein Überangebot hat durchgeführt.

9.2.7.1 Unterangebot des ÖVs in Bezug auf die Funktionsdichte

Für die Detailuntersuchung des Gebietes der im beiden Fällen ein Unterangebot besitzt, wurde Unterpremmstätten gewählt. Unterpremmstätten gehört zu den Bezirk Graz Umgebung und ist nach der OECD Typologie die in Kapitel 2 durchgeführt wurde ein maßgeblich geprägtes ländliches Gebiet. Das ist auch einer den Grund weshalb diese Gemeinde gewählt wurde die trotz der Nähe zur des Landeshauptstadt Graz ein Unterangebot aufweist.

Laut den Daten aus dem Verkehrsmodell der vom Institut für Straßen- und Verkehrswesen zur Verfügung gestellten wurde hat diese Gemeinde folgende Daten:

Tabelle 82: Daten über die Gemeinde Unterpremmstätten

Zellnummer	562
Fläche	7,35 km ²
Einwohnerzahl	2298
EW/km ²	313
Arbeitsplätze	2848
AP/km ²	388
Funktionsdichte	700
Reisezeit	51 Min
Zugangszeit	15 Min
Bedienungshäufigkeit	46
LOS	14

Die Kenngrößen für diese Gemeinde fallen in die folgenden Klassen:

Tabelle 83: Klassen der Gemeinde Unterpremmstätten

Zugangszeiten	Güteklassen	Bedienungshäufigkeit	Funktionsdichte	LOS
D	E	C	B	C

Die durchschnittliche Zugangszeit in dieser Gemeinde ist ca. 15 Minuten was noch tolerierbar ist. Durch die Zugangszeiten wird auch die Bedienungshäufigkeit beeinflusst und fällt somit in die Klasse E die

eine sehr gute Basiserschließung darstellt. Die Funktionsdichte ist in diesem Fall sehr groß wobei das Leistungsniveau zwischen der dritten und vierten Klasse liegt und somit deutlich schlechter als die Funktionsdichte ist. Trotz einer Vergrößerung bzw. Verringerung der Klassen wurde dieses Gebiet wieder ein Unterangebot des ÖVs besitzen.

9.2.7.2 Überangebot des ÖVs in Bezug auf die Funktionsdichte

Für die Detailanalyse eines Bezirkes mit Überangebot des ÖVs in beiden Szenarien wird die Zelle Halbenrein gewählt. Halbenrein gehört zur den Bezirk Feldbach der laut der ÖECD Typologie ein überwiegend ländliches Gebiet ist. Laut den Daten aus dem Verkehrsmodell der vom Institut für Straßen- und Verkehrswesen zur Verfügung gestellten wurde hat dieses Gebiet folgende Daten:

Tabelle 84: Daten über die Gemeinde Halbenrein

Zellnummer	157
Fläche	38,7 km ²
Einwohnerzahl	1733
EW/km ²	45
Arbeitsplätze	703
AP/km ²	18
Funktionsdichte	63
Reisezeit	48 Min
Zugangszeit	14 Min
Bedienungshäufigkeit	17
LOS	5,95

Die Kenngrößen für dieses Gebiet fallen in folgende Klassen:

Tabelle 85: Klassen der Gemeinde Halbenrein

Zugangszeiten	Güteklassen	Bedienungshäufigkeit	Funktionsdichte	LOS
D	E	E	E	C

Dadurch dass die Funktionsdichte sehr niedrig ist und somit in der letzten Klasse liegt und das Leistungsniveau in der mittleren Klasse liegt wurde hier ein Erreichbarkeitsüberschuss ausgewertet. Die Bedienungshäufigkeit und die schnelle Reisezeit ergibt sich dadurch da durch das Gebiet eine S-Bahn verkehrt.

10 Zusammenfassung & Ausblick

Um eine Analyse für die südliche Steiermark durchzuführen und um das öffentliche Verkehrsangebot zu bewerten wurden einige Recherchen durchgeführt. Es wurden Begriffe die im Verkehrswesen und in dieser Arbeit öfter eingesetzt werden beschrieben. Der Raumtyp wurde näher betrachtet da er Einfluss auf das Verkehrsangebot hat. Um eine klare Abgrenzung zwischen den städtischen und ländlichen Raum zu schaffen wurden drei unterschiedliche Klassifikationen des ländlichen Raumes dargestellt und am Beispiel der südlichen Steiermark ausgewertet.

Für die Bewertung des Verkehrsangebots wurden unterschiedliche Definitionen, Formen und Indikatoren vorgestellt. Dennoch für die relevanten Kenngrößen die für die Berechnung erforderlich sind wurden einige Kennzahlen des öffentlichen Verkehrs vorgestellt. Diese Kennzahlen könne Mathematisch ausgewertet werden.

Um das Verkehrsangebot in Bezug auf die Funktionsdichte zu bewerten wurden noch einige Recherchen über ähnliche Methoden und Standards durchgeführt. Die Methode durch die man auf diese Analyse kommen ist, ist der Luptai Index. Somit wurde er näher Betrachtet und die Vorgehensweise des Gleichens beschrieben.

Dadurch das der Luptai Index in Australien entwickelt wurde und das dort unterschiedliche Standards vorliegen als in Österreich war es erforderlich eine Recherche über ähnlichen Methoden durchzuführen. Neben der Anwendung in Australien wurde der Luptai Index auch in Deutschland angewendet bzw. in München. Die Methode des Luptai Index müsste jedoch für München angepasst werden.

Durch die Recherche wurden auch einige Standards für den ÖV Verkehr gefunden wie die Güteklassen nach ÖROK die auch näher beschrieben wurden. Neben den Standards nach ÖROK wurde auch der Steierischer Gesamtverkehrskonzept der die Mindeststandards auf der Angebots- und Nachfrageseite bestimmt näher beschrieben.

Nach der theoretischen Vorbereitung auf das Problem mussten die vorgegebenen Daten detaillierter analysiert werden. Um das durchzuführen war erforderlich das GUARD Modell zu analysieren. Das GUARD Modell wurde vom Institut Straßen- und Verkehrswesen der Technischen Universität Graz bereitgestellt. Es enthält sämtliche Daten über das Verkehrsangebot sowie auch für die Verkehrsnachfrage. Die Daten für die Verkehrsnachfrage stammen hauptsächlich aus der Statistik Austria.

Nach der Analyse des GUARD Modells und der Wahl der geeigneten Kenngrößen wurden Klassen für die Kenngrößen gebildet und detailliert ausgewertet. Die Daten wurden für zwei Szenarien angewandt und zwar für das Jahr 2016 und Jahr 2030. Die Auswertung der Daten erfolgte auf der Bezirksebene um somit einen Vergleich zwischen Stadt und Land durchzuführen.

Für das Prognosejahr 2030 wurde für die Einwohnerzahl die Daten von Ruzicka bereitgestellt der eine Masterarbeit auf das Thema „Szenarien der Mobilitäts- und Siedlungsentwicklung am Beispiel von Graz“ am Institut Straßen- und Verkehrswesen an der Technischen Universität Graz geschrieben hat.

Da die Daten aufbereitet wurden und die detaillierte Darstellung durchgezogen wurde war es erforderlich die Methode für die Berechnung zu entwickeln. Vorgegangen wurde so dass die Güteklassen bestimmt wurden und somit die Qualität und Zugänglichkeit des ÖVs bewertet. Anschließend erfolgte eine Erreichbarkeitsberechnung durch die unterschiedlichen Erreichbarkeitsindikatoren um somit das geeignete Indikator für diese Arbeit zu wählen. Durch den geeigneten Indikator was in dem Fall der Gravitationsindikator ist wurde die Erreichbarkeit der

südlichen Steiermark berechnet. Da durch die Erreichbarkeitsberechnung nicht möglich war eine Aussage zur treffen wo das Verkehrsangebot größer als die Funktionsdichte ist bzw. wo das Verkehrsangebot niedriger als die Funktionsdichte ist wurde diese Berechnung erweitert. Um das Verkehrsangebot zur bewerten wurde die Kenngröße LOS gebildet was das Leistungsniveau bedeutet. Das Leistungsniveau ergibt sich als Produkt der Bedienungshäufigkeit und der Reisezeit die durch die Widerstandsfunktion ausgedrückt wird.

Wie für die Funktionsdichte war auch für das Verkehrsangebot erforderlich eine Klassifizierung durchzuführen. Somit wurde das LOS auch in fünf Klassen klassifiziert die danach mit der Funktionsdichte überlagert wurden. Nach der Überlagerung könnten die Bereiche mit einem Dichteüberschuss bzw. Erreichbarkeitsüberschuss analysiert werden.

Die Analyse und Berechnung für das Jahr 2016 haben gezeigt, dass von der Gesamtfläche der südlichen Steiermark ca. 8 % der Fläche ein Unterangebot des ÖVs aufweisen und ca. 3,75% der Fläche ein Überangebot aufweisen. Im Gleichgewicht befindet sich somit ca. 88% der Fläche was als sehr gut eingestuft werden kann.

Beim Vergleich zwischen den Bezirken hat sich der Bezirk Hartberg Fürstenfeld am besten geschlagen. Er hat die meiste Fläche in Gleichgewicht. Graz Umgebung hat die meisten Fläche die sich nicht in Gleichgewicht befindet. Wenn man ein Vergleich zwischen den städtischen und ländlichen Raum macht ist sehr gut sichtlich, dass einige Bezirke in den ländlichen Raum ausgeglichener sind als in den städtischen Raum.

Durch den Zuwachs für das Prognosejahr wurde ein größerer Anteil der Flächen mit Unterangebot des ÖVs erzielt. Somit befinden sich in dem Prognosejahr ca. 8,21% der Fläche in Unterangebot und ca. 3,68% der Flächen in Überangebot des ÖVs in Bezug auf die Funktionsdichte.

Daraus kann als Schluss gezogen werden das in Falle des Zuwachses wie Prognostiziert das ÖV in einigen Gebieten Verbessert werden soll da ansonsten das Verkehrsangebot nicht ausreichend ist und in denen Gebieten wo ein Erreichbarkeitsüberschuss vorliegt eine Nachverdichtung empfohlen wird.

Um dieses Ergebnis zur Kontrollieren wird Empfohlen diese Analyse nochmal durchzuführen, wenn dafür die Rasterdaten vorliegen. Durch die Rasterdaten wären es möglich die Wahre Strukturaufteilung und das Verkehrsangebot abzubilden und im Weiteren zur Vergleichen.

Die Ergebnisse hängen auch stark von den Daten ab die aus dem GUARD Modell stammen. Bei einer Verbesserung des Modells und genaueren Daten könnten auch andere Ergebnisse geliefert werden.

Ein wesentlicher Faktor von denen die Ergebnisse abhängen ist die Klassenbildung der Funktionsdichte. Trotz allen Faktoren die das Ergebnis beeinflussen besitzt die südliche Steiermark einen gut ÖV-Angebot in Bezug auf die Funktionsdichte.

Literaturverzeichnis

ADAC (2016): *Mobilitätssicherung im ländlichen Raum*, Positionspaper. München 2016.

Angerer, E. (2014): *Die kleinräumige Versorgungsforschung in Österreich Am Beispiel der Entwicklung einer Stadt/Land-Klassifizierung und der Ist-Stand-Analyse der vertragsärztlichen Versorgung in Österreich*. Bachelorarbeit, Fachhochschule Oberösterreich, 2014.

Arbeitsgruppe Verkehrsplanung. *Hinweise für die Qualitätssicherung im ÖPNV*, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Köln, 2006.

Axhausen, K.W. (2012): *Welches Geschwindigkeitsniveau braucht eine Stadt?* Vortrag bei der SVI Serie „Optimale Geschwindigkeiten in Siedlungsgebieten“, November 2014.

Bleisch, A., Mels, W., (2005): *Die Erreichbarkeit von Regionen Ein Benchmarking-Modell*. Dissertation, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Universität Basel, 2005.

BMVBS / BBSR (Hrsg.): *Ländliche Räume im demografischen Wandel*. BBSR-Online-Publikation 34/2009. urn:nbn:de:0093-ON3409R142

bmvit - Österreich Unterwegs 2013/14 (2016): *Ergebnisbericht zur österreichweiten Mobilitätserhebung „Österreich unterwegs 2013/2014“*. Bericht. Wien, 2016.

Fellendorf, M. (2015): Verkehrsplanung, Technische Universität Graz, Institut für Straßen- und Verkehrswesen, Vorlesungsskript.

Flitsch, C. (2016): *GIS basierte Ermittlung regional spezifischer Mobilitätsmuster am Beispiel des Landes Oberösterreich*. Masterarbeit, Technische Universität Graz, 2016.

Friedrich, M. (2005): Angebotsqualität in Straßennetzen – Bewertung und Mängelanalyse, Vortrag auf dem 2. Straßenverkehrsforum der DVWG München. Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik, Universität Stuttgart.

Gassner, C. (2009): *LEADER+ und Tourismus – Welche Perspektiven für ländliche Räume? Anhand der Kleinregion Pielachtal*. Diplomarbeit. Diplomstudium Theoretische und Angewandte Geographie, Wien.

GUARD (2011): *Endbericht Forschungsprojekt GUARD, Verkehrplus*, Institut für Straßen und Verkehrswesen - Technische Universität Graz, Endbericht.

- Hartmann, M. (2013): *Landpreisentwicklung und Erreichbarkeit*. Bachelorarbeit. Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETH Zürich.
- Hesse, C.; Bohne, S.; Evangelinos, C.; Püschel, R. (2012): *Erreichbarkeitsmessung: theoretische Konzepte und empirische Anwendungen, Beitrag des Instituts für Wirtschaft und Verkehr Technische Universität Dresden*
- Henkel, G. (2004): *Der Ländliche Raum*, ISBN 978-3-443-07109-7, Studienbuch 4 Auflage, Stuttgart, 2004.
- Huber, G. (2014): *Bewertung von Straßenbauprojekten anhand ihrer Netzwirkung*. Masterarbeit, Technische Universität Graz, 2014.
- Landesentwicklungsprogramm Verordnung und Erläuterung, LGBl Nr. 75/2009*, Amt der Steiermärkischen Landesregierung Abteilung 16 – Landes- und Gemeindeentwicklung, Graz.
- Lypp, D. (2012): *„GIS-basierte Bewertung von Nahverkehrsnetzen durch einen Umweltverband mit frei verfügbaren Daten – Am Beispiel Münchens“*. Masterarbeit. München, 2015.
- Nagelschmied, A. (2008): *Steierische Gesamtverkehrskonzept 2008+*. Steierische Landesregierung, Fachabteilung 18A, Gesamtverkehr und Projektierung, Graz.
- ÖROK (2015): *Bericht der ÖREK-Partnerschaft zu „Siedlungsentwicklung und ÖV-Erschließung“*. Bericht Wien, 2015.
- ÖROK (2017): *Entwicklung eines Umsetzungskonzeptes für österreichweite ÖV-Güteklassen Abschlussbericht*. Wien, 2017.
- Pitot, Matthew, Yigitcanlar, Tan, Sipe, Neil, Evans, Rick (2005): *Land Use & Public Transport Accessibility Index (LUPTAI) Tool -The development and pilot application of LUPTAI for the Gold Coast*. Social Research in Transport (SORT) Clearinghouse Paper 123
- PTV AG (2015): *VISUM 15 – Grundlagen*, Handbuch. Karlsruhe, 2015.
- Ruzicka, J. (2017): *Szenarien der Mobilitäts- und Siedlungsentwicklung am Beispiel von Graz*. Masterarbeit, Technische Universität Graz, 2017.
- Schnieder, L. (2015): *Betriebsplanung im öffentlichen Personennahverkehr - Ziele, Methoden, Konzepte*. Springer, Heidelberg, ISBN 978-3-662-46456-4, 2015.
- Schwarze, B. (2005): *„Erreichbarkeitsindikatoren in der Nahverkehrsplanung“*, Arbeitspapier 184, Institut für Raumplanung, Universität Dortmund, 2005.

Stark, J. (2010): *Regionalwirtschaftliche Effekte von Infrastrukturinvestitionen im öffentlichen Personennahverkehr*. Dissertation, Universität für Bodenkultur Wien, 2010.

Statistik Austria (2005): *Statistisches Jahrbuch, Regionaldaten Österreichs in NUTS - Gliederung, Kapitel 37 Seiten 437-507; [online]*
<http://www.univie.ac.at/cartography/lehre/schulkarto/unterlagen/k37-nuts-schulkarto.pdf>[25.05.2017]

Statistik Austria (2012): *Kurzbeschreibung internationaler Verfahren zur Klassifikation von Stadt und Land*. Wien 2012.

Statistik Austria (2017): *Erwerbsprognose 2015 bis 2050 nach Bundesländern*

Statistik Austria: *NUTS Einheiten* :

https://www.statistik.at/web_de/klassifikationen/regionale_gliederungen/nuts_einheiten/index.html[23.05.2017]

Veit,P.; Fellendorf,M.; Walter,S.(2014): *Weißbuch Infrastruktur 2025+ - Konzept zur langfristigen Entwicklung der Infrastruktur der GKB*. Endbericht. Technische Universität Graz.

Walter,S.(2010): *Nachfrageorientierte Liniennetzoptimierung am Beispiel Graz*. Masterarbeit, Technische Universität Graz,2010.

Wall,H.,Simonis,C. (1980): *Omnibusnetze zur Erschließung von Verdichtungsräumen und deren Randzone*. Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Band 317, Bundesminister für Verkehr, Bon.

Weber,G.(2002):*Globalisierungsoffer Ländlicher Raum?*. Berichte der ANL (Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, 26,5-12.

Wulfhorst,G. (2016):*Erreichbarkeit als Grundlage zur zukunftsfähigen Gestaltung urbaner Mobilität*, Technische Universität München. Vortrag an der Technischen Universität Graz. 2016.

Anhang

Liste der Aktivitäten aus dem GUARD Modell

Code	Bedeutung
A	Arbeit
B	Berufsschule
E	Einkauf
F	Freizeit
G	Grundschule
H	Hochschule
S	Schule ab 5.Klasse
W	Wohnung

Liste der Aktivitätsketten aus dem GUARD Modell

AA	Arbeit-Arbeit
AE	Arbeit-Einkauf
AF	Arbeit-Freizeit
AH	Arbeit-Hochschule
AW	Arbeit-Wohnung
BB	Berufsschule-Berufsschule
BF	Berufsschule-Freizeit
BW	Berufsschule-Wohnung
EA	Einkauf-Arbeit
EE	Einkauf-Einkauf
EF	Einkauf-Freizeit
EG	Einkauf-Grundschule
EH	Einkauf-Hochschule
ES	Einkauf-Schule
EW	Einkauf-Wohnung
FA	Freizeit-Arbeit
FE	Freizeit-Einkauf
FG	Freizeit-Grundschule
FH	Freizeit-Hochschule
FS	Freizeit-Schule
FW	Freizeit-Wohnung
GE	Grundschule-Einkauf
GF	Grundschule-Freizeit
GG	Grundschule-Grundschule
GW	Grundschule-Wohnung

HA	Hochschule-Arbeit
HE	Hochschule-Einkauf
HF	Hochschule-Freizeit
HH	Hochschule-Hochschule
HW	Hochschule-Wohnung
SE	Schule-Einkauf
SF	Schule-Freizeit
SS	Schule-Schule
SW	Schule-Wohnung
WA	Wohnung-Arbeit
WB	Wohnung-Berufsschule
WE	Wohnung-Einkauf
WF	Wohnung-Freizeit
WG	Wohnung-Grundschule
WH	Wohnung-Hochschule
WS	Wohnung-Schule

Abschnitt der Mobilitätsraten aus dem GUARD Modell

*	Wegekett		Basis	Kontiv	modifiziert	20.08.2017					
	EmP	EoP				K	GSch	Sch	NEmP	RJmP	RAmP
WAW	55,25	54,13	0,08	0	0	0,75	1,35	0	3,27	0	
WBW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
WEW	17,61	17,62	45,05	6,91	6	40,15	56,27	53,23	39,82	41,96	
WFW	17,67	18,25	39,9	9,88	21,75	40,77	47,36	33,08	26,29	33,3	
WGW	0	0	37,6	68,75	0	0	0	0	0	0	
WHW	1,37	4,63	0	0	0	3,69	0	0	4,83	0	
WSW	0	0	0	0	78,5	0	0	0	0	0	
WAAW	3,85	2,92	0	0	0	0	3,17	0	0,41	0	
WAEW	6,21	5,24	0	0	0	0	0	0	0	0	
WAFW	3,02	2,55	0	0,4	0	0	0	0	0,98	0	
WAHW	0,12	0,57	0	0	0	0	0	0	0	0	
WBBW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
WBFW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
WEAW	2,03	3,01	0	0	0	0	0,82	0	0	0	
WEEW	2,49	2,81	9,58	0	0,41	10,24	10,16	4,17	8,28	11,29	
WEFW	1,14	1,37	1,78	0,56	0,58	3,75	2,81	3,08	0,64	1	
WEGW	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	
WEHW	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
WFAW	0,05	0,11	0	0	0	0,23	0	0	0	0	
WFEW	1,23	1,13	2,08	0,7	0,27	5,16	3,48	1,69	1,69	2,48	
WFFW	2,96	2,04	4,67	0,56	0,41	1,49	3,06	0	1,62	0,26	
WFGW	0	0	0,34	0	0	0	0	0	0	0	
WFHW	0	0,41	0	0	0	0	0	0	0	0	
WFSW	0	0	0	0	0,82	0	0	0	0	0	
WGEW	0	0	1,74	2,47	0	0	0	0	0	0	
WGFW	0	0	2,14	6,44	0	0	0	0	0	0	
WGGW	0	0	1,39	3,84	0	0	0	0	0	0	
WHEW	0,07	0,09	0	0	0	0	0	0	0,2	0	
WHFW	0,43	0,43	0	0	0	0,38	0	0	0,38	0	
WHHW	0	0,18	0	0	0	0	0	0	0	0	

Aus dem GUARD Modell Daten für das Jahr 2016

Nr.	Bezirk	Einwohner 2016	Arbeitsplätze 2016	Mittlere Reisezeit [Min]	Mittlere Bedienungshäufigkeit
1001	Strallegg	1929	417	125	2
1002	Wenigzell	1435	487	152	5
1003	Vornholz	723	154	54	5
1004	Vorau	1376	1065	91	8
1005	Schachen bei Vorau	1176	192	49	11
1006	Puchegg	552	101	108	3
1007	Miesenbach bei Birkfeld	724	157	129	4
1008	Stambach	633	123	95	3
1009	Lafnitz	1437	682	210	6
1010	Gschaid bei Birkfeld	926	217	133	3
1011	Sonnhofen	1022	231	71	4
1012	Birkfeld	1604	1398	104	13
1013	Fladnitz	1160	579	134	5
1014	St.Kathrein am Offenegg	1118	311	137	8
1015	Koglhof	1090	246	113	15
1016	Pöllauberg	2115	414	103	5
1017	Saifen-Boden	1030	336	69	4
1018	Hohenau	503	98	0	0
1019	Naintsch	598	169	183	3
1020	Tyrnau	157	45	0	0
1021	Frohnleiten	442	140	0	0
1022	Greinbach	1802	552	78	17
1023	Rabenwald	602	108	44	4
1024	Röthelstein	211	130	31	1
1025	St.Johann in der Haide	2119	896	60	9
1026	Pöllau	2034	1224	76	8
1027	Schrems	604	118	102	3
1028	Baierdorf	1638	772	127	15
1029	Hartberg Umgebung	2215	809	73	37
1030	Tulwitz	504	132	107	3
1031	Hohenau	512	110	109	9
1032	Thannhausen	279	45	0	0
1033	Floing	1205	286	96	29
1034	Schönegg bei Pöllau	1362	373	77	11
1035	Stubenberg	688	372	118	11
1036	Anger	832	551	96	19
1037	Naas	1419	328	88	11
1038	Hartberg	6527	6420	68	22
1039	Semriach	1836	342	87	13
1040	Stubenberg	686	162	215	1

1041	Frohnleiten	602	391	60	6
1042	_belbach	965	564	138	9
1043	Hohenau	311	40	0	0
1044	Rohr bei Hartberg	1089	191	85	6
1045	Feistritz	1073	275	96	22
1046	Frohnleiten	304	19	57	44
1047	Frohnleiten	370	378	66	5
1048	Frohnleiten	313	466	47	25
1049	Frohnleiten	361	360	46	32
1050	Frohnleiten	398	8	57	43
1051	Dienersdorf	701	87	77	39
1052	Arzberg	542	165	0	0
1053	Thannhausen	774	137	78	25
1054	Neudorf	478	148	0	0
1055	St.Magdalena am Lemberg	1110	180	79	4
1056	Thannhausen	575	108	82	26
1057	Stubenberg	432	116	93	9
1058	Hofkirchen bei Hartberg	649	140	96	3
1059	Buch-Geiseldorf	1056	296	72	7
1060	Thannhausen	584	135	90	12
1061	Kaindorf	1504	1177	74	34
1062	Thannhausen	164	18	0	0
1063	Puch	616	125	100	22
1064	Stubenberg	275	51	111	2
1065	Puch	1456	412	103	20
1066	Tiefenbach bei Kaindorf	681	173	74	34
1067	Stubenberg	207	154	85	11
1068	Gutenberg	1234	154	90	18
1069	Deutschfeistritz	340	53	60	18
1070	Ebersdorf	1244	311	105	3
1071	Wörth an der Lafnitz	374	59	93	5
1072	Stenzengreith	521	74	89	9
1073	Weiz	497	737	94	29
1074	_belbach	1017	283	68	9
1075	Peggau	753	550	51	37
1076	Semriach	990	403	61	12
1077	Siegersdorf b.Herberstein	287	43	172	2
1078	Weiz	736	953	65	36
1079	Weiz	1561	2489	83	27
1080	Hartl	798	417	114	32
1081	Deutschfeistritz	714	236	65	14
1082	Semriach	501	171	77	10
1083	Etzersdorf	466	107	69	13
1084	Weiz	931	262	75	44
1085	St.Johann bei Herberstein	380	107	76	3

1086	Weiz	666	116	77	37
1087	Kulm	481	61	71	6
1088	Weiz	591	1522	74	40
1089	Sebersdorf	1408	590	77	13
1090	Weiz	720	673	68	35
1091	Kaibing	392	74	61	33
1092	Gallmannsegg	306	69	169	2
1093	Großstübing	350	70	90	2
1094	Pischelsdorf	741	430	81	34
1095	Geistthal	801	173	102	7
1096	St. Radegund	2063	645	58	24
1097	Reichendorf	619	83	103	4
1098	Blaindorf	669	153	89	3
1099	Hirnsdorf	678	314	60	32
1100	Deutschfeistritz	1839	415	60	17
1101	Gschnaidt	340	77	108	2
1102	Limbach bei Neudau	355	76	107	3
1103	Neudau	1217	656	95	4
1104	Kumberg	1480	247	58	36
1105	Mitterdorf	702	87	61	28
1106	Kumberg	2248	557	58	48
1107	Preßguts	404	81	76	10
1108	Stattegg	367	138	57	91
1109	Etzersdorf	652	112	77	11
1110	Mitterdorf	1070	130	61	25
1111	Kainach bei Voitsberg	667	113	108	12
1112	Unterfladnitz	869	386	69	44
1113	Gersdorf an der Feistritz	1206	484	100	5
1114	Bad Waltersdorf	2193	1252	83	12
1115	Großhart	627	135	100	2
1116	Pischelsdorf	277	271	58	33
1117	Gratkorn	1583	198	97	13
1118	Pischelsdorf	1512	637	57	33
1119	Großsteinbach	1297	340	95	7
1120	Ilztal	542	236	63	32
1121	Eisbach	1081	524	61	30
1122	Salla	283	271	155	2
1123	Gratkorn	593	812	48	18
1124	Albersdorf	902	174	59	31
1125	Burgau	1064	340	49	3
1126	Kaindorf	331	149	76	14
1127	Mettersdorf am Saßbach	1294	586	183	2
1128	Unterbergla	366	65	90	5
1129	Leibnitz	1721	1100	75	10
1130	St. Andrö	113	24	171	1

1131	Unterbergla	121	28	154	2
1132	St.Peter	77	10	0	0
1133	St.Veit am Vogau	1934	715	104	3
1134	Holleneegg	64	18	117	2
1135	Schwanberg	518	63	0	0
1136	Gabersdorf	1107	693	106	13
1137	Hof bei Straden	843	479	58	3
1138	Heimschuh	1264	340	74	15
1139	St.Peter	433	72	88	3
1140	Leibnitz	1801	189	88	4
1141	Seggauberg	978	248	120	1
1142	St.Martin	981	325	107	7
1143	St.Martin	285	50	97	4
1144	St.Peter	1322	472	68	25
1145	Leibnitz	957	956	68	26
1146	Wagna	1762	71	84	10
1147	Leibnitz	545	1598	71	24
1148	Klöch	1210	463	71	3
1149	Großklein	2056	528	109	13
1150	Gosdorf	1151	226	62	21
1151	Murfeld	1655	262	78	17
1152	Obervogau	880	115	69	4
1153	Deutsch Goritz	1221	506	95	11
1154	Limberg bei Wies	953	144	125	4
1155	Weinburg am Saßbach	1037	148	89	4
1156	St.Martin	486	316	77	26
1157	Retznei	436	143	129	6
1158	Halbenrain	1733	703	49	18
1159	Vogau	1138	487	68	12
1160	Gleinstötten	399	79	96	9
1161	Eichfeld	878	245	43	2
1162	Sulmeck	301	47	98	11
1163	Straß in Steiermark	1834	1238	84	15
1164	Gamlitz	878	171	134	3
1165	Soboth	315	80	251	2
1166	Wies	2291	1002	91	26
1167	St.Johann im Saggautal	2031	484	101	13
1168	Großklein	204	59	203	2
1169	St.Oswald ob Eibiswald	555	131	170	3
1170	Pöfing	942	519	84	27
1171	Pöfing	682	231	74	26
1172	Mitterdorf	306	102	0	0
1173	Unterfladnitz	719	872	80	38
1174	Brodingberg	434	92	0	0
1175	Purgstall	595	100	0	0

1176	Oberrettenbach	479	85	414	1
1177	Weinitzen	1110	123	53	17
1178	Ilztal	718	132	59	32
1179	Graden	477	89	131	2
1180	Stattegg	2428	261	42	92
1181	Bad Blumau in Steiermark	1592	713	65	5
1182	Weinitzen	1492	522	45	47
1183	Hainersdorf	621	137	107	6
1184	Kohlschwarz	705	86	111	13
1185	Gratwein	1489	649	50	52
1186	Sinabelkirchen	2129	472	73	31
1187	Brodingberg	857	223	49	50
1188	Purgstall	1016	134	55	12
1189	Ilztal	480	69	64	2
1190	Gratkorn	459	17	44	48
1191	Eisbach	1868	450	67	33
1192	Nitscha	979	125	60	44
1193	Gratkorn	1077	298	42	34
1194	Gratkorn	1212	1742	43	44
1195	Stiwoll	725	96	81	8
1196	Piberegg	370	76	0	0
1197	Sinabelkirchen	378	52	95	4
1198	Gratkorn	1021	233	46	47
1199	Ilz	2560	1565	69	27
1200		729	180	52	3
1201	Gratkorn	1847	1517	36	43
1202	Ludersdorf	2219	843	42	56
1203		401	78	37	5
1204	S÷dingberg	816	118	96	7
1205	Gratwein	2168	433	44	68
1206		1622	231	35	84
1207		1173	177	47	51
1208	Sinabelkirchen	237	40	68	4
1209	Nestelbach im Ilztal	1145	307	72	30
1210		781	101	42	92
1211	Judendorf	1790	440	41	23
1212		1991	185	37	98
1213		939	442	39	96
1214	Kainbach	2699	634	38	64
1215	Judendorf	1584	406	49	9
1216	Nitscha	505	132	58	23
1217		351	165	39	157
1218	Eggersdorf	486	108	45	6
1219	Judendorf	1174	68	50	19
1220	Börnbach	851	82	0	0

1221	Gleisdorf	2981	571	64	35
1222		416	111	46	45
1223		746	155	32	56
1224	Judendorf	756	109	43	24
1225	Sinabelkirchen	1084	703	61	24
1226	H÷f	1401	179	47	52
1227	Judendorf	535	65	41	17
1228		504	121	34	167
1229		630	151	37	77
1230		2400	1144	30	187
1231		1458	576	31	126
1232		907	164	34	133
1233	Gleisdorf	942	1719	49	47
1234		122	1070	37	155
1235		1523	184	30	189
1236		688	191	46	147
1237		1105	191	37	150
1238	Hofstötten	1162	863	57	32
1239	Altenmarkt b.Fürstenfeld	1158	321	64	23
1240	Großwilfersdorf	1411	893	75	23
1241	St.Oswald	1214	174	68	8
1242		405	154	28	180
1243		604	242	30	180
1244		685	304	38	71
1245		1137	619	37	183
1246	Thal	2265	342	55	41
1247	Ungerdorf	884	88	70	6
1248		0	24	53	26
1249	Hofstötten	469	68	74	22
1250	St.Bartholomö	1379	281	63	14
1251		2079	332	33	178
1252		724	144	26	191
1253		582	114	31	133
1254		756	671	34	156
1255		1339	201	28	142
1256	Sinabelkirchen	306	47	171	2
1257	Lankowitz	483	97	0	0
1258	Kainbach	21	735	51	59
1259		579	412	27	171
1260	Labuch	826	82	62	6
1261		699	166	27	165
1262		1174	632	30	146
1263	Lañnitzthal	1092	180	52	42
1264		975	148	28	169
1265		545	53	30	76

1266		655	143	28	155
1267		564	313	27	168
1268		910	113	33	88
1269		331	274	34	190
1270	Nestelbach	1115	403	66	48
1271		728	384	28	153
1272		847	306	30	178
1273		592	908	35	148
1274	Stallhofen	456	71	72	13
1275		1709	203	26	177
1276	Hofstötten	510	160	53	16
1277		10	0	46	173
1278	Kainbach	0	3891	46	62
1279		2678	835	26	179
1280		0	259	34	142
1281	Voitsberg	269	22	97	3
1282		858	1011	36	138
1283		1434	154	26	174
1284		1313	122	26	186
1285		660	340	27	176
1286		1732	207	31	159
1287		685	125	25	162
1288	Stallhofen	1417	373	84	16
1289		2432	157	27	168
1290		1174	321	27	125
1291		1011	872	35	148
1292		589	172	31	175
1293		1302	175	27	193
1294		993	559	28	190
1295		936	343	31	136
1296	Hartmannsdorf	1726	645	87	8
1297	St.Margarethen	573	57	92	6
1298	Gößnitz	441	98	0	0
1299	Hirscheegg	642	191	159	3
1300	Hartmannsdorf	39	6	370	1
1301		765	109	31	150
1302		489	169	28	180
1303		701	605	32	145
1304		1166	302	31	167
1305	Rohrbach	1423	273	52	10
1306		626	117	28	65
1307		1072	440	30	142
1308		850	495	31	163
1309		252	3552	43	123
1310		2328	215	26	198

1311		1027	538	29	139
1312		956	53	29	179
1313		972	1314	31	147
1314		564	199	27	143
1315		1050	425	30	165
1316		1085	924	30	184
1317	Hart	1769	174	54	97
1318	Hartmannsdorf	748	105	59	9
1319		281	305	32	198
1320	Ottendorf a.d.Rittschein	1537	230	99	8
1321	Börnbach	1093	75	76	14
1322		553	1825	42	156
1323		1058	338	33	207
1324		704	321	29	156
1325		1239	561	29	153
1326		1499	466	31	162
1327		1019	943	31	165
1328		699	1577	32	181
1329		2190	455	31	198
1330		800	205	28	189
1331	K÷flach	1158	528	71	9
1332		2011	1495	27	185
1333		806	297	29	177
1334		338	36	26	232
1335	Börnbach	371	43	77	19
1336		2165	819	30	194
1337		2505	211	29	270
1338		1144	419	29	201
1339		1269	406	38	191
1340	K÷flach	229	444	92	2
1341	Börnbach	1552	571	78	19
1342		584	1289	29	223
1343		476	155	30	157
1344		692	987	30	189
1345		710	61	31	176
1346		1219	219	28	192
1347		650	3749	35	147
1348		1049	585	31	179
1349		526	162	31	190
1350		325	3568	33	159
1351		372	599	30	176
1352	St.Margarethen	356	39	69	12
1353		357	5210	31	158
1354		366	436	31	156
1355		1352	147	30	171

1356		569	196	30	178
1357		1090	352	29	189
1358	K=flach	1266	59	84	12
1359		1412	2556	32	167
1360		1061	702	28	176
1361		562	1182	34	151
1362		903	200	40	167
1363		77	615	40	163
1364		620	476	30	163
1365		923	289	30	131
1366	Langeegg	841	109	74	11
1367		202	4265	30	153
1368		2292	443	28	203
1369		1999	303	39	78
1370		653	365	33	149
1371		193	1772	29	155
1372		726	585	31	164
1373		267	2984	38	141
1374		1423	1039	29	158
1375	St.Margarethen	551	69	82	9
1376		1472	278	29	132
1377		2136	386	31	190
1378		920	539	29	177
1379		734	193	30	173
1380		2715	226	28	192
1381		1638	189	29	181
1382		1216	169	31	137
1383	Hitzendorf	2369	605	67	19
1384	Lankowitz	1190	264	100	24
1385	Stallhofen	686	347	73	16
1386		2222	561	28	163
1387	Voitsberg	1453	695	72	29
1388		749	872	28	167
1389	Baernbach	437	972	63	28
1390		464	155	30	147
1391		1407	558	28	150
1392		928	394	28	151
1393		114	157	32	132
1394		446	988	31	155
1395		1780	652	30	179
1396		1327	302	26	157
1397		1103	394	36	153
1398		1238	426	34	174
1399	Breitenfeld an der Rittschein	784	217	99	8
1400	Söchau	1423	374	82	8

1401		282	244	45	122
1402	K÷flach	566	698	74	30
1403		2470	666	32	149
1404		1500	499	28	176
1405		1289	182	30	140
1406	Vasoldsberg	1946	371	50	29
1407		1411	838	33	156
1408		1078	580	31	171
1409	K÷flach	477	182	78	1
1410		489	530	38	145
1411		1062	309	35	202
1412		2717	1122	33	137
1413		691	1684	34	160
1414	Lankowitz	525	33	97	6
1415		762	1298	32	125
1416		1200	468	32	163
1417		665	39	30	188
1418	St.Margarethen	994	827	76	11
1419		1210	547	32	151
1420		735	676	33	145
1421		721	193	32	157
1422		3034	908	28	160
1423		477	137	26	176
1424		313	211	29	156
1425		1500	1012	32	131
1426	St.Margarethen	642	86	61	30
1427		1072	91	31	155
1428		460	50	36	138
1429	K÷flach	479	64	97	16
1430		806	875	35	146
1431		4404	928	35	196
1432		220	373	28	185
1433		2960	775	33	195
1434		701	1147	30	168
1435		447	364	34	157
1436		996	381	30	170
1437	K÷flach	592	134	92	28
1438	Krumegg	1171	165	67	8
1439		457	446	31	137
1440	Voitsberg	667	72	76	13
1441		851	530	32	146
1442	K÷flach	619	21	91	16
1443		1360	408	29	181
1444		4396	580	28	167
1445		954	74	28	169

1446		1874	3195	36	93
1447		2228	518	30	136
1448		2599	1146	29	153
1449	Voitsberg	602	378	70	28
1450	Edelsgrub	713	115	71	30
1451		673	201	34	138
1452		725	358	28	139
1453		1517	126	28	165
1454		2624	367	33	126
1455		1009	181	25	146
1456		922	37	24	163
1457	Übersbach	1163	240	58	19
1458		1731	256	29	179
1459		539	211	27	172
1460		1171	320	26	160
1461		281	167	29	165
1462	Voitsberg	804	562	62	43
1463	Hartmannsdorf	468	76	126	3
1464		2507	154	28	176
1465		2065	58	26	156
1466	Hitzendorf	1249	119	62	17
1467	Hitzendorf	30	6	70	17
1468	Voitsberg	501	897	57	38
1469	Attendorf	1402	176	65	8
1470	K÷flach	523	61	82	20
1471		566	52	29	168
1472		1018	137	29	144
1473		2343	1467	46	121
1474	Voitsberg	530	89	130	2
1475		467	92	28	169
1476		48	1116	32	137
1477	Eichk÷gl	560	76	0	0
1478		1630	37	28	156
1479		471	1428	31	129
1480	St.Margarethen	873	203	92	12
1481	Riegersburg	2296	692	122	4
1482		696	160	27	164
1483	Voitsberg	834	320	64	43
1484	K÷flach	1171	89	85	16
1485	Voitsberg	1283	807	64	22
1486	Eichk÷gl	696	77	281	2
1487		1123	38	27	150
1488	Stallhofen	294	104	71	16
1489		475	271	31	146
1490	Voitsberg	936	236	61	42

1491	K=flach	550	62	79	17
1492		1591	989	31	150
1493		1136	911	30	153
1494	Stallhofen	274	24	54	17
1495		590	417	36	132
1496		1490	753	31	178
1497		1007	186	34	190
1498		816	1230	34	119
1499		527	1571	36	128
1500	Loipersdorf b.Fürstenfeld	1390	1513	65	8
1501	Edelschrott	1571	562	155	8
1502		887	715	30	120
1503	Rosental	44	4	0	0
1504	St.Marein	1283	296	63	15
1505	Voitsberg	649	422	133	2
1506		933	328	30	130
1507		1124	200	33	121
1508	Krottendorf	1794	241	63	38
1509	Vasoldsberg	2472	384	44	24
1510		1350	169	31	110
1511		8	846	37	130
1512		69	1010	45	120
1513		374	284	48	94
1514	Grambach	1759	1274	39	54
1515		620	245	36	70
1516	Edelsbach	935	163	87	2
1517		1484	457	36	33
1518	St.Martin am Wöllmißberg	810	122	191	1
1519	Auersbach	875	199	76	1
1520		926	723	42	111
1521		1317	129	33	86
1522		394	766	40	114
1523		1360	6026	46	95
1524	St.Johann	156	18	108	5
1525	Hatzendorf	1749	492	79	16
1526		2371	864	34	112
1527	Studenzen	709	374	72	14
1528	St.Johann	226	22	0	0
1529		1238	93	37	109
1530	Seiersberg	4311	1404	55	128
1531	Feldkirchen	1052	304	29	74
1532	Empersdorf	1318	368	57	21
1533	Seiersberg	1231	549	36	84
1534	G÷ssendorf	1631	1234	35	72
1535	St.Johann	1444	324	59	39

1536	Krumegg	260	31	293	1
1537	Fladnitz	760	168	71	32
1538	Krottendorf	623	377	56	37
1539	S÷ding	2223	750	57	43
1540	Petersdorf	866	149	186	1
1541	Attendorf	432	32	72	6
1542	Feldkirchen	1341	2441	40	45
1543	Stein	490	81	98	2
1544	Feldkirchen	769	256	39	11
1545	Unterlamm	1233	250	89	4
1546	Haselsdorf	1353	623	71	40
1547	Pirka	3305	815	41	63
1548	Pack	407	99	199	1
1549	Hausmannstötten	2988	1190	41	60
1550	Oberdorf	729	142	101	3
1551	Kornberg bei Riegersburg	1138	315	95	6
1552	G÷ssendorf	1280	377	36	53
1553	Pirching	271	38	67	19
1554	Ligist	439	100	88	11
1555	Edelsbach	428	319	58	26
1556	Lieboch	2137	415	47	41
1557	Kirchberg	1317	830	84	8
1558	Edelstauden	451	76	85	19
1559	Feldkirchen	2678	762	39	41
1560	Mooskirchen	702	138	0	0
1561	Ligist	872	181	95	11
1562	G÷ssendorf	926	127	38	26
1563	Unterpremstötten	2298	2848	52	59
1564	Mooskirchen	631	379	64	3
1565	Lödersdorf	708	173	72	25
1566	Ligist	278	83	0	0
1567	Kirchberg	770	74	101	5
1568	Fernitz	3338	682	44	48
1569	Kalsdorf	612	540	50	29
1570	Lieboch	2729	1682	44	67
1571	Unterpremstötten	292	18	53	39
1572	Hohenbrugg-Weinberg	972	147	58	12
1573	Zerlach	1689	339	75	19
1574	Mooskirchen	569	144	93	2
1575	Gniebing	1322	896	62	29
1576	Pirching	1323	246	68	21
1577	Heiligenkreuz	1543	536	58	20
1578	Kalsdorf	2600	870	46	46
1579	St.Ulrich	784	174	92	20
1580	Unterpremstötten	1487	1036	50	28

1581	Kalsdorf	1937	2568	50	36
1582	Raabau	581	112	66	2
1583	Johnsdorf-Brunn	807	239	72	20
1584	Mooskirchen	287	39	57	2
1585	Oberstorcha	602	83	50	6
1586	Lannach	584	1504	70	2
1587	Zettling	1615	719	50	22
1588	Dobl	1840	995	70	13
1589	St.Stefan	299	50	150	1
1590	St.Stefan	503	71	81	9
1591	Modriach	202	49	0	0
1592	Feldbach	1339	2072	80	27
1593	Palldau	847	140	92	9
1594	Palldau	1172	437	82	10
1595	Gundersdorf	406	74	24	1
1596	Mellach	1272	290	50	26
1597	Greisdorf	650	215	114	2
1598	Gniebing	892	118	58	15
1599	Feldbach	1933	2431	86	15
1600	Feldbach	709	2056	59	22
1601	St.Stefan	412	66	90	8
1602	Muehldorf	1622	889	80	13
1603	Leitersdorf im Raabtal	683	122	58	13
1604	St.Stefan	1831	303	122	18
1605	Lannach	1923	1581	54	36
1606	Wundschuh	1545	639	58	20
1607	Pertlstein	809	96	66	10
1608	Kalsdorf	1034	969	45	29
1609	Heiligenkreuz	392	62	88	7
1610	Lannach	455	47	0	0
1611	M ³ hldorf	737	104	69	6
1612	Lannach	320	117	60	22
1613	M ³ hldorf	398	42	51	10
1614	St.Stefan	1258	436	88	10
1615	Zwaring	1055	239	78	20
1616	Werndorf	2278	1664	48	31
1617	Kirchbach	1161	534	76	18
1618	Gossendorf	892	103	100	3
1619	Perlsdorf	328	80	82	6
1620	Marhof	317	44	0	0
1621	M ³ hldorf	418	92	49	11
1622	Allerheiligen	897	178	60	20
1623	Baumgarten	547	100	121	4
1624	Frannach	548	105	105	2
1625	Kohlberg	498	139	135	3

1626	Allerheiligen	503	142	77	22
1627	Kirchbach	381	51	105	3
1628	Georgsberg	375	53	59	20
1629	St.Josef	447	48	0	0
1630	Greisdorf	315	33	115	2
1631	Gnas	293	33	70	9
1632	Kloster	195	82	0	0
1633	Georgsberg	822	320	78	23
1634	St.Josef	359	69	55	30
1635	Maierdorf	520	96	75	7
1636	Gams	501	63	81	2
1637	Kapfenstein	1590	456	94	5
1638	Stocking	442	116	0	0
1639	St.Josef	669	139	129	1
1640	St.Stefan	844	787	83	17
1641	Marhof	475	79	100	3
1642	Marhof	252	64	83	3
1643	Zwaring	528	64	68	10
1644	Bad Gleichenberg	2227	1971	87	7
1645	Gnas	353	107	98	3
1646	Weitendorf	503	185	55	24
1647	Weitendorf	1048	213	95	2
1648	Stainz	312	155	80	24
1649	St.Stefan	273	85	124	3
1650	Stainztal	586	63	82	26
1651	Osterwitz	148	43	0	0
1652	St.Stefan	126	25	0	0
1653	Trautmannsdorf in Oststmk.	878	165	92	7
1654	Preding	106	19	0	0
1655	Mitterlabill	396	117	116	2
1656	Stocking	391	109	84	13
1657	St.Stefan	384	94	94	4
1658	St.Georgen	1086	298	83	14
1659	Stainz	1457	1281	71	24
1660	Stocking	628	93	75	12
1661	Georgsberg	328	44	110	1
1662	Wildon	1468	449	60	25
1663	Gams	944	193	115	13
1664	Stainz	167	18	0	0
1665	Unterauersbach	447	135	150	2
1666	Bairisch Kölldorf	1041	372	118	4
1667	Stallhof	534	48	80	26
1668	Schwarzau	625	310	109	4
1669	Stainztal	191	19	118	1
1670	Poppendorf	697	145	100	6

1671	Stainz	645	195	79	14
1672	Stainztal	197	37	73	5
1673	Hengsberg	578	87	86	2
1674	Wildon	550	388	63	21
1675	Preding	1314	657	77	9
1676	Rassach	583	44	80	7
1677	Stainztal	281	80	94	6
1678	Wildon	601	131	76	17
1679	Jagerberg	418	78	113	4
1680	Gams	240	37	84	14
1681	Jagerberg	1039	413	164	3
1682	Rassach	257	42	65	7
1683	Glojach	241	65	185	1
1684	Raning	804	153	140	2
1685	Hengsberg	423	120	75	2
1686	Freiland bei Deutschlandsberg	154	52	0	0
1687	Ragnitz	351	76	94	6
1688	Rassach	368	61	86	4
1689	St. Anna am Aigen	1750	470	62	5
1690	Lebring	2076	1461	74	12
1691	Stainztal	186	35	90	6
1692	Hengsberg	410	76	95	6
1693	Lang	959	350	129	2
1694	Preding	308	51	65	31
1695	Merkendorf	1146	172	99	7
1696	Gams	631	111	77	13
1697	Rassach	202	38	62	3
1698	Breitenfeld	198	29	153	3
1699	Ragnitz	562	153	81	9
1700	Wolfsberg	579	595	125	4
1701	G.St. Florian	223	13	133	3
1702	Aug-Radisch	283	45	106	3
1703	Lang	297	80	0	0
1704	Krusdorf	388	96	80	3
1705	Grabersdorf	349	123	118	2
1706	Wettmannstötten	255	184	30	0
1707	Jagerberg	184	32	0	0
1708	Frutten-Gießelsdorf	621	166	125	4
1709	Wettmannstötten	270	21	30	0
1710	Deutschlandsberg	726	131	84	5
1711	St. Nikolai	175	26	110	3
1712	Frauental	926	796	69	31
1713	G.St. Florian	330	71	65	26
1714	St. Nikolai	752	171	143	3
1715	G.St. Florian	232	27	83	4

1716	Wettmannstötten	690	264	79	9
1717	Wolfsberg	224	22	154	2
1718	St.Nikolai	355	70	0	0
1719	Ragnitz	549	240	101	4
1720	Trahütten	398	98	0	0
1721	G.St.Florian	845	675	131	4
1722	Gressenberg	280	88	0	0
1723	Deutschlandsberg	568	60	0	0
1724	Stainz bei Straden	942	209	87	9
1725	Hainsdorf	290	96	123	3
1726	Bierbaum am Auersbach	459	137	163	2
1727	Gralla	2251	1030	82	6
1728	G.St.Florian	398	38	67	25
1729	Trössing	272	38	138	2
1730	G.St.Florian	210	18	112	2
1731	St.Peter	156	28	108	3
1732	Tillmitsch	1628	520	86	10
1733	St.Nikolai	310	93	0	0
1734	Straden	1504	517	90	5
1735	St.Nikolai ob Draßling	1106	352	163	2
1736	Wettmannstötten	224	40	0	0
1737	St.Nikolai	368	113	0	0
1738	Tillmitsch	1161	295	67	13
1739	Dietersdorf am Gnasbach	370	1020	155	1
1740	G.St.Florian	231	22	105	1
1741	St.Peter	263	113	139	2
1742	G.St.Florian	196	118	157	1
1743	Deutschlandsberg	1166	197	84	1
1744	St.Peter	340	38	128	2
1745	St.Andrö	330	82	81	9
1746	Unterbergla	141	22	0	0
1747	St.Peter	696	223	146	3
1748	Deutschlandsberg	889	1325	79	11
1749	G.St.Florian	222	218	60	24
1750	Garanas	267	157	0	0
1751	Wettmannstötten	114	9	70	10
1752	Deutschlandsberg	1029	371	103	12
1753	Unterbergla	182	18	83	3
1754	Unterbergla	270	36	0	0
1755	Deutschlandsberg	576	936	78	13
1756	Unterbergla	255	63	76	5
1757	St.Andrö	627	111	129	3
1758	Deutschlandsberg	498	190	116	6
1759	St.Nikolai	251	115	140	1
1760	Tieschen	1287	282	51	5

1761	Kitzeck	1249	268	106	7
1762	Tillmitsch	411	76	0	0
1763	St.Peter	224	42	172	2
1764	Holleneegg	1992	268	69	25
1765	St.Andrö	673	111	75	9
1766	Pistorf	1396	453	99	13
1767	Wielfresen	579	136	173	2
1768	Leibnitz	2058	572	64	17
1769	Ratschendorf	600	232	67	12
1770	Wagna	1171	1196	77	17
1771	Sulmeck	245	244	109	25
1772	Wagna	291	80	78	18
1773	Wagna	1094	96	79	9
1774	Heimschuh	300	35	83	12
1775	Gleinstötten	1036	729	89	12
1776	Heimschuh	442	32	103	2
1777	Wagna	241	26	106	6
1778	Radkersburg Umgebung	1763	659	63	14
1779	Oberhaag	2208	470	134	5
1780	Gamlitz	1430	568	136	4
1781	Sulmeck	751	90	0	0
1782	Wernersdorf	636	135	124	3
1783	Spielfeld	988	383	88	37
1784	Mureck	1550	1041	55	18
1785	Eichberg-Trautenburg	766	170	111	9
1786	Berghausen	645	146	89	2
1787	Gamlitz	801	284	136	2
1788	Ratsch an der Weinstraße	454	138	53	1
1789	Pitschgau	1548	332	114	12
1790	Bad Radkersburg	1329	2190	49	16
1791	Arnfels	1051	472	95	15
1792	Sulztal a.d.Weinstraße	126	49	49	1
1793	Glanz an der Weinstraße	1383	360	122	2
1794	Aibl	1369	461	146	6
1795	Großradl	1379	167	174	4
1796	Leutschach	562	271	100	8
1797	Schloßberg	1067	282	111	2
1798	Fürstenfeld	6088	5169	58	12
1799	Grafendorf bei Hartberg	2519	1055	84	13
1800		1180	1945	185	1
1801	Weiz	2177	568	64	28
1802	Weiz	1051	965	73	39
1803	Krottendorf	2386	2352	89	40
1804	Mortantsch	2081	300	70	19
1805	St.Ruprecht	2263	1237	72	38

1806	K=flach	648	486	98	10
1807	Börnbach	957	117	93	14
1808	Rosental	549	639	69	24
1809	Voitsberg	910	349	105	11
1812	Ligist	1639	355	72	14
1813	Deutschlandsberg	1277	1376	60	24
1814	Deutschlandsberg	1493	2068	81	13
1815	Frauental	1954	866	56	27
1816	Schwanberg	1496	782	92	10
1817	Eibiswald	1419	1026	93	13
1818	Wagna	934	273	74	11
1819	Lannach	94	17	0	0
1820	Deutschfeistritz	968	211	88	6
1821	Frohnleiten	1643	367	57	39
1822	Frohnleiten	1131	341	69	7
1824		1538	723	34	114
1825		605	911	33	170
1829	Raaba	2270	3360	40	108
1830		942	90	35	156
1831		499	64	30	143
1832		1261	129	37	49
1834		1857	121	36	53
1835		1696	176	33	97
1836	Lañnitzhöhe	2690	1077	60	47
1837	Eggersdorf	1678	640	49	17
1839		785	178	35	126
1840		433	169	31	132
1841		3337	260	36	175
1842	Frohnleiten	317	686	48	3
1844	Gnas	1289	970	97	8
1845		374	83	33	197
1846		1224	45	24	192
1847		679	294	34	108
1848		330	1650	40	95
1849		1090	186	31	161
1850		102	918	29	164
1851		1719	1322	34	174
1852		103	1633	33	191
1853		184	1741	33	147
1854		64	115	41	172
1855		437	61	37	150
1856		962	1345	33	163
1857		1189	1350	32	82
1858		418	148	34	82
1859		161	1412	37	102

1860		368	223	31	131
1861		0	1086	31	118
1862		661	88	32	107
1863		1004	73	30	157
1864		63	1275	29	165
1865		826	1532	31	166
1868		1	69	38	128
1869		737	152	28	199
1870		854	107	29	210
1871		838	843	28	149
1872		171	984	32	135
1873	Leibnitz	991	1476	88	5
1874	Ehrenhausen	1040	235	78	6
1875	Gleisdorf	1225	2365	49	55
1876	Gleisdorf	843	787	50	58
1877		1795	1839	32	183
1878		1264	192	29	132
1879		373	400	29	144
1880		606	259	28	143
1882		677	125	32	154
1883	Seiersberg	1852	2721	43	113
1885		777	248	46	115
1886		89	390	36	153
1887		206	2901	36	152
1888	Hart	2769	2477	43	68
1889		709	213	32	159
1890		704	780	39	134
1891	Peggau	1448	587	58	16
1892		1943	2657	30	180
1893		866	989	35	133
1894		761	808	32	165
1895	Kaindorf	2250	1114	61	42
1897	Feldbach	708	208	72	28
1899	Albersdorf	1097	1487	55	31
1900	Passail	1954	1007	111	7
1901	Fehring	2992	1858	77	10
1902	Koeflach	1338	759	65	41
1903	Rosental	1088	143	93	6
1904		548	927	32	171
1905		3196	4706	104	8
1906		206	334	31	175
1907		432	344	30	182
1908		497	58	28	201
1909		354	608	30	116
1910		343	1410	33	137

1911		224	2185	29	150
1912		42	1034	31	166
1913		91	314	34	159
1914		9	20	37	156
1915		496	77	32	77
1916		804	1057	34	169
1917		175	37	30	152
1918		163	151	30	148
1919		1110	112	35	102
1920		579	264	29	141
1921		81	1467	39	152
1922		911	152	33	132
1923		88	376	35	128
1924		84	39	30	132
1925		26	246	36	128
1926		305	2	25	159

Aus dem GUARD Modell Daten für das Jahr 2030

Nr.	Bezirk	Einwohner 2030	Arbeitsplätze 2030	Mittlere Reisezeit [Min]	Mittlere Bedienungshäufigkeit
1001	Strallegg	1769	417	125	2
1002	Wenigzell	1355	487	152	5
1003	Vornholz	680	154	54	5
1004	Vorau	1294	1065	91	8
1005	Schachen bei Vorau	1106	192	49	11
1006	Puchegg	519	101	108	3
1007	Miesenbach bei Birkfeld	644	157	129	4
1008	Stambach	597	123	95	3
1009	Lafnitz	1397	682	210	6
1010	Gschaid bei Birkfeld	864	217	133	3
1011	Sonnhofen	945	231	71	4
1012	Birkfeld	1495	1398	104	13
1013	Fladnitz	1086	579	134	5
1014	St.Kathrein am Offenegg	1008	311	137	8
1015	Koglhof	1016	246	113	15
1016	Pöllauberg	1984	414	103	5
1017	Saifen-Boden	952	336	69	4
1018	Hohenau	481	98	0	0
1019	Naintsch	564	169	183	3
1020	Tyrnau	147	49	0	0
1021	Frohnleiten	417	152	0	0
1022	Greinbach	1728	552	78	17
1023	Rabenwald	556	108	44	4

1024	Röthelstein	198	141	31	1
1025	St.Johann in der Haide	2254	896	60	9
1026	Pöllau	1880	1224	76	8
1027	Schrems	569	128	102	3
1028	Baierdorf	1544	772	127	15
1029	Hartberg Umgebung	2271	809	73	37
1030	Tulwitz	472	144	107	3
1031	Hohenau	490	110	109	9
1032	Thannhausen	279	45	0	0
1033	Floing	1166	286	96	29
1034	Schönegg bei Pöllau	1259	373	77	11
1035	Stubenberg	683	372	118	11
1036	Anger	784	551	96	19
1037	Naas	1400	328	88	11
1038	Hartberg	6450	6420	68	22
1039	Semriach	1973	372	87	13
1040	Stubenberg	681	162	215	1
1041	Frohnleiten	567	425	60	6
1042	_belbach	1005	613	138	9
1043	Hohenau	297	40	0	0
1044	Rohr bei Hartberg	1037	191	85	6
1045	Feistritz	1011	275	96	22
1046	Frohnleiten	286	21	57	44
1047	Frohnleiten	349	411	66	5
1048	Frohnleiten	295	507	47	25
1049	Frohnleiten	340	392	46	32
1050	Frohnleiten	375	9	57	43
1051	Dienersdorf	742	87	77	39
1052	Arzberg	518	165	0	0
1053	Thannhausen	774	137	78	25
1054	Neudorf	457	148	0	0
1055	St.Magdalena am Lemberg	1098	180	79	4
1056	Thannhausen	575	108	82	26
1057	Stubenberg	429	116	93	9
1058	Hofkirchen bei Hartberg	687	140	96	3
1059	Buch-Geiseldorf	1045	296	72	7
1060	Thannhausen	584	135	90	12
1061	Kaindorf	1592	1177	74	34
1062	Thannhausen	164	18	0	0
1063	Puch	582	125	100	22
1064	Stubenberg	273	51	111	2
1065	Puch	1376	412	103	20
1066	Tiefenbach bei Kaindorf	669	173	74	34
1067	Stubenberg	205	154	85	11
1068	Gutenberg	1250	154	90	18

1069	Deutschfeistritz	338	58	60	18
1070	Ebersdorf	1235	311	105	3
1071	Wörth an der Lafnitz	356	59	93	5
1072	Stenzengreith	528	74	89	9
1073	Weiz	534	737	94	29
1074	_belbach	1059	308	68	9
1075	Peggau	773	598	51	37
1076	Semriach	1064	438	61	12
1077	Siegersdorf b.Herberstein	277	43	172	2
1078	Weiz	791	953	65	36
1079	Weiz	1677	2489	83	27
1080	Hartl	783	417	114	32
1081	Deutschfeistritz	709	257	65	14
1082	Semriach	538	186	77	10
1083	Etzersdorf	515	107	69	13
1084	Weiz	1000	262	75	44
1085	St.Johann bei Herberstein	367	107	76	3
1086	Weiz	716	116	77	37
1087	Kulm	494	61	71	6
1088	Weiz	635	1522	74	40
1089	Sebersdorf	1448	590	77	13
1090	Weiz	774	673	68	35
1091	Kaibing	379	74	61	33
1092	Gallmannsegg	279	72	169	2
1093	Großst ³ bing	348	76	90	2
1094	Pischelsdorf	760	430	81	34
1095	Geistthal	693	182	102	7
1096	St.Radegund	2037	702	58	24
1097	Reichendorf	635	83	103	4
1098	Blaindorf	646	153	89	3
1099	Hirnsdorf	654	314	60	32
1100	Deutschfeistritz	1827	451	60	17
1101	Gschnaidt	363	84	108	2
1102	Limbach bei Neudau	346	76	107	3
1103	Neudau	1159	656	95	4
1104	Kumberg	1623	269	58	36
1105	Mitterdorf	686	87	61	28
1106	Kumberg	2465	606	58	48
1107	Preßguts	411	81	76	10
1108	Stattegg	396	150	57	91
1109	Etzersdorf	721	112	77	11
1110	Mitterdorf	1046	130	61	25
1111	Kainach bei Voitsberg	606	119	108	12
1112	Unterfladnitz	961	386	69	44
1113	Gersdorf an der Feistritz	1173	484	100	5

1114	Bad Waltersdorf	2256	1252	83	12
1115	Großhart	615	135	100	2
1116	Pischelsdorf	284	271	58	33
1117	Gratkorn	1726	215	97	13
1118	Pischelsdorf	1551	637	57	33
1119	Großsteinbach	1163	340	95	7
1120	Ilztal	551	236	63	32
1121	Eisbach	1153	570	61	30
1122	Salla	265	285	155	2
1123	Gratkorn	647	883	48	18
1124	Albersdorf	908	174	59	31
1125	Burgau	1059	340	49	3
1126	Kaindorf	362	156	76	14
1127	Mettersdorf am Saßbach	1176	615	183	2
1128	Unterbergla	339	65	90	5
1129	Leibnitz	1881	1155	75	10
1130	St.Andrö	108	25	171	1
1131	Unterbergla	112	28	154	2
1132	St.Peter	72	11	0	0
1133	St.Veit am Vogau	1936	751	104	3
1134	Holleneegg	54	18	117	2
1135	Schwanberg	436	63	0	0
1136	Gabersdorf	1177	728	106	13
1137	Hof bei Straden	765	503	58	3
1138	Heimschuh	1276	357	74	15
1139	St.Peter	405	76	88	3
1140	Leibnitz	1969	198	88	4
1141	Seggauberg	1069	260	120	1
1142	St.Martin	892	325	107	7
1143	St.Martin	259	50	97	4
1144	St.Peter	1336	472	68	25
1145	Leibnitz	1046	1004	68	26
1146	Wagna	1892	75	84	10
1147	Leibnitz	596	1678	71	24
1148	Klöch	1101	486	71	3
1149	Groß Klein	2090	554	109	13
1150	Gosdorf	1056	237	62	21
1151	Murfeld	1588	275	78	17
1152	Obervogau	903	121	69	4
1153	Deutsch Goritz	1117	531	95	11
1154	Limberg bei Wies	914	144	125	4
1155	Weinburg am Saßbach	1039	155	89	4
1156	St.Martin	442	316	77	26
1157	Retznei	428	150	129	6
1158	Halbenrain	1626	738	49	18

1159	Vogau	1169	511	68	12
1160	Gleinstötten	374	83	96	9
1161	Eichfeld	806	257	43	2
1162	Sulmeck	274	47	98	11
1163	Straß in Steiermark	1883	1300	84	15
1164	Gamlitz	866	180	134	3
1165	Soboth	290	80	251	2
1166	Wies	2196	1002	91	26
1167	St.Johann im Saggautal	1964	508	101	13
1168	Großklein	207	62	203	2
1169	St.Oswald ob Eibiswald	512	131	170	3
1170	Pöfing	972	519	84	27
1171	Pöfing	704	231	74	26
1172	Mitterdorf	299	102	0	0
1173	Unterfladnitz	795	872	80	38
1174	Brodingberg	446	100	0	0
1175	Purgstall	611	109	0	0
1176	Oberrettenbach	466	85	414	1
1177	Weinitzen	1189	134	53	17
1178	Ilztal	730	132	59	32
1179	Graden	445	93	131	2
1180	Stattegg	2621	284	42	92
1181	Bad Blumau in Steiermark	1533	713	65	5
1182	Weinitzen	1598	568	45	47
1183	Hainersdorf	564	137	107	6
1184	Kohlschwarz	641	90	111	13
1185	Gratwein	1588	706	50	52
1186	Sinabelkirchen	2292	472	73	31
1187	Brodingberg	880	243	49	50
1188	Purgstall	1043	146	55	12
1189	Ilztal	488	69	64	2
1190	Gratkorn	501	18	44	48
1191	Eisbach	1992	489	67	33
1192	Nitscha	1108	125	60	44
1193	Gratkorn	1174	324	42	34
1194	Gratkorn	1322	1895	43	44
1195	Stiwoll	728	104	81	8
1196	Piberegg	371	80	0	0
1197	Sinabelkirchen	407	52	95	4
1198	Gratkorn	1113	253	46	47
1199	Ilz	2386	1565	69	27
1200		806	216	52	3
1201	Gratkorn	2014	1650	36	43
1202	Ludersdorf	2614	843	42	56
1203		443	94	37	5

1204	S÷dingberg	706	124	96	7
1205	Gratwein	2312	471	44	68
1206		1793	277	35	84
1207		1323	212	47	51
1208	Sinabelkirchen	255	40	68	4
1209	Nestelbach im Ilztal	1067	307	72	30
1210		863	121	42	92
1211	Judendorf	1909	479	41	23
1212		2201	222	37	98
1213		1038	530	39	96
1214	Kainbach	3027	690	38	64
1215	Judendorf	1689	442	49	9
1216	Nitscha	572	132	58	23
1217		388	198	39	157
1218	Eggersdorf	499	117	45	6
1219	Judendorf	1252	74	50	19
1220	Börnbach	854	86	0	0
1221	Gleisdorf	3376	571	64	35
1222		416	133	46	45
1223		841	186	32	56
1224	Judendorf	806	119	43	24
1225	Sinabelkirchen	1167	703	61	24
1226	H÷f	1438	195	47	52
1227	Judendorf	571	71	41	17
1228		557	145	34	167
1229		713	181	37	77
1230		2653	1373	30	187
1231		1644	691	31	126
1232		1023	197	34	133
1233	Gleisdorf	1067	1719	49	47
1234		122	1284	37	155
1235		1683	221	30	189
1236		688	229	46	147
1237		1246	229	37	150
1238	Hofstötten	1318	863	57	32
1239	Altenmarkt b.Fürstenfeld	1187	321	64	23
1240	Großwilfersdorf	1283	893	75	23
1241	St.Oswald	1253	189	68	8
1242		448	185	28	180
1243		604	290	30	180
1244		776	365	38	71
1245		1257	743	37	183
1246	Thal	2285	372	55	41
1247	Ungerdorf	1001	88	70	6
1248		0	29	53	26

1249	Hofstötten	532	68	74	22
1250	St.Bartholomö	1393	306	63	14
1251		2349	398	33	178
1252		800	173	26	191
1253		656	137	31	133
1254		817	805	34	156
1255		1339	241	28	142
1256	Sinabelkirchen	329	47	171	2
1257	Lankowitz	452	102	0	0
1258	Kainbach	24	799	51	59
1259		626	494	27	171
1260	Labuch	935	82	62	6
1261		756	199	27	165
1262		1174	758	30	146
1263	Lañnitzthal	1237	180	52	42
1264		975	178	28	169
1265		617	64	30	76
1266		739	172	28	155
1267		610	376	27	168
1268		1031	136	33	88
1269		331	329	34	190
1270	Nestelbach	1149	438	66	48
1271		821	461	28	153
1272		847	367	30	178
1273		640	1090	35	148
1274	Stallhofen	451	75	72	13
1275		1847	244	26	177
1276	Hofstötten	579	160	53	16
1277		11	0	46	173
1278	Kainbach	0	4232	46	62
1279		2678	1002	26	179
1280		0	311	34	142
1281	Voitsberg	261	23	97	3
1282		858	1213	36	138
1283		1550	185	26	174
1284		1313	146	26	186
1285		713	408	27	176
1286		1732	248	31	159
1287		740	150	25	162
1288	Stallhofen	1403	392	84	16
1289		2432	188	27	168
1290		1269	385	27	125
1291		1093	1046	35	148
1292		589	206	31	175
1293		1302	210	27	193

1294		1073	671	28	190
1295		1012	412	31	136
1296	Hartmannsdorf	1748	645	87	8
1297	St.Margarethen	635	57	92	6
1298	Gößnitz	412	103	0	0
1299	Hirscheegg	523	201	159	3
1300	Hartmannsdorf	39	6	370	1
1301		866	131	31	150
1302		529	203	28	180
1303		758	726	32	145
1304		1260	362	31	167
1305	Rohrbach	1475	297	52	10
1306		709	140	28	65
1307		1159	528	30	142
1308		919	594	31	163
1309		272	4262	43	123
1310		2328	258	26	198
1311		1110	646	29	139
1312		956	64	29	179
1313		972	1577	31	147
1314		610	239	27	143
1315		1050	510	30	165
1316		1229	1109	30	184
1317	Hart	2024	189	54	97
1318	Hartmannsdorf	757	105	59	9
1319		304	366	32	198
1320	Ottendorf a.d.Rittschein	1575	230	99	8
1321	Börnbach	1097	79	76	14
1322		570	2190	42	156
1323		1157	406	33	207
1324		761	385	29	156
1325		1339	673	29	153
1326		1499	559	31	162
1327		1019	1132	31	165
1328		753	1892	32	181
1329		2190	546	31	198
1330		862	246	28	189
1331	K=flach	1079	554	71	9
1332		2011	1794	27	185
1333		806	356	29	177
1334		364	43	26	232
1335	Börnbach	372	45	77	19
1336		2165	983	30	194
1337		2505	253	29	270
1338		1233	503	29	201

1339		1269	487	38	191
1340	K=flach	213	466	92	2
1341	Börnbach	1557	600	78	19
1342		3184	1547	29	223
1343		520	186	30	157
1344		692	1184	30	189
1345		710	73	31	176
1346		1219	263	28	192
1347		670	4499	35	147
1348		1130	702	31	179
1349		567	194	31	190
1350		335	4282	33	159
1351		372	719	30	176
1352	St.Margarethen	395	39	69	12
1353		368	6252	31	158
1354		394	523	31	156
1355		1352	176	30	171
1356		569	235	30	178
1357		1090	422	29	189
1358	K=flach	1179	62	84	12
1359		1412	3067	32	167
1360		1061	842	28	176
1361		2694	1418	34	151
1362		973	240	40	167
1363		8672	738	40	163
1364		668	571	30	163
1365		995	347	30	131
1366	Langeegg	866	119	74	11
1367		208	5118	30	153
1368		2292	532	28	203
1369		2286	364	39	78
1370		714	438	33	149
1371		199	2126	29	155
1372		726	702	31	164
1373		288	3581	38	141
1374		1423	1247	29	158
1375	St.Margarethen	611	69	82	9
1376		1586	334	29	132
1377		2136	463	31	190
1378		991	647	29	177
1379		791	232	30	173
1380		2715	271	28	192
1381		1638	227	29	181
1382		1310	203	31	137
1383	Hitzendorf	2455	658	67	19

1384	Lankowitz	1113	277	100	24
1385	Stallhofen	679	364	73	16
1386		2222	673	28	163
1387	Voitsberg	1408	730	72	29
1388		772	1046	28	167
1389	Baernbach	438	1021	63	28
1390		507	186	30	147
1391		1407	670	28	150
1392		928	473	28	151
1393		114	188	32	132
1394		460	1186	31	155
1395		1896	782	30	179
1396		1327	362	26	157
1397		1175	473	36	153
1398		1334	511	34	174
1399	Breitenfeld an der Rittschein	721	228	99	8
1400	Söchau	1411	374	82	8
1401		300	293	45	122
1402	K+flach	527	733	74	30
1403		2701	799	32	149
1404		1598	599	28	176
1405		1373	218	30	140
1406	Vasoldsberg	2099	404	50	29
1407		1503	1006	33	156
1408		1148	696	31	171
1409	K+flach	444	191	78	1
1410		527	636	38	145
1411		1062	371	35	202
1412		2894	1346	33	137
1413		736	2021	34	160
1414	Lankowitz	491	35	97	6
1415		762	1558	32	125
1416		1278	562	32	163
1417		665	47	30	188
1418	St.Margarethen	1102	827	76	11
1419		1210	656	32	151
1420		783	811	33	145
1421		768	232	32	157
1422		3470	1090	28	160
1423		477	164	26	176
1424		333	253	29	156
1425		1598	1214	32	131
1426	St.Margarethen	712	86	61	30
1427		1142	109	31	155
1428		526	60	36	138

1429	K=flach	446	67	97	16
1430		858	1050	35	146
1431		4404	1114	35	196
1432		234	448	28	185
1433		2960	930	33	195
1434		701	1376	30	168
1435		511	437	34	157
1436		1139	457	30	170
1437	K=flach	552	141	92	28
1438	Krumegg	1208	179	67	8
1439		457	535	31	137
1440	Voitsberg	646	76	76	13
1441		906	636	32	146
1442	K=flach	577	22	91	16
1443		1360	490	29	181
1444		4682	696	28	167
1445		1016	89	28	169
1446		2863	3834	36	93
1447		2373	622	30	136
1448		2768	1375	29	153
1449	Voitsberg	583	397	70	28
1450	Edelsgrub	735	125	71	30
1451		770	241	34	138
1452		725	430	28	139
1453		1616	151	28	165
1454		3001	440	33	126
1455		1009	217	25	146
1456		922	44	24	163
1457	Übersbach	1192	240	58	19
1458		1731	307	29	179
1459		539	253	27	172
1460		1171	384	26	160
1461		281	200	29	165
1462	Voitsberg	779	590	62	43
1463	Hartmannsdorf	474	76	126	3
1464		2507	185	28	176
1465		2065	70	26	156
1466	Hitzendorf	1294	129	62	17
1467	Hitzendorf	31	7	70	17
1468	Voitsberg	486	942	57	38
1469	Attendorf	1453	191	65	8
1470	K=flach	487	64	82	20
1471		566	62	29	168
1472		1018	164	29	144
1473		5843	1760	46	121

1474	Voitsberg	514	93	130	2
1475		467	110	28	169
1476		48	1339	32	137
1477	Eichk÷gl	572	80	0	0
1478		1900	44	28	156
1479		549	1714	31	129
1480	St.Margarethen	968	203	92	12
1481	Riegersburg	2110	727	122	4
1482		811	192	27	164
1483	Voitsberg	808	336	64	43
1484	K÷flach	1091	93	85	16
1485	Voitsberg	1243	847	64	22
1486	Eichk÷gl	712	81	281	2
1487		1309	46	27	150
1488	Stallhofen	291	109	71	16
1489		475	325	31	146
1490	Voitsberg	907	248	61	42
1491	K÷flach	512	65	79	17
1492		1591	1187	31	150
1493		1136	1093	30	153
1494	Stallhofen	271	25	54	17
1495		688	500	36	132
1496		1490	904	31	178
1497		1007	223	34	190
1498		816	1476	34	119
1499		527	1885	36	128
1500	Loipersdorf b.Fürstenfeld	1391	1513	65	8
1501	Edelschrott	1381	590	155	8
1502		887	858	30	120
1503	Rosental	41	4	0	0
1504	St.Marein	1323	322	63	15
1505	Voitsberg	629	443	133	2
1506		1088	394	30	130
1507		1310	240	33	121
1508	Krottendorf	1801	253	63	38
1509	Vasoldsberg	2666	418	44	24
1510		1574	203	31	110
1511		8	1015	37	130
1512		69	1212	45	120
1513		436	341	48	94
1514	Grambach	2077	1386	39	54
1515		723	294	36	70
1516	Edelsbach	891	171	87	2
1517		1484	548	36	33
1518	St.Martin am Wöllmißberg	750	128	191	1

1519	Auersbach	901	209	76	1
1520		926	868	42	111
1521		1535	155	33	86
1522		394	919	40	114
1523		1585	7231	46	95
1524	St.Johann	166	19	108	5
1525	Hatzendorf	1696	517	79	16
1526		2371	1037	34	112
1527	Studenzen	707	393	72	14
1528	St.Johann	241	23	0	0
1529		1443	112	37	109
1530	Seiersberg	4669	1527	55	128
1531	Feldkirchen	1171	331	29	74
1532	Empersdorf	1279	386	57	21
1533	Seiersberg	1333	597	36	84
1534	G÷ssendorf	1897	1342	35	72
1535	St.Johann	1538	340	59	39
1536	Krumegg	268	34	293	1
1537	Fladnitz	759	176	71	32
1538	Krottendorf	625	396	56	37
1539	S÷ding	2369	788	57	43
1540	Petersdorf	893	156	186	1
1541	Attendorf	448	35	72	6
1542	Feldkirchen	1493	2655	40	45
1543	Stein	490	81	98	2
1544	Feldkirchen	856	278	39	11
1545	Unterlamm	1126	263	89	4
1546	Haselsdorf	1393	678	71	40
1547	Pirka	3580	886	41	63
1548	Pack	331	104	199	1
1549	Hausmannstötten	3304	1294	41	60
1550	Oberdorf	727	149	101	3
1551	Kornberg bei Riegersburg	1046	331	95	6
1552	G÷ssendorf	1489	410	36	53
1553	Pirching	264	40	67	19
1554	Ligist	422	105	88	11
1555	Edelsbach	408	335	58	26
1556	Lieboch	2453	451	47	41
1557	Kirchberg	1314	872	84	8
1558	Edelstauden	440	80	85	19
1559	Feldkirchen	2982	829	39	41
1560	Mooskirchen	789	145	0	0
1561	Ligist	839	190	95	11
1562	G÷ssendorf	1077	138	38	26
1563	Unterpremstötten	2828	3098	52	59

1564	Mooskirchen	709	398	64	3
1565	Lödersdorf	651	182	72	25
1566	Ligist	267	87	0	0
1567	Kirchberg	768	78	101	5
1568	Fernitz	3759	742	44	48
1569	Kalsdorf	714	587	50	29
1570	Lieboch	3132	1830	44	67
1571	Unterpremstötten	359	20	53	39
1572	Hohenbrugg-Weinberg	943	154	58	12
1573	Zerlach	1606	356	75	19
1574	Mooskirchen	639	151	93	2
1575	Gniebing	1361	941	62	29
1576	Pirching	1291	258	68	21
1577	Heiligenkreuz	1634	563	58	20
1578	Kalsdorf	3033	946	46	46
1579	St.Ulrich	831	183	92	20
1580	Unterpremstötten	1830	1127	50	28
1581	Kalsdorf	2260	2793	50	36
1582	Raabau	598	118	66	2
1583	Johnsdorf-Brunn	783	251	72	20
1584	Mooskirchen	323	41	57	2
1585	Oberstorcha	581	87	50	6
1586	Lannach	606	1504	70	2
1587	Zettling	1987	782	50	22
1588	Dobl	2033	1082	70	13
1589	St.Stefan	284	53	150	1
1590	St.Stefan	475	71	81	9
1591	Modriach	178	51	0	0
1592	Feldbach	1379	2176	80	27
1593	Paldau	810	147	92	9
1594	Paldau	1121	459	82	10
1595	Gundersdorf	383	74	24	1
1596	Mellach	1432	315	50	26
1597	Greisdorf	613	215	114	2
1598	Gniebing	918	124	58	15
1599	Feldbach	1990	2553	86	15
1600	Feldbach	730	2159	59	22
1601	St.Stefan	389	66	90	8
1602	Muehldorf	1669	933	80	13
1603	Leitersdorf im Raabtal	703	128	58	13
1604	St.Stefan	1741	318	122	18
1605	Lannach	1996	1581	54	36
1606	Wundschuh	1704	695	58	20
1607	Pertlstein	785	101	66	10
1608	Kalsdorf	1206	1054	45	29

1609	Heiligenkreuz	415	65	88	7
1610	Lannach	472	47	0	0
1611	M ³ hldorf	759	109	69	6
1612	Lannach	332	117	60	22
1613	M ³ hldorf	410	44	51	10
1614	St.Stefan	1187	436	88	10
1615	Zwaring	1165	260	78	20
1616	Werndorf	2540	1810	48	31
1617	Kirchbach	1104	561	76	18
1618	Gossendorf	919	108	100	3
1619	Perlsdorf	313	84	82	6
1620	Marhof	329	44	0	0
1621	M ³ hldorf	430	97	49	11
1622	Allerheiligen	948	187	60	20
1623	Baumgarten	497	105	121	4
1624	Frannach	534	110	105	2
1625	Kohlberg	465	146	135	3
1626	Allerheiligen	532	149	77	22
1627	Kirchbach	362	54	105	3
1628	Georgsberg	389	53	59	20
1629	St.Josef	511	48	0	0
1630	Greisdorf	297	33	115	2
1631	Gnas	266	35	70	9
1632	Kloster	200	82	0	0
1633	Georgsberg	853	320	78	23
1634	St.Josef	410	69	55	30
1635	Maierdorf	472	101	75	7
1636	Gams	514	63	81	2
1637	Kapfenstein	1432	479	94	5
1638	Stocking	461	122	0	0
1639	St.Josef	765	139	129	1
1640	St.Stefan	802	826	83	17
1641	Marhof	494	79	100	3
1642	Marhof	262	64	83	3
1643	Zwaring	583	70	68	10
1644	Bad Gleichenberg	2190	2070	87	7
1645	Gnas	321	112	98	3
1646	Weitendorf	538	194	55	24
1647	Weitendorf	1121	224	95	2
1648	Stainz	324	155	80	24
1649	St.Stefan	260	89	124	3
1650	Stainztal	609	63	82	26
1651	Osterwitz	152	43	0	0
1652	St.Stefan	120	26	0	0
1653	Trautmannsdorf in Oststmk.	864	173	92	7

1654	Preding	109	19	0	0
1655	Mitterlabill	379	123	116	2
1656	Stocking	407	114	84	13
1657	St.Stefan	365	99	94	4
1658	St.Georgen	1054	313	83	14
1659	Stainz	1513	1281	71	24
1660	Stocking	654	98	75	12
1661	Georgsberg	341	44	110	1
1662	Wildon	1570	471	60	25
1663	Gams	969	193	115	13
1664	Stainz	173	18	0	0
1665	Unterauersbach	406	142	150	2
1666	Bairisch Kölldorf	1023	391	118	4
1667	Stallhof	554	48	80	26
1668	Schwarzau	598	326	109	4
1669	Stainztal	198	19	118	1
1670	Poppendorf	633	152	100	6
1671	Stainz	670	195	79	14
1672	Stainztal	205	37	73	5
1673	Hengsberg	598	91	86	2
1674	Wildon	588	407	63	21
1675	Preding	1354	657	77	9
1676	Rassach	605	44	80	7
1677	Stainztal	292	80	94	6
1678	Wildon	643	138	76	17
1679	Jagerberg	376	82	113	4
1680	Gams	246	37	84	14
1681	Jagerberg	935	434	164	3
1682	Rassach	267	42	65	7
1683	Glojach	229	68	185	1
1684	Raning	730	161	140	2
1685	Hengsberg	438	126	75	2
1686	Freiland bei Deutschlandsberg	158	52	0	0
1687	Ragnitz	352	80	94	6
1688	Rassach	382	61	86	4
1689	St.Anna am Aigen	1557	494	62	5
1690	Lebring	2208	1534	74	12
1691	Stainztal	193	35	90	6
1692	Hengsberg	424	80	95	6
1693	Lang	1007	368	129	2
1694	Preding	317	51	65	31
1695	Merkendorf	1127	181	99	7
1696	Gams	648	111	77	13
1697	Rassach	210	38	62	3
1698	Breitenfeld	189	30	153	3

1699	Ragnitz	564	161	81	9
1700	Wolfsberg	554	625	125	4
1701	G.St.Florian	206	13	133	3
1702	Aug-Radisch	257	47	106	3
1703	Lang	312	84	0	0
1704	Krusdorf	352	101	80	3
1705	Grabersdorf	317	129	118	2
1706	Wettmannstötten	265	184	30	0
1707	Jagerberg	166	34	0	0
1708	Frutten-Gießelsdorf	553	174	125	4
1709	Wettmannstötten	281	21	30	0
1710	Deutschlandsberg	745	131	84	5
1711	St.Nikolai	180	27	110	3
1712	Frauental	897	796	69	31
1713	G.St.Florian	305	71	65	26
1714	St.Nikolai	776	180	143	3
1715	G.St.Florian	215	27	83	4
1716	Wettmannstötten	718	264	79	9
1717	Wolfsberg	214	23	154	2
1718	St.Nikolai	366	74	0	0
1719	Ragnitz	551	252	101	4
1720	Trahütten	408	98	0	0
1721	G.St.Florian	782	675	131	4
1722	Gressenberg	236	88	0	0
1723	Deutschlandsberg	583	60	0	0
1724	Stainz bei Straden	855	219	87	9
1725	Hainsdorf	278	101	123	3
1726	Bierbaum am Auersbach	429	144	163	2
1727	Gralla	2682	1082	82	6
1728	G.St.Florian	368	38	67	25
1729	Trössing	247	40	138	2
1730	G.St.Florian	194	18	112	2
1731	St.Peter	146	29	108	3
1732	Tillmitsch	1680	546	86	10
1733	St.Nikolai	320	98	0	0
1734	Straden	1365	543	90	5
1735	St.Nikolai ob Draßling	1107	370	163	2
1736	Wettmannstötten	233	40	0	0
1737	St.Nikolai	380	119	0	0
1738	Tillmitsch	1198	310	67	13
1739	Dietersdorf am Gnasbach	346	1071	155	1
1740	G.St.Florian	214	22	105	1
1741	St.Peter	246	119	139	2
1742	G.St.Florian	181	118	157	1
1743	Deutschlandsberg	1197	197	84	1

1744	St.Peter	318	40	128	2
1745	St.Andrö	315	86	81	9
1746	Unterbergla	131	22	0	0
1747	St.Peter	651	234	146	3
1748	Deutschlandsberg	912	1325	79	11
1749	G.St.Florian	205	218	60	24
1750	Garanas	225	157	0	0
1751	Wettmannstötten	119	9	70	10
1752	Deutschlandsberg	1056	371	103	12
1753	Unterbergla	169	18	83	3
1754	Unterbergla	250	36	0	0
1755	Deutschlandsberg	591	936	78	13
1756	Unterbergla	236	63	76	5
1757	St.Andrö	599	117	129	3
1758	Deutschlandsberg	511	190	116	6
1759	St.Nikolai	259	121	140	1
1760	Tieschen	1135	296	51	5
1761	Kitzeck	1245	281	106	7
1762	Tillmitsch	424	80	0	0
1763	St.Peter	209	44	172	2
1764	Hollenegg	1678	268	69	25
1765	St.Andrö	643	117	75	9
1766	Pistorf	1309	476	99	13
1767	Wielfresen	555	136	173	2
1768	Leibnitz	2250	601	64	17
1769	Ratschendorf	549	244	67	12
1770	Wagna	1257	1256	77	17
1771	Sulmeck	223	244	109	25
1772	Wagna	312	84	78	18
1773	Wagna	1175	101	79	9
1774	Heimschuh	303	37	83	12
1775	Gleinstötten	972	765	89	12
1776	Heimschuh	446	34	103	2
1777	Wagna	259	27	106	6
1778	Radkersburg Umgebung	1696	692	63	14
1779	Oberhaag	1945	494	134	5
1780	Gamlitz	1411	596	136	4
1781	Sulmeck	683	90	0	0
1782	Wernersdorf	610	135	124	3
1783	Spielfeld	1015	402	88	37
1784	Mureck	1422	1093	55	18
1785	Eichberg-Trautenburg	721	179	111	9
1786	Berghausen	633	153	89	2
1787	Gamlitz	790	298	136	2
1788	Ratsch an der Weinstraße	446	145	53	1

1789	Pitschgau	1428	332	114	12
1790	Bad Radkersburg	1278	2300	49	16
1791	Arnfels	982	496	95	15
1792	Sulztal a.d.Weinstraße	124	51	49	1
1793	Glanz an der Weinstraße	1301	378	122	2
1794	Aibl	1262	461	146	6
1795	Großradl	1272	167	174	4
1796	Leutschach	529	285	100	8
1797	Schloßberg	1004	296	111	2
1798	Fürstenfeld	6241	5169	58	12
1799	Grafendorf bei Hartberg	2374	1055	84	13
1800		1211	1945	185	1
1801	Weiz	2339	568	64	28
1802	Weiz	1129	965	73	39
1803	Krottendorf	2564	2352	89	40
1804	Mortantsch	2145	300	70	19
1805	St.Ruprecht	2503	1237	72	38
1806	K÷flach	604	510	98	10
1807	Börnbach	960	123	93	14
1808	Rosental	513	671	69	24
1809	Voitsberg	882	366	105	11
1812	Ligist	1577	373	72	14
1813	Deutschlandsberg	1311	1376	60	24
1814	Deutschlandsberg	1532	2068	81	13
1815	Frauental	1894	866	56	27
1816	Schwanberg	1261	782	92	10
1817	Eibiswald	1309	1026	93	13
1818	Wagna	1003	287	74	11
1819	Lannach	98	17	0	0
1820	Deutschfeistritz	962	230	88	6
1821	Frohnleiten	1548	399	57	39
1822	Frohnleiten	1066	371	69	7
1824		1538	868	34	114
1825		605	1093	33	170
1829	Raaba	2679	3655	40	108
1830		1077	108	35	156
1831		571	77	30	143
1832		1379	155	37	49
1834		2031	145	36	53
1835		1854	211	33	97
1836	Lañnitz÷he	2811	1171	60	47
1837	Eggersdorf	1722	696	49	17
1839		885	214	35	126
1840		488	203	31	132
1841		3688	312	36	175

1842	Frohnlaiten	299	746	48	3
1844	Gnas	1170	1019	97	8
1845		374	100	33	197
1846		1353	54	24	192
1847		750	353	34	108
1848		365	1980	40	95
1849		1090	223	31	161
1850		102	1102	29	164
1851		5219	1586	34	174
1852		103	1960	33	191
1853		184	2089	33	147
1854		1776	138	41	172
1855		437	73	37	150
1856		962	1614	33	163
1857		1549	1620	32	82
1858		418	178	34	82
1859		161	1694	37	102
1860		429	268	31	131
1861		0	1303	31	118
1862		756	106	32	107
1863		1069	88	30	157
1864		65	1530	29	165
1865		826	1838	31	166
1868		1	83	38	128
1869		797	182	28	199
1870		854	128	29	210
1871		4399	1012	28	149
1872		171	1181	32	135
1873	Leibnitz	1083	1550	88	5
1874	Ehrenhausen	1021	247	78	6
1875	Gleisdorf	1387	2365	49	55
1876	Gleisdorf	955	787	50	58
1877		1795	2207	32	183
1878		1264	230	29	132
1879		402	480	29	144
1880		655	311	28	143
1882		732	150	32	154
1883	Seiersberg	2006	2960	43	113
1885		840	298	46	115
1886		96	468	36	153
1887		212	3481	36	152
1888	Hart	3168	2694	43	68
1889		775	256	32	159
1890		750	936	39	134
1891	Peggau	1487	638	58	16

1892		1943	3188	30	180
1893		936	1187	35	133
1894		820	970	32	165
1895	Kaindorf	2459	1170	61	42
1897	Feldbach	729	218	72	28
1899	Albersdorf	1104	1487	55	31
1900	Passail	1868	1007	111	7
1901	Fehring	2903	1951	77	10
1902	Koeflach	1247	797	65	41
1903	Rosental	1017	150	93	6
1904		548	1112	32	171
1905		3270	4706	104	8
1906		206	401	31	175
1907		432	413	30	182
1908		497	70	28	201
1909		413	730	30	116
1910		343	1692	33	137
1911		231	2622	29	150
1912		45	1241	31	166
1913		97	377	34	159
1914		9	24	37	156
1915		562	92	32	77
1916		866	1268	34	169
1917		189	44	30	152
1918		174	181	30	148
1919		1214	134	35	102
1920		626	317	29	141
1921		88	1760	39	152
1922		1027	182	33	132
1923		88	451	35	128
1924		1004	47	30	132
1925		946	295	36	128
1926		349	2	25	159

