



## Master Thesis

im Rahmen des  
Universitätslehrganges „Geographical Information Science & Systems“  
(UNIGIS MSc) am Interfakultären Fachbereich für GeoInformatik (Z\_GIS)  
der Paris Lodron-Universität Salzburg

zum Thema

### „Berufspendleranalyse“

Verhaltensanalyse der Berufspendler aufgrund  
sozioökonomischer Faktoren und räumlicher  
Gegebenheiten im Kreis Heinsberg

vorgelegt von

**Sarah Steffens**

105110, UNIGIS MSc Jahrgang 2018

Betreuer/in:

Dr. Thomas Prinz

Zur Erlangung des Grades

„Master of Science (Geographical Information Science & Systems) – MSc(GIS)“

## **Vorwort**

Ich möchte mich bei allen herzlich bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt und motiviert haben.

Ein großer Dank gilt Herrn Dr. Thomas Prinz, der meine Master-Thesis betreut und begutachtet. Für die hilfreichen Anregungen und die konstruktive Kritik, die bei der Erstellung der Arbeit aufgekommen sind, möchte ich mich herzlich bedanken. Ein weiterer Dank gilt Herrn Dr. Christian Neuwirth, der bei weiteren Fragestellungen ebenfalls mit hilfreichen Anregungen und konstruktiver Kritik zur Seite stand.

Ein besonderer Dank gilt den Menschen, die mich tagtäglich bei der Erstellung dieser Arbeit, sowie bei der Absolvierung dieses Studiums, motiviert und unterstützt haben. Ich möchte recht herzlich bei diesen Menschen danken. Darunter zählen an erster Stelle mein zukünftiger Mann Michael, meine Mutter Martina und ihr Mann Manfred, sowie der Rest der Familie, meinen Freunden und Arbeitskollegen. Zusätzlich möchte ich mich bei allen Umfrageteilnehmern bedanken. Ohne die zahlreiche Teilnahme wäre eine Auswertung der Ergebnisse in dieser Form nicht möglich gewesen. Zudem geht ein großer Dank an Herrn Ralf Dick beim Amt für Umwelt und Verkehrsplanung der Kreisverwaltung Heinsberg, der mich bei der Verbreitung der Umfrage unter den Kreisangestellten, tatkräftig unterstützt hat.

Ein weiterer großer Dank geht alle Korrekturleser, für ihre Zeit und Mühen.

Zuletzt möchte ich mich bei dem UNIGIS-Team und meinen Kommilitonen für die tatkräftige Unterstützung und schöne Zeit während des Studiums bedanken.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>II</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>VII</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>IX</b>
<b>Formelverzeichnis</b> .....	<b>X</b>
<b>Ehrenwörtliche Erklärung</b> .....	<b>XI</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>XII</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>XIII</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Mobilität</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2 Sozioökonomische Faktoren</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3 Kreis Heinsberg</b> .....	<b>9</b>
1.3.1 Straßenverkehrsnetz.....	11
1.3.2 ÖPNV-Verkehrsnetz .....	13
<b>1.4 Forschungsfrage</b> .....	<b>15</b>
<b>2. Analyse der Einflussfaktoren</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1 Datengrundlage</b> .....	<b>17</b>
2.1.1 Statistische Daten IT.NRW .....	18
2.1.2 Statistische Daten Mobilitätsuntersuchung 2018 .....	22
2.1.3 OpenStreetMap .....	24
2.1.4 General Transit Feed Specification .....	25
<b>2.2 Softwarekomponenten</b> .....	<b>26</b>
<b>2.3 Methodik der Analyse</b> .....	<b>27</b>
2.3.1 Datenerhebungsmodell (Modal-Split).....	28
2.3.2 Nordrhein-westfälische Modal-Split Erhebung .....	30
2.3.3 Eigene Datenerhebung .....	35
2.3.3.1 Aufbau des Fragebogens .....	35
2.3.3.2 Technische Umsetzung der Umfrage .....	38
2.3.3.3 Durchführung der Umfrage .....	39
2.3.4 Netzwerkanalyse Service Areas .....	40
2.3.5 Netzwerkanalyse Routing .....	42
2.3.6 Korrelationskoeffizient .....	46

<b>3. Auswertung .....</b>	<b>50</b>
<b>3.1 Ergebnisse der Umfrage .....</b>	<b>50</b>
3.1.1 Soziodemografische Daten .....	52
3.1.2 Verkehrsmittel .....	55
3.1.3 Verkehrsmittelnutzung .....	60
3.1.4 Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes .....	62
3.1.5 Finanzielle Anreize .....	64
<b>3.2 Ergebnisse der Netzwerkanalyse Service Areas .....</b>	<b>66</b>
<b>3.3 Ergebnisse der Netzwerkanalyse Routing.....</b>	<b>69</b>
3.3.1 Erste Route .....	70
3.3.2 Zweite Route.....	72
3.3.3 Dritte Route .....	74
<b>3.4 Ergebnisse der Berechnung des Korrelationskoeffizienten .....</b>	<b>76</b>
<b>4. Diskussion.....</b>	<b>78</b>
<b>4.1 Vergleich der Ergebnisse .....</b>	<b>78</b>
4.1.1 Soziodemografische Daten .....	78
4.1.2 Verkehrsmittel .....	80
4.1.3 Verkehrsmittelnutzung .....	82
4.1.4 Entfernung zum Arbeitsort .....	84
4.1.5 Erreichbarkeit .....	98
4.1.6 Finanzielle Anreize .....	99
<b>5. Fazit und Ausblick .....</b>	<b>100</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>103</b>
<b>Anhang.....</b>	<b>XIV</b>
Anhang I.....	XIV
Anhang II.....	XV
Anhang III.....	XXVI
Anhang IV.....	XXIX
Anhang V.....	XXX
Anhang VI.....	XXXII

## Abkürzungsverzeichnis

<b>AGFS</b>	Arbeitsgemeinschaft fußgänger- und fahrradfreundlicher Städte
<b>ALKIS</b>	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
<b>AVV</b>	Zweckverband Aachener Verkehrsbetriebe
<b>BASYS</b>	Beratungsgesellschaft für angewandte Systemforschung
<b>ESRI</b>	Environmental Systems Research Institute
<b>EU-DSGVO</b>	europäische Datenschutz-Grundverordnung
<b>EULE</b>	EuRegionale Raumanalyse
<b>FIS</b>	Forschungs-Informations-System
<b>FOSS</b>	Freie- und Open-Source-Software
<b>GIS</b>	Geoinformationssystem
<b>GNU</b>	General-Public-License
<b>GTFS</b>	General Transit Feed Specification
<b>IT.NRW</b>	Informationen und Technik Nordrhein-Westfalen
<b>MiD</b>	Mobilität in Deutschland
<b>NRW</b>	Nordrhein-Westfalen
<b>OSGeo</b>	Open-Source-Geospatial-Foundation
<b>OSM</b>	Open Street Map
<b>OTP</b>	OpenTripPlanner
<b>ÖPNV</b>	Öffentlicher Personennahverkehr
<b>ÖV</b>	Öffentlicher Verkehr
<b>PBF</b>	Paragon Backup File

**Pkw**

Personenkraftwagen

**PStG**

Personenstandsgesetz

**RE**

Regionalexpress

**RB**

Regionalbahn

**URL**

Uniform Resource Locator

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Mobilitätsindikatoren .....	3
Abbildung 2: Mehrebenen-Modell der Mobilitätssozialisation .....	7
Abbildung 3: Kreis Heinsberg .....	10
Abbildung 4: Straßenverkehrsnetz im Kreis Heinsberg.....	12
Abbildung 5: Schienenverkehrsnetz im Kreis Heinsberg.....	14
Abbildung 6: Screenshot Pendleratlas NRW .....	18
Abbildung 7: Anteil der weiblichen und männlichen Auspendler.....	21
Abbildung 8: Anteil der weiblichen und männlichen innergemeindlichen Pendler .....	22
Abbildung 9: Verkehrsmittelwahl und Wegzwecke .....	23
Abbildung 10: Verkehrsmittelwahl nach Alter und Geschlecht .....	24
Abbildung 11: Service-Area .....	41
Abbildung 12: Typen von Graphen.....	43
Abbildung 13: Wegenetz mit zugehöriger Adjazenzmatrix.....	43
Abbildung 14: Front-End OTP.....	45
Abbildung 15: Berechnete Route OT.....	46
Abbildung 16: Fallbezogene Koordinaten als Mittelwertabweichungen .....	47
Abbildung 17: Anteil der Altersgruppen der Stichprobenumfrage .....	52
Abbildung 18: Anteil der Bildungsabschlüsse der Stichprobenumfrage .....	53
Abbildung 19: Anteil der Erwerbstätigen der Stichprobenumfrage .....	53
Abbildung 20: Anteil des monatlichen Nettoeinkommens der Stichprobenumfrage.....	54
Abbildung 21: Anteil der Personen mit Kindern, nach Altersgruppen der Kinder .....	55
Abbildung 22: Anteil der Geschlechter beim Pkw-Führerscheinbesitz.....	55
Abbildung 23: Anteil des Pkw-Führerscheinbesitzes nach Altersgruppen und Geschlecht.....	56
Abbildung 24: Anteil der Personen mit Kindern und einem eigenen Pkw, nach Altersgruppen der Kinder .....	57
Abbildung 25: Verteilung der Zeitkarten für den ÖPNV.....	58
Abbildung 26: Anteil der Besitzverhältnisse.....	59
Abbildung 27: Verteilung der genutzten Verkehrsmittel .....	60
Abbildung 28: Pendlerströme Kreis Heinsberg .....	61
Abbildung 29: Anteil der Zeitverteilung .....	64
Abbildung 30: Anteil der finanziellen Anreize durch den Arbeitgeber .....	65
Abbildung 31: Erreichbarkeit der ÖPNV Angebote inkl. Straßennetz.....	67
Abbildung 32: Erreichbarkeit der Angebote im ÖPNV inkl. Gebäude .....	68

Abbildung 33: Ergebnisse Routenabfrage ÖPNV und PKW .....	70
Abbildung 34: Route Hückelhoven nach Aachen mit ÖPNV .....	71
Abbildung 35: Route Hückelhoven nach Aachen mit PKW .....	71
Abbildung 36: Route Waldfeucht nach Aachen mit ÖPNV.....	73
Abbildung 37: Route Waldfeucht nach Aachen mit PKW .....	73
Abbildung 38: Route Erkelenz nach Heinsberg mit ÖPNV .....	75
Abbildung 39: Route Erkelenz nach Heinsberg mit PKW .....	75
Abbildung 40: Korrelationsplot der Variablen.....	76
Abbildung 41: Verkehrsmittelwahl nach Altersgruppen und Geschlecht.....	83
Abbildung 42: Verkehrsmittelnutzung nach der Entfernung zum Arbeitsort .....	85
Abbildung 43: Verkehrsmittelnutzung zum Arbeitsort .....	86
Abbildung 44: Verkehrsmittelnutzung pro Kommune .....	86
Abbildung 45: Pendlerströme Erkelenz.....	88
Abbildung 46: Pendlerströme Gangelt.....	89
Abbildung 47: Pendlerströme Geilenkirchen .....	90
Abbildung 48: Pendlerströme Heinsberg .....	91
Abbildung 49: Pendlerströme Hückelhoven .....	92
Abbildung 50: Pendlerströme Selfkant .....	93
Abbildung 51: Pendlerströme Übach-Palenberg.....	94
Abbildung 52: Pendlerströme Waldfeucht.....	95
Abbildung 53: Pendlerströme Wassenberg.....	96
Abbildung 54: Pendlerströme Wegberg.....	97



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bestimmungsgründe der Personenmobilität.....	5
Tabelle 2: Verkehrsmodelle.....	6
Tabelle 3: Bevölkerungsstand Kreis Heinsberg .....	11
Tabelle 4: Einflussfaktoren .....	17
Tabelle 5: Berufsauspendler Berufspendler Kreis Heinsberg 2018.....	19
Tabelle 6: Innergemeindliche Berufspendler Kreis Heinsberg 2018 .....	19
Tabelle 7: Verkehrsmittelverfügbarkeit .....	23
Tabelle 8: GTFS-Datensatzbeschreibung.....	25
Tabelle 9: Befragungsinhalte .....	32
Tabelle 10: Eckdaten der Erhebung.....	50
Tabelle 11: Berufspendler Kreis Heinsberg .....	51
Tabelle 12: Anteil der Pendlerströme je Kommune.....	62
Tabelle 13: Bewertungsmatrix der Erreichbarkeit des Arbeitsortes .....	63
Tabelle 14: Erreichbarkeit der Haltestellen im Kreis Heinsberg.....	66
Tabelle 15: Routen der Netzwerkanalyse.....	69
Tabelle 16: Erwerbsstatus der Berufspendler Kreis Heinsberg.....	79
Tabelle 17: Haushalte mit Kindern .....	79
Tabelle 18: Verfügbarkeit über einen Pkw .....	80
Tabelle 19: Zeitkartenbesitz .....	81
Tabelle 20: Führerschein und Zeitkartenbesitz .....	82
Tabelle 21: Entfernung zum Arbeitsort .....	84

**Formelverzeichnis**

Formel 1..... 29  
Formel 2..... 29  
Formel 3..... 47  
Formel 4..... 48  
Formel 5..... 49

## **Ehrenwörtliche Erklärung**

Ich versichere, dass ich diese Arbeit ohne Hilfe Dritter und ohne Verwendung anderer als der angeführten Quellen angefertigt und alle Stellen, die wörtlich oder inhaltlich angegebenen Quellen entnommen wurden, als solche kenntlich gemacht habe.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegt. Ich bin damit einverstanden, dass diese Arbeit zum Zwecke eines Plagiatsabgleichs in elektronischer Form anonymisiert versendet und gespeichert werden kann.

Hückelhoven, 26.02.2020  
Ort, Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift

## **Zusammenfassung**

In dieser Arbeit wird das Verhalten der Berufspendler aufgrund sozioökonomischer Faktoren und räumlichen Gegebenheiten im Untersuchungsgebiet Kreis Heinsberg analysiert und mit Ergebnissen vorheriger Mobilitätsuntersuchungen im Projektgebiet verglichen.

Es werden die sozioökonomischen Faktoren, die laut dem Stand der Forschung einen Einfluss auf die Mobilität und somit auf das Pendlerverhalten haben, identifiziert und für die weitere Analyse aufgestellt. Zudem wird das Untersuchungsgebiet, der Kreis Heinsberg, vorgestellt und die vorhandene Verkehrsinfrastruktur, in Form des vorhandenen Straßen- und Schienennetzes, untersucht. Zusätzlich werden die Angebote des öffentlichen Personennahverkehrs dargestellt. Um im nächsten Schritt eine Aussage über die Berufspendler treffen zu können, dienen die Kennzahlen des Pendleratlases des statistischen Landesamt Nordrhein-Westfalen, Information und Technik Nordrhein-Westfalen, als Grundlage. Neben den bisher erhobenen Daten ist eine eigene Umfrage durchgeführt worden, die sich auf das Untersuchungsgebiet bezieht. Dadurch liegen aktuelle Daten zu den Berufspendlern vor, die mit den Ergebnissen vorheriger Studien, wie der Mobilitätsuntersuchung 2018 oder Mobilität in Deutschland 2017, im Projektgebiet verglichen werden können. Zur Sicherung der Vergleichbarkeit, lehnt sich die Umfrage an die Standards der Modal-Split-Erhebung an.

Die Ergebnisse der Umfrage werden mittels deskriptiver Statistiken dargestellt. Die Einflüsse verschiedener Faktoren im sozioökonomischen und räumlichen Bereich, sowie der Zusammenhang dieser Faktoren und der Umfrageergebnisse, werden anhand von einer Korrelationsanalyse untersucht. Des Weiteren wird eine räumliche Erreichbarkeitsanalyse der einzelnen Haltestellen durchgeführt und durch eine Netzwerkanalyse verschiedene Routen der Pendlerströme aufgrund des benötigten Zeitaufwands untersucht.

Durch die einzelnen Analysen wird festgestellt, dass sich bestimmte sozioökonomische Faktoren, wie zum Beispiel der Familienstand oder der Führerscheinbesitz, und räumliche Gegebenheiten auf das Pendlerverhalten auswirken.

### *Anmerkung*

Zur Vereinfachung der Lesbarkeit erfolgt innerhalb der Arbeit keine geschlechtsneutrale Differenzierung. Bei allen personenbezogenen Bezeichnungen gilt die gewählte Form für beide Geschlechter.

## **Abstract**

In this thesis, the behaviour of commuters due to socio-economic factors and spatial conditions in the study area of Heinsberg County is analysed and compared with results of previous mobility studies in the project area.

The socio-economic factors which, according to the state of the art, have an influence on mobility and thus on commuter behaviour are identified and compiled for further analysis. In addition, the study area, the district of Heinsberg, is presented and the existing transport infrastructure, in the form of the existing road and rail network, is examined. In addition, the local public transport offers are presented. In order to be able to make a statement about commuters in the next step, the key figures of the Commuter Atlas of the North Rhine-Westphalia State Statistical Office, Information and Technology North Rhine-Westphalia, serve as a basis. In addition to the data collected so far, a separate survey has been carried out for the study area. This provides up-to-date data on commuters, which can be compared with the results of previous studies, such as the Mobility Study 2018 or Mobility in Germany 2017, in the project area. To ensure comparability, the survey is based on the standards of the modal split survey.

The results of the survey are presented by means of descriptive statistics. The influence of various factors in the socio-economic and spatial area, as well as the relationship between these factors and the survey results, will be investigated using correlation analysis. Furthermore, a spatial accessibility analysis of the individual stops will be carried out and a network analysis will be used to investigate different routes of the commuter flows based on the time required.

The individual analyses show that certain socio-economic factors, such as marital status or driving licence possession, and spatial conditions have an impact on commuter behaviour.

## *Note*

In order to simplify readability, no gender-neutral differentiation is made within the work. For all personal designations, the chosen form applies to both genders.

## 1. Einleitung

In Nordrhein-Westfalen (kurz: NRW) pendeln immer mehr Berufstätige zu ihrer Arbeit. Allein im Jahr 2018 fuhren 4,7 Millionen der 9,2 Millionen Erwerbstätigen in NRW täglich über die Grenzen ihres Wohnortes hinweg zur Arbeit (Information und Technik Nordrhein-Westfalen 24.10.2019). Im Jahr zuvor waren es 4,5 Millionen Berufspendler (Information und Technik Nordrhein-Westfalen 14.11.2018). Das Pendlerverhalten der Berufstätigen wird durch die Infrastruktur einzelner Wohnorte, sowie die Planung und Anbindung an die öffentlichen Verkehrsmittel durch Planungsämter beeinflusst (Ghimire und Lancelin 2019, S. 110). Aus diesem Grund ist es von enormer Wichtigkeit zu analysieren, welche sozioökonomischen Faktoren und räumliche Gegebenheiten sich auf das Pendlerverhalten auswirken.

Bueno et al. (2017, S. 2) weisen darauf hin, dass Personen mit einem Führerschein und einem einfachen Zugang zu einem Auto seltener mit öffentlichen Verkehrsmitteln, zu Fuß oder mit dem Fahrrad pendeln. Wohingegen bei Personen, die in einem näheren Umfeld von öffentlichen Verkehrsmitteln leben, eine höhere Chance besteht, dass diese mit dem Bus, der U-Bahn oder dem Zug zu ihrer Arbeitsstätte gelangen. Doch nicht nur die räumliche Nähe zu einem Angebot der öffentlichen Verkehrsmittelnutzung beeinflussen den Pendler in seiner Verkehrsmittelwahl, sondern auch die finanziellen Anreize, die ein Arbeitgeber dem Arbeitnehmer durch Unterstützung in Form eines Jobtickets oder kostenlosen Parkplätzen anbietet (Ghimire und Lancelin 2019, S. 104). Allerdings ist das Reiseverhalten nicht alleinstehend aufgrund von räumlichen Gegebenheiten zu behandeln. Nach Tully und Baier (2018, S. 226) „[...] gilt es nicht allein, die zurückgelegten Wege (den Verkehr) zu beachten, sondern die Mobilität der Menschen als Ganzes in den Blick zu nehmen“. Auch die Relevanz von angemessenen Mobilitätsoptionen aufgrund von Lebensverläufen bzw. Lebensphasen des Pendlers, wie z.B. ein Umzug, sind zu berücksichtigen (Rau und Manton 2016).

Im Zuge dessen ist ein neuer Bereich der Mobilitätsforschung, die Mobilitätsbiographie, entstanden. Die Mobilitätsbiographie beschreibt, ob und wann Verbindungen zwischen Mobilität und Lebensereignissen entstehen (Lanzendorf 2003, 2010; Scheiner 2014; Scheiner und Holz-Rau 2015; Schoenduwe et al. 2015; Tully und Baier 2011).

Stichhaltige sozialwissenschaftliche Studien u.a. (Beige und Axhausen 2008; Schäfer et al. 2012; Jaeger-Erben 2013; Scheiner und Holz-Rau 2015) belegen, dass die Veränderungen im

Mobilitätsverhalten des Pendlers mit wichtigen Lebensereignissen übereinstimmen. Dazu zählen bspw. Wohnortwechsel, Änderungen des Beschäftigungs- oder Bildungsstatus, ein neues Zusammenleben, wie z.B. eine neue Partnerschaft, wie auch der Erhalt eines Führerscheins und der damit zusammenhängende Kauf des ersten eigenen Personenkraftwagens (kurz: Pkw).

## 1.1 Mobilität

Die Mobilität eines Menschen ist durch unterschiedliche Formen des mobilen Lebens gekennzeichnet. Dabei ist das wichtigste Unterscheidungskriterium die Permanenz der Mobilität, die in residenzielle und zirkuläre Mobilität zu differenzieren ist. Die residenzielle Mobilität beinhaltet Formen, wie einen Umzug innerhalb eines Landes, Migration und Auslandsentsendungen. Diese Form ist für die weiteren Untersuchungen nicht von direkter Relevanz. Die zirkuläre Mobilität hingegen umfasst Mobilitätsformen, wie das Wochenendpendeln, Fernpendeln, häufige Dienstreisen und Saisonarbeit (Schneider et al. 2009, S. 113). Diese Form der Mobilität beschreibt die Mobilität eines Pendlers, der täglich zur Arbeitsstätte gelangt. Laut der Definition der Industrie und Handelskammer Düsseldorf wird zwischen innergemeindlichen und übergemeindlichen Pendlern unterschieden. „Erwerbstätige deren Arbeits- und Wohnort in derselben Gemeinde liegen, sind im Sinne der Pendlerrechnung NRW innergemeindliche Pendler. [...] Liegt jedoch zwischen Wohnort und Arbeitsstätte mindestens eine Gemeindegrenze, so gelten die jeweiligen Personen als übergemeindliche Pendler.“ (IHK Düsseldorf o.J.)

In Bezug auf die Mobilität wurden zur weiteren Beschreibung einige Indikatoren, die im Zusammenhang mit der Personenmobilität (Alltagsmobilität) stehen, nach Stock und Bernecker (2014, S. 4) definiert. Wie in der nachfolgenden Abbildung 1 abgebildet, ist die Alltagsmobilität durch die Indikatoren Zweck, Distanz, das genutzte Verkehrsmittel, die aufgebrauchte Zeit sowie die Häufigkeit der Wege zu differenzieren und zu beschreiben.

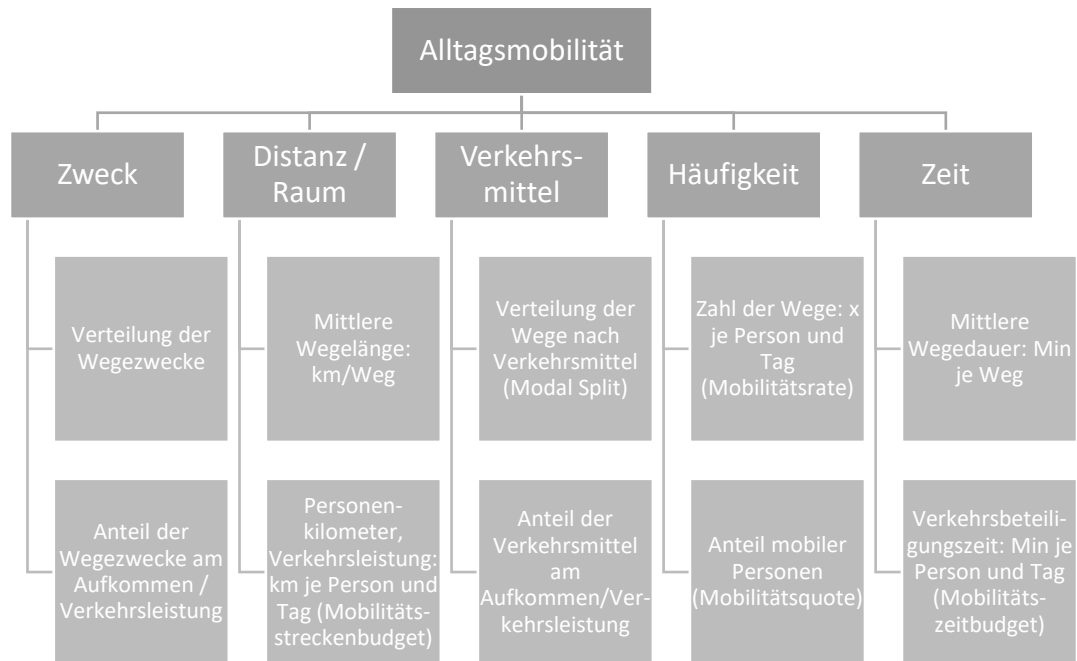


Abbildung 1: Mobilitätsindikatoren  
(Quelle: Eigene Darstellung angelehnt an Stock und Bernecker 2014, S. 4)

Insgesamt lässt sich so die Mobilität von Personen aus Verhaltensdeterminanten ableiten. Bei der Betrachtung des Zwecks der Mobilität ist u.a. die berufsbedingte Mobilität, die für Berufstätige in Deutschland im Jahr 2017 über die Hälfte der wöchentlichen Verkehrsleistung ausmacht, zu betrachten. Dabei ist die These von Nobis und Kuhnimhof (2018, S. 103) „Je höher das Einkommen und der Bildungsabschluss, desto länger ist der Weg zur Arbeit“ in Bezug auf die Distanz zu beachten. Demnach steigt mit der Pendelweglänge der Umfang der Tätigkeit. „Mit Blick auf die Diskussion um die soziale Betroffenheiten durch Preise im Verkehrs ist das Ergebnis wichtig, dass die Pendelweglängen mit dem ökonomischen Status des Haushalts [...] steigen.“ (Nobis und Kuhnimhof 2018, S. 103)

Ausgeschlossen davon sind die Pendelweglängen in Hinblick auf die unterschiedlichen Raumtypen. In ländlichen Regionen, wie auch in der Stadtregion, fallen die Wegstrecken zur Arbeit im kleinstädtischen, dörflichen Raum deutlich höher aus, als in der Metropole oder einer zentralen Stadt (Nobis und Kuhnimhof 2018, S. 205).

Nach Tully und Baier (2018, S. 227) ist der mobile Lebensstil eines Pendlers das Ergebnis vorgelagerter Entscheidungen. Dazu zählen mit Blick auf das Verkehrsmittel unter anderem die An- oder Abschaffung eines Pkws, eines Fahrrades oder des Öffentlicher Verkehr-Abonnements (kurz: ÖV), wie auch die Zugehörigkeit zu einer Car-Sharing-Organisation (Nobis und



Kuhnimhof 2018, S. 33). Im Jahr 2017 standen den deutschen Haushalten nach dem Ergebnisbericht der Studie „Mobilität in Deutschland“ (kurz: MiD) 43 Millionen Pkws, davon 40 Millionen zur Privathaltung, zur Verfügung (Nobis und Kuhnimhof 2018, S. 33). Der Besitz von einen oder mehreren Pkw hängt von der Wohnregion ab. Im Jahr 2017 betrug der Anteil der Haushalte ohne Pkw in Metropolen 42 %. Wohingegen in ländlichen Regionen der Anteil der Haushalte mit Pkw mit 90 % deutlich über dem Bundesdurchschnitt lag (Nobis und Kuhnimhof 2018, S. 34).

Neben dem Einfluss der Raumstruktur hat besonders der ökonomische Status einen Einfluss auf den Pkw-Besitz (Tully und Baier 2018, S. 227). Insgesamt besaßen 53 % der Haushalte mit niedrigem ökonomischem Status im Jahr 2017 keinen Pkw. Bei Haushalten mit einem hohen ökonomischen Status waren dies lediglich 8 %. Weitere zentrale Faktoren der persönlichen Bedingung sind der Familienstand und das Alter. Haushalte mit mindestens einer Person unter 18 Jahren sind laut der Studie MiD besonders gut mit Pkws ausgestattet (Nobis und Kuhnimhof 2018, S. 34). Diese Angaben unterscheiden sich jedoch nach der Raumstruktur. Demnach haben Familienhaushalte in Metropolregionen eher keinen Pkw, als Familienhaushalte in ländlichen Räumen. Dies ist auf die Tatsache, dass in Metropolregionen die Infrastruktur des ÖPNV mehr ausgebaut und dadurch kein Besitz eines eigenen Pkw notwendig ist, zurückzuführen (Nobis und Kuhnimhof 2018, S. 36).

Im Gegensatz zum Pkw wird bei der Verteilung der Fahrräder deutlich, dass die Wohnregionen einen geringen Einfluss auf den Besitz eines Fahrrads haben. Für die Bevölkerung in Deutschland ergab sich so im Jahr 2017 laut der Studie MiD eine Pro-Kopf-Ausstattung von 0,93 Fahrrädern. Hinzukommend wirken sich der ökonomische Status und das Alter auf den Besitz eines Fahrrades oder eines Pedelecs aus. Demnach besitzen ältere Bürger (älter als 65 Jahre) oder Bürger mit einem hohen ökonomischen Status eher ein Pedelec, als ein Fahrrad (Nobis und Kuhnimhof 2018, S. 39). Das Pendant zu den bisher genannten Fortbewegungsmitteln stellt die Nutzung des öffentlichen Verkehrs und die Nutzung einer ÖV-Zeitkarte dar. Laut Nobis und Kuhnimhof (2018, S. 42) sind Einzelfahrscheine und Tageskarten die meistgenutzten Fahrkarten im ÖV. Die Verteilung der ÖV-Zeitkarten ist, wie bei den anderen Fortbewegungsmitteln zuvor, ebenfalls von der Region, sowie von persönlichen Faktoren des Pendlers abhängig. In Metro-polen besitzen mehr Bürger eine ÖV-Zeitkarte. Dort verfügt meist ein gutes Drittel aller Personen ab 14 Jahren über eine ÖV-Zeitkarte. Hinzukommen ÖV-Zeitkartennutzer, die, un-

bedeutend aus welcher Region sie kommen, in autofreien Haushalten leben, ebenfalls zu einem Drittel im Besitz einer ÖV-Monatskarte sind (Nobis und Kuhnimhof 2018, S. 42). Das Mobilitätsverhalten lässt sich somit aufgrund der Anforderungen an die persönliche Mobilität differenzieren. Nach Stock und Bernecker (2014, S. 42) können diese subjektiven und objektiven Wünsche überführt werden (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Bestimmungsgründe der Personenmobilität  
(Quelle: Stock und Bernecker 2014, S. 5)

<b>Mobilitätsverhalten</b>	
<b>Subjektive Mobilitätswünsche</b>	<b>Objektive Mobilitätswünsche</b>
Einkommen	Siedlungsstruktur
Präferenzen	Verkehrsinfrastruktur
Sozialer Status	Verkehrsmittelverfügbarkeit
Familiäre Situation	Preise
Alter	Eingesetzte verkehrspolitische Instrumente
Freizeitgestaltung	

Entsprechend der Tabelle 1 können sozioökonomische Anforderungen an die Mobilität gestellt werden. Diese werden im Folgenden näher untersucht.

## 1.2 Sozioökonomische Faktoren

Die Mobilität kann aus dem Blickwinkel der Sozialisation betrachtet werden, da sich durch die Veränderungen im Lebensalltag die Bemühungen, das eigene Mobilitätsverhalten anzupassen, verstärken und dadurch die Vielzahl von möglicher Einflussfaktoren auf das Mobilitätsverhalten untersucht werden können (Tully und Baier 2018, S. 226). Nach der Beratungsgesellschaft für angewandte Systemforschung (1992) (kurz: BASYS) gilt es Verkehrsmodelle zur weiteren Analyse in verhaltensorientierte und nicht-verhaltensorientierte Modelle einzuteilen.

Zu den verhaltensorientierten Modellen zählen die ökonomischen Modelle, Wahlverhaltensmodelle, sozioökonomische und demographische Modelle, Aktivitäts- und Situationsorientierte Modelle und dynamische Mikromodelle (Panels). Die nicht-verhaltensorientierten Modelle werden aus den Planungsmodellen und den technischen Modellen gebildet (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2: Verkehrsmodelle  
(Quelle: Stock und Bernecker 2014, S. 198)

<b>Typen von Verkehrsmodellen</b>	
<b>Verhaltensorientierte Modelle</b>	<b>Nicht-verhaltensorientierte Modelle</b>
Ökonomische Modelle	Planungsmodelle
Wahlverhaltensmodelle	Technische Modelle
<i>Sozioökonomische und demographische Modelle</i>	
Aktivitäts- und situationsorientierte Modelle	
Dynamische Mikromodelle (Panels)	

In dieser Arbeit wird das sozioökonomische und demographische Modell (vgl. Tabelle 2) in Betracht gezogen, da dieses Modell das Mobilitätsverhalten auf die Zugehörigkeit zu bestimmten Personengruppen zurück zu führt. Demnach wird mit diesem Modell unterstellt „[...]“, dass Gruppen mit ähnlichen sozioökonomischen und demographischen Merkmalen (Berufstätigkeit, Alter, Geschlecht, Einkommen, Regionaltypen etc.) ein homogenes Verkehrsverhalten zeigen, das eindeutig überwiegend mit deskriptiven Analysen ermittelt werden kann.“ (Stock und Bernecker 2014, S. 201)

Ansprüche der Verkehrsnutzer wirken sich zusätzlich auf die Wahl des Verkehrsmittels und somit auf das Verkehrsverhalten aus. Demnach sind für eine Mobilitätsanalyse Kriterien, wie der Fahrgenuss, die Verfügbarkeit, die Ungebrochenheit, der Transport von Gepäck und die Erfordernis von Zertifikaten wichtig. Je nach Wahl des Verkehrsmittels unterscheiden sich der Komfort, das Erleben der Fahrstrecke, sowie die Behaglichkeit des Pendlers. Der öffentliche Personennahverkehr (kurz: ÖPNV) wird in Befragungen häufig als weniger komfortabel empfunden, als die Nutzung des eigenen Pkws (Stock und Bernecker 2014, S. 24). Doch nicht nur der Fahrgenuss, sondern auch die Verfügbarkeit entscheidet über die Wahl des Verkehrsmittels. Zum einem ist die vorhandene Infrastruktur ausschlaggebend, zum anderen wird hier die Kombination aus Fahrzeit, Fahrroute und Fahrgeschwindigkeit als Parameter gewählt. Laut Krampe et al. (2010, S. 388) ist aus Sicht der Pendler der Zeitfaktor das bedeutendste Kriterium in Bezug auf die Verkehrsmittelwahl bzw. -nutzung. Selbstbestimmende Verkehrsmittel, wie der Pkw, das Fahrrad etc., geben dem Pendler mehr Flexibilität. Bei der Nutzung von Öffentlichen Verkehrsmitteln ist der Pendler an Fahrzeiten und Geschwindigkeiten gebunden. Mit der Verfügbarkeit geht auch der Anspruch der Ungebrochenheit einher. Um von Punkt A nach Punkt B zu gelangen, kann dies mit einem selbstbestimmenden Verkehrsmittel problemlos und vor allem ungebrochen erreicht werden. Die Nutzung des ÖPNV kann je nach Ziel zu einem

gebrochenen Verkehr führen, da ein Umstieg im Laufe der Strecke vorgenommen werden muss (Stock und Bernecker 2014, S. 24).

Zudem kann im ÖPNV je nach Bedürfnis ein angepasstes Ticket (Einzelticket, Monatsticket etc.) ausgestellt werden. Die Nutzung dieser Tickets ist demnach an keine bestimmte Bedingung geknüpft. Die Nutzung eines eigenen Pkws hingegen ist an den Führerscheinbesitz und an einen hohen ökonomischen Status, etwa durch den Kauf eines eigenen Pkws, gebunden (Stock und Bernecker 2014, S. 25).

In Bezug auf das Berufspendeln wird das alltägliche Verkehrshandeln als Gewohnheit eingestuft. Demnach wird bei der immer wiederkehrenden Handlungen auf relevante Entscheidungsmerkmale zurückgegriffen (Scheiner und Holz-Rau 2015, S. 81). Dadurch ist zu erkennen, „[...] dass in Lebensphasen ohne größere Kontextwechsel das genutzte Hauptverkehrsmittel stabil ist, während es bei Kontextwechseln häufig auch zu Änderungen im genutzten Hauptverkehrsmittel kommt.“ (Scheiner und Holz-Rau 2015, S. 84)

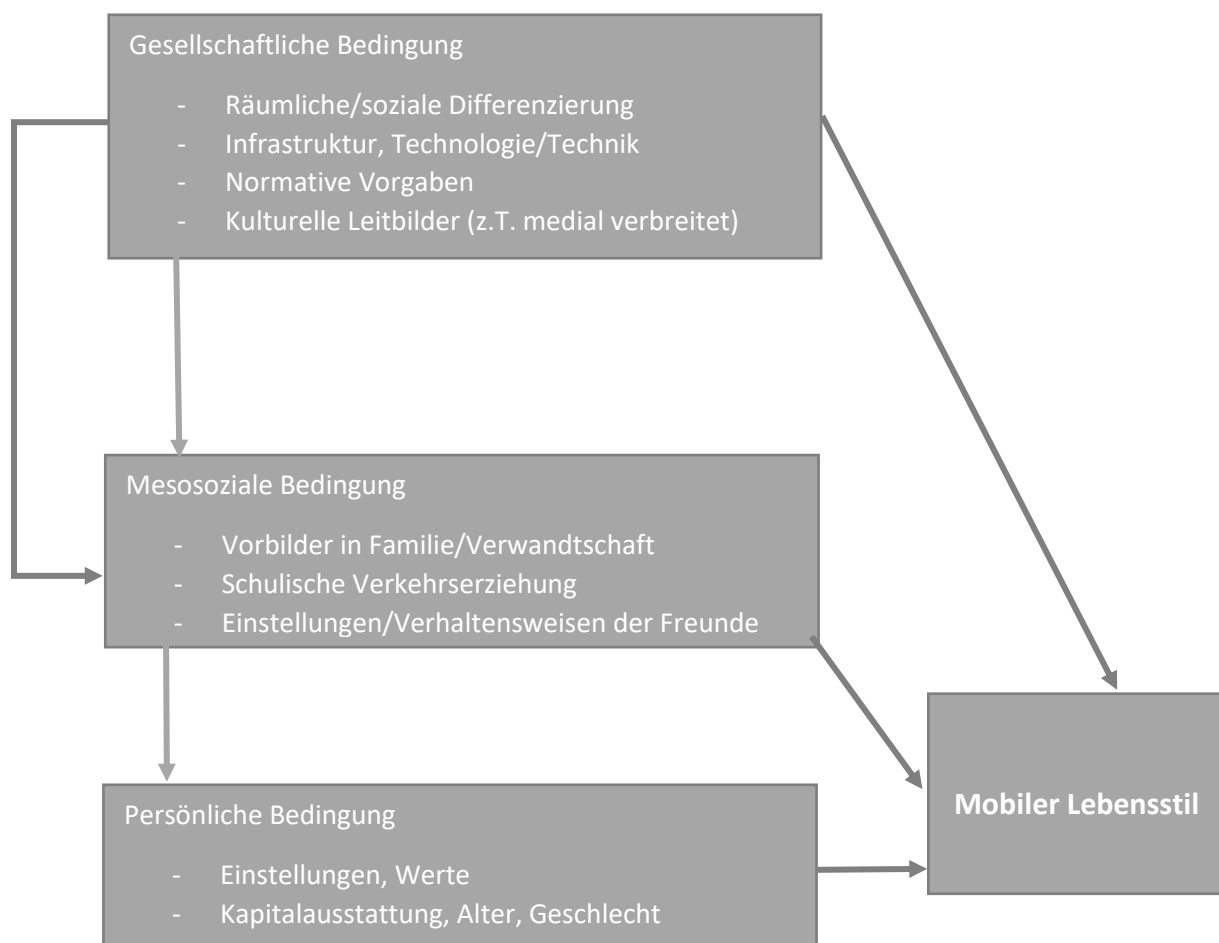


Abbildung 2: Mehrebenen-Modell der Mobilitätssozialisation  
(Quelle: Eigene Darstellung angelehnt an Tully und Baier 2011, S. 196)

Der mobile Lebensstil wird, wie in der Abbildung 2 dargestellt, durch verschiedene Ebenen beeinflusst. Die erste Ebene, die allgemeinen „Gesellschaftlichen Bedingungen“, beinhalten zum einen die räumlichen bzw. sozialen Differenzierungen, die vorhandene Infrastruktur im Ort, zum anderen normative bzw. gesetzliche Vorgaben oder auch kulturelle Leitbilder. Auf der zweiten Ebene stehen die „Mesosozialen Bedingungen“. Diese beziehen sich direkt auf die sozialen Kontexte, in die eine Person einbezogen ist. Die Familie gilt als elterliches Vorbild und dort wird das Auto als primäres Verkehrsmittel gesehen und demnach hochgeschätzt. Dies wirkt sich als Einfluss auf die Mobilitätswahl aus. Die dritte Ebene sind die „Persönlichen Bedingungen“. Diese setzen sich aus den ersten beiden Ebenen zusammen. Als Resultat der Ebenen existieren in dieser Ebene spezifische Präferenzen und Werthaltungen bzgl. des Mobilitätsverhalten. Demnach ist das Mobilitätsverhalten von sozialen Merkmalen, dem Einkommen, dem Bildungsstand, rechtlichen Voraussetzungen und dem Alter abhängig (Tully und Baier 2018, S. 227). Nach Döring (2018) lassen sich der mobile Lebensstil, wie auch die Schlüsselereignisse, in sogenannte Mobilitätsbiografien, bestehend aus der Haushaltsbiografie, der Wohnbiografie und der Erwerbsbiografie, unterteilen.

Dabei beinhaltet die Haushaltbiografie die Geburt eines Kindes und die Anzahl der (volljährigen) Personen im Haushalt (Döring 2018, S. 28). Demnach wird mit der Geburt eines Kindes der Verkehrsmittelwechsel verbunden und die Wahrscheinlichkeit für einen Pkw-Erwerb erhöht (Prillwitz et al. 2006, S. 27; Oakil et al. 2014, S. 899; Scheiner und Holz-Rau 2013a, S. 179; Müggenburg 2017, 148ff).

Die Wohnbiografie kann mit der Anzahl an Umzügen gleichgesetzt werden. Der Zusammenhang zwischen der Verkehrsmittelwahl und einem Umzug ist durch u.a. folgende Studien (Schoenduwe et al. 2015; Clark et al. 2016; Oakil et al. 2016; Beige und Axhausen 2017) empirisch belegt (Döring 2018, S. 28). In den Studien wird deutlich, dass durch einen Umzug in den suburbanen Raum der Pkw-Besitz sowie die Pkw-Nutzung zunehmen.

Die letzte Teilbiografie ist die Erwerbsbiografie. Diese schließt die Faktoren Berufswegdistanz, Arbeitsplatzwechsel oder den Berufseinstieg mit ein. Die Berufswegdistanz gibt den Pendelweg von Punkt A (Wohnort) und Punkt B (Arbeitsstätte) an. Dabei ist zu beachten, dass in einem großen Teil der Studien u.a. (Dargay und Hanly 2007) bislang der Bereich der Berufswegdistanz außen vor gelassen wurde und sich die Studien mit dem Zusammenhang des Arbeitswechsels / Berufseinstieg und dem Verkehrsmittel beschäftigen. Weitere Einflüsse, die

mit diesen Teilbiografien in Verbindung stehen, sind soziodemografische Kontrollvariablen, wie das Einkommen, der Bildungsabschluss oder das Geschlecht (Döring 2018, S. 32).

Der Faktor Zeit spielt eine wichtige Rolle, wenn es um die Wahl eines Verkehrsmittels geht. Denn neben der soziodemografischen und der räumlichen Dimension gewinnt nach Geurs et al. (2015) der zeitliche Aspekt immer mehr an Bedeutung. Dabei ist vor allem die Erreichbarkeit und Infrastruktur im ÖPNV zu betrachten. Das Forschungsstudio iSpace der Research Studio Austria beschäftigt sich im Rahmen des Projektes EuRegionale Raumanalyse (kurz: EULE) mit Raumindikatoren und Raumanalysen in Bezug auf infrastrukturelle Einrichtungen, sowie Planungsgrundlagen im ÖPNV (Prinz et al. 2010, S. 533). Diese zeigen neben räumlichen Analysen, die zur Einschätzung der Erreichbarkeit angewandt werden, u.a. Raumindikatoren, um die Erreichbarkeit der Angebote im ÖPNV messen bzw. analysieren zu können (Prinz et al. 2007, S. 586). Diese Raumindikatoren beziehen sich u.a. auf die ÖPNV Erreichbarkeit in Form von fußläufigen Distanzen oder die Analyse des Baulandes im Umkreis der ÖPNV Angebote.

### **1.3 Kreis Heinsberg**

Als Untersuchungsgebiet wird der Kreis Heinsberg gewählt. Der Kreis Heinsberg ist mit 254.322 Einwohnern (Stand: 31.12.2018) und 627,99km<sup>2</sup> Fläche der westlichste Landkreis Deutschlands (Kreis Heinsberg o.J.). Das Kreisgebiet zählt zum Regierungsbezirk Köln und grenzt, wie in der Abbildung 3 zu sehen, an die Städteregion Aachen, an den Kreis Düren, an den Rhein-Kreis Neuss, an die kreisfreie Stadt Mönchengladbach und an den Kreis Viersen. Ebenso grenzt der Kreis an das Königreich der Niederlande. Die Region des Kreises Heinsberg ist durch weite landwirtschaftlich Flächen geprägt und als ländliche Region einzustufen (Kreis Heinsberg o.J.).



Abbildung 3: Kreis Heinsberg  
(Quelle: Eigene Darstellung)

Insgesamt umfasst das Untersuchungsgebiet zehn Kommunen. Diese setzen sich aus sieben Städten (Erkelenz, Geilenkirchen, Hückelhoven, Heinsberg, Übach-Palenberg, Wassenberg, Wegberg) und drei Gemeinden (Gangelt, Selfkant, Waldfeucht) zusammen (Kreis Heinsberg o.J.). Zu den größten Städten gehören die Stadt Erkelenz, die Kreisstadt Heinsberg und die Stadt Hückelhoven. Die kleinste Gemeinde ist Waldfeucht (Frehn et al. 2019, S. 9). Tabelle 3 verdeutlicht, dass im Kreisgebiet ein ausgewogenes Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Bürgern besteht. Für die einzelnen Kommunen ergibt sich eine 50 zu 50 Aufteilung zwischen den Anzahlen der Geschlechter (Landesdatenbank NRW 2019).

Tabelle 3: Bevölkerungsstand Kreis Heinsberg  
(Quelle: Landesdatenbank NRW 2019)

<b>Kommune</b>	<b>Anzahl Bevölkerung</b>	<b>Anzahl männlicher Bürger</b>	<b>Anzahl weiblicher Bürger</b>
<b>Erkelenz</b>	43.364	21.229	22.135
<b>Gangelt</b>	12.446	6.160	6.286
<b>Geilenkirchen</b>	27.214	13.609	13.605
<b>Heinsberg</b>	41.946	20.693	21.253
<b>Hückelhoven</b>	39.931	19.691	20.240
<b>Selfkant</b>	10.089	5.132	4.957
<b>Übach- Palenberg</b>	24.081	12.087	11.994
<b>Waldfeucht</b>	8.784	4.381	4.403
<b>Wassenberg</b>	18.292	9.000	9.292
<b>Wegberg</b>	28.175	13.867	14.308
<b>Kreis Heinsberg</b>	254.322	125.849	128.473

### 1.3.1 Straßenverkehrsnetz

Die Hauptverkehrsader für Pendler stellt die Bundesautobahn A46 dar, die im Kreisgebiet nahe der Kreisstadt Heinsberg beginnt. Neben der Autobahn sind die B221, B56n, B57 und die L47, sowie die A76, N281, N294, N293, N299, N570 und N274 auf niederländischer Seite, wichtige Verkehrsadern.



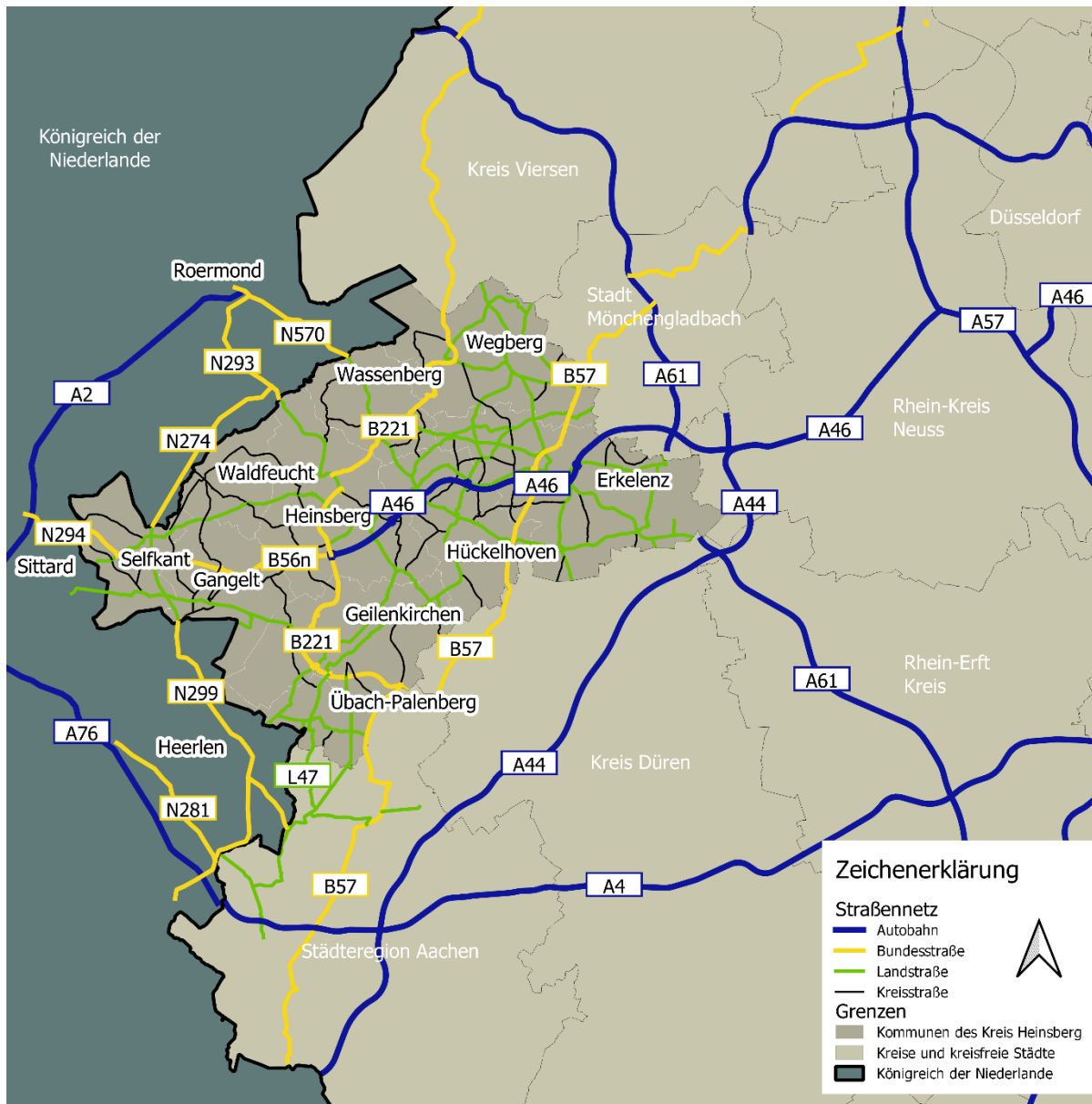


Abbildung 4: Straßenverkehrsnetz im Kreis Heinsberg  
(Quelle: Eigene Darstellung)

Die A46 verläuft, wie in Abbildung 4 zu sehen, von Heinsberg aus in östlicher Richtung über Düsseldorf nach Wuppertal. Der Verlauf der Autobahn kreuzt unter anderem das Autobahnkreuz Wanlo, welches wiederum eine Verbindung zur A61 in nördlicher Richtung nach Mönchengladbach oder in südlicher Richtung nach Koblenz darstellt. Die Bundesstraße B56n schließt westlich an die A46 an und stellt ebenfalls eine wichtige Verbindung zwischen dem Kreisgebiet und den Niederlanden dar. Zudem haben durch die Neuerrichtung der B56n die Gemeinden Waldfeucht, Selfkant und Gangelt eine schnellere Anbindung in östlicher Richtung an die A46 und in westlicher Richtung eine direkte Verbindung zu den Niederlanden.

Über die Bundesstraße B57 gelangt der Pendler schnell in südlicher Richtung nach Aachen oder in nord-östlicher Richtung nach Mönchengladbach. Die B221 stellt eine weitere wichtige Verbindung durch das Kreisgebiet dar. Von Geilenkirchen aus verläuft die Bundesstraße nördlich über Wegberg Richtung Niederkrüchten, im Kreis Viersen und südlicher Richtung nach Aachen. Die Landesstraße L47 stellt eine weitere Verbindung in südlicher Richtung zur Städtereion Aachen, sowie zu den Niederlanden dar (Kreis Heinsberg o.J.).

In nördlicher Richtung ist der Kreis Heinsberg durch die direkten Anbindungen an die N274, N293 und N570 durch die Gemeinden Selfkant, Waldfeucht und Wassenberg an die Niederlande angebunden. Zusätzlich stellt die N294, die direkt an die B65n in westlicher Richtung anschließt, eine wichtige Verbindung dar, um zur A2 bei Sittard zu gelangen. In südlicher Richtung bietet die N299 den Pendlern, die in den westlichen Kommunen des Kreisgebietes leben, eine direkte und schnelle Anbindung Richtung der Städtereion Aachen über die Niederlande.

Durch die Verbindung der einzelnen Verkehrsadern kristallisiert sich für die west-ost Verkehrsbewegungen besonders die Nutzung der N294, der B56n und der A46 heraus. Für die nord-süd Verkehrsbewegungen stechen die B57, N299, sowie die B221 und L47 hervor. Insgesamt ist das Straßenverkehrsnetz und somit die Verkehrsinfrastruktur in Bezug auf die Nutzung des Pkws im Kreisgebiet sehr gut aufgebaut. Durch die enge Vernetzung der Autobahn mit den Bundes- und Landesstraßen haben alle Kommunen im Kreis eine gute Anbindung zu den außenliegenden Städten. Doch auch innerhalb des Kreisgebietes sind die Kommunen gut miteinander vernetzt.

### 1.3.2 ÖPNV-Verkehrsnetz

Eine weitere wichtige Verkehrsinfrastruktur stellt der ÖPNV, der im gesamten Kreisgebiet von dem Zweckverband Aachener Verkehrsbetriebe (kurz: AVV) betrieben wird, dar. Dazu zählt unter anderem der Schienenverkehr. Dieser verläuft, wie in Abbildung 5 dargestellt, im Kreisgebiet über die Zuglinien Regionalbahn 33 (kurz: RB), RB34 und Regionalexpress 4 (kurz: RE).

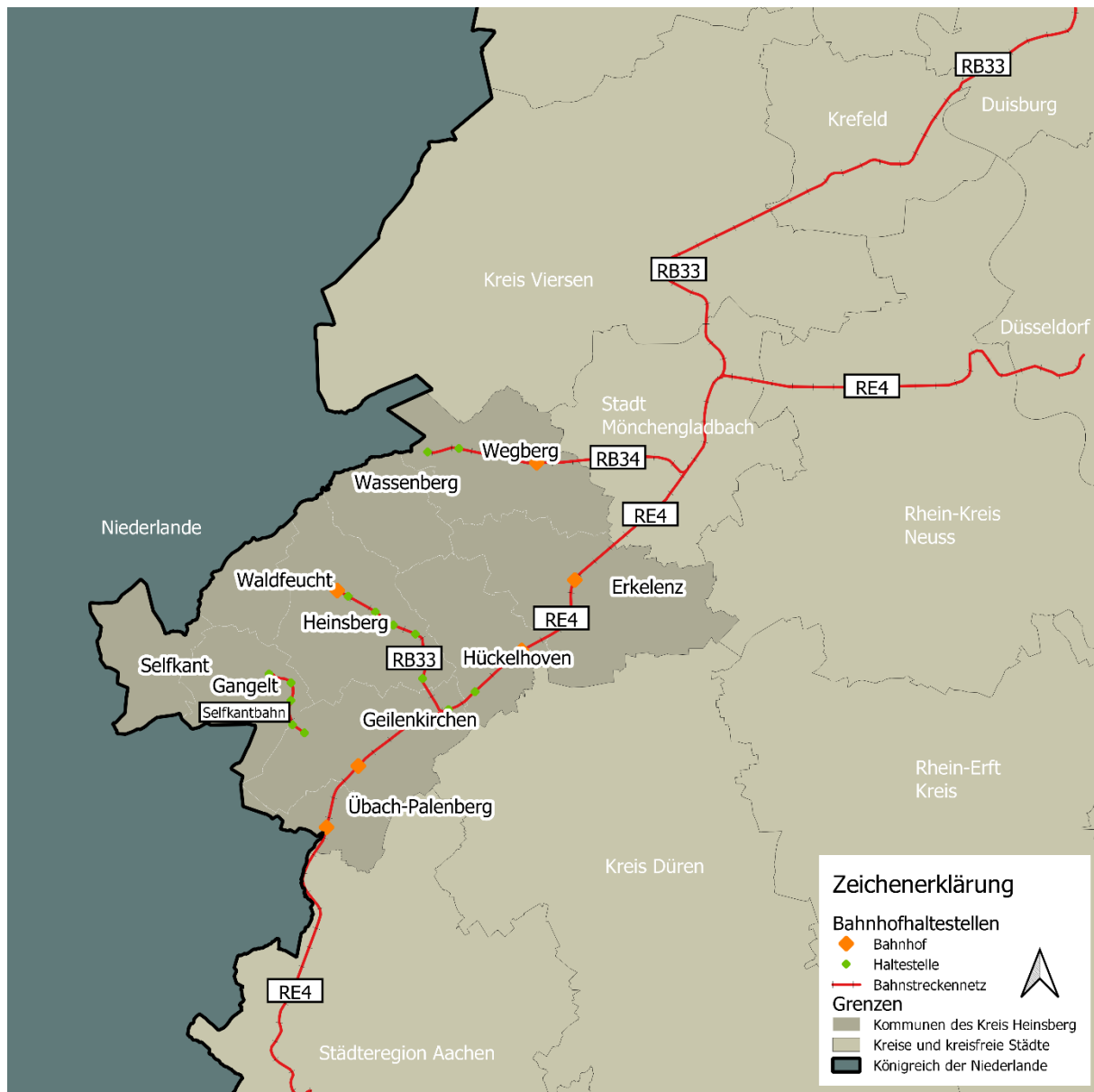


Abbildung 5: Schienenverkehrsnetz im Kreis Heinsberg  
(Quelle: Eigene Darstellung)

Die Strecke des RE4 verläuft von Aachen in nördlicher Richtung durch den Kreis Heinsberg über Düsseldorf nord-östlich bis Dortmund und ist somit eine sehr wichtige Schienenstrecke. Die Linie RB33, die Rhein-Niers-Bahn, ist eine Regionalbahnlinie. Diese stellt eine Verbindung zwischen Aachen und Essen dar. Sie verläuft ebenfalls durch den Kreis und hält zudem in Mönchengladbach. In Lindern teilt sich die Linie in westlicher Richtung nach Heinsberg und in südlicher Richtung nach Aachen, bzw. wird dort durch einen weiteren Wagen verstärkt. Eine weitere Linie, die RB34, verbindet Wegberg mit Mönchengladbach. Der Kreis stellt somit in den Kommunen Erkelenz, Geilenkirchen, Heinsberg, Hückelhoven, Übach-Palenberg und Wegberg

durch die Bahnhöfe eine großläufige Anbindung an das öffentliche Verkehrsnetz dar. Des Weiteren ist die Selfkantbahn, die als Museumsbahn geführt wird, zu nennen. Diese hat ihren Streckenverlauf in der Gemeinde Gangelt, ist für weitere Untersuchungen jedoch nicht von Bedeutung. Die übrigen Kommunen werden über Busse an das Verkehrsnetz angebunden (Kreis Heinsberg o.J.; Frehn et al. 2019). Eine Auflistung der einzelnen Buslinien im Kreisgebiet ist im Anhang I einzusehen.

Neben den genannten Buslinien gibt es im Kreisgebiet zusätzlich die Möglichkeit, die Angebote des MultiBus wahrzunehmen. Dieser stellt neben den gängigen Angeboten des ÖPNV eine flexible Alternative dar. Der Kunde muss lediglich eine Telefonnummer 60 Minuten vor der gewünschten Abholzeit anrufen und kann den MultiBus zum gewünschten Abfahrort bestellen und zu einem, an den ÖPNV angepassten Tarif, mitfahren (WestVerkehr GmbH 2020).

Insgesamt stellt der Kreis somit gute Anbindungen in Form von einem gut ausgebauten Straßenverkehrsnetz, sowie zahlreichen Angeboten im ÖPNV zur Verfügung, um größere umliegende Städte, wie Köln, Düsseldorf, Aachen, Mönchengladbach, Krefeld und Duisburg zu erreichen.

#### **1.4 Forschungsfrage**

Die Forschungsfrage dieser Arbeit lautet: „Ist das Pendlerverhalten der Berufspendler im Kreis Heinsberg aufgrund sozioökonomischer Faktoren und räumlichen Gegebenheiten zu erklären?“.

Für die Beantwortung der Forschungsfrage wird im Rahmen dieser Arbeit eine Datenerhebung vorgenommen, um aktuelle Daten bzgl. der Berufspendler im Kreisgebiet als Datengrundlage zu schaffen. Die Umfrage wird im Untersuchungsgebiet durchgeführt und lehnt an die Standards der nordrhein-westfälischen Modal-Split Erhebung an. Dadurch können die Umfrageergebnisse mit den Ergebnissen aus vergangenen Mobilitätsuntersuchungen im Kreis Heinsberg aus dem Jahr 2018 und 2012, sowie der Bundesuntersuchung MiD 2017 verglichen werden. Die erhobenen Daten sollen neben dem Vergleich zu anderen Studien, zusätzlich zur Darstellung verschiedener Pendlerströme, sowie der räumlichen Untersuchung und als Grundlage für statistische Analysen dienen. Neben den neu erhobenen Daten ist es zusätzlich notwendig, in Bezug auf Vergleichswerte und räumliche Daten, eine umfangreiche Datengrundlage zu er-

stellen. Mittels dieser Datengrundlage werden im weiteren Verlauf Netzwerkanalysen im Projektgebiet und eine Korrelationsanalyse durchgeführt, um die Einflussfaktoren auf das Penderverhalten zu erklären.

## 2. Analyse der Einflussfaktoren

Um das Pendlerverhalten der Berufspendler aufgrund von sozioökonomischen Faktoren und räumlichen Gegebenheiten zu analysieren und zu erklären, ist es zunächst notwendig, die zuvor beschriebenen sozioökonomischen Faktoren (vgl. Kapitel 1.2 Sozioökonomische Faktoren), einzugrenzen. Dazu werden diese in zwei Kategorien, wie in Tabelle 4 abgebildet, aufgliedert. Zum einem wird die Kategorie „Lebenssituation“ gebildet. Diese beinhaltet die Faktoren der Mobilitätsbiografie, wie Familienstand, Alter, Geschlecht, Führerscheinbesitz, Berufstätigkeit, Schulabschluss und Nettoeinkommen. Zum anderen wird die Kategorie „Verkehrsmittel“ gebildet. Diese berücksichtigt zunächst den Besitz eines Verkehrsmittels, wie z.B. den Pkw oder eine Zeitkarte für den Öffentlichen Verkehr. Zusätzlich werden in dieser Kategorie räumliche Aspekte, wie die Entfernung zur nächsten öffentlichen Verkehrshaltestelle, mit einbezogen.

Tabelle 4: Einflussfaktoren  
(Quelle: Eigene Darstellung)

<b>Einflussfaktoren</b>	
<b>Lebenssituation</b>	<b>Verkehrsmittel</b>
Familienstand	Pkw, Fahrrad, Motorrad, etc.
Alter	ÖPNV (Job-Ticket oder ÖV-Zeitkarte)
Geschlecht	Entfernung zur ÖV-Haltestelle
Führerscheinbesitz	
Berufstätigkeit	
Schulabschluss / Berufsausbildung (ergänzend)	
Nettoeinkommen (ergänzend)	

### 2.1 Datengrundlage

Durch öffentlich zugängliche Daten ist es möglich die benötigten Daten in Bezug auf Vergleichswerte und räumliche Infrastrukturen zu erheben. Die Datengrundlage für die anstehenden Analysen setzt sich aus statistischen Daten vom statistischen Landesamt Information und Technik (kurz: IT.NRW), den statistischen Daten der Mobilitätsuntersuchung (2019) im Kreisgebiet, den Verkehrsnetzdaten aus OpenStreetMap (kurz: OSM) und den Daten der Fahrpläne

des öffentlichen Personenverkehrs im Format General Transit Feed Specification (kurz: GTFS) zusammen.

### 2.1.1 Statistische Daten IT.NRW

IT.NRW stellt als öffentlich zugängliche Anwendung den „Pendleratlas – NRW“ zur Verfügung (vgl. Abbildung 6). Dort können unter anderem Daten zu Berufspendlern auf Kreis- oder Gemeindeebene abgerufen werden.

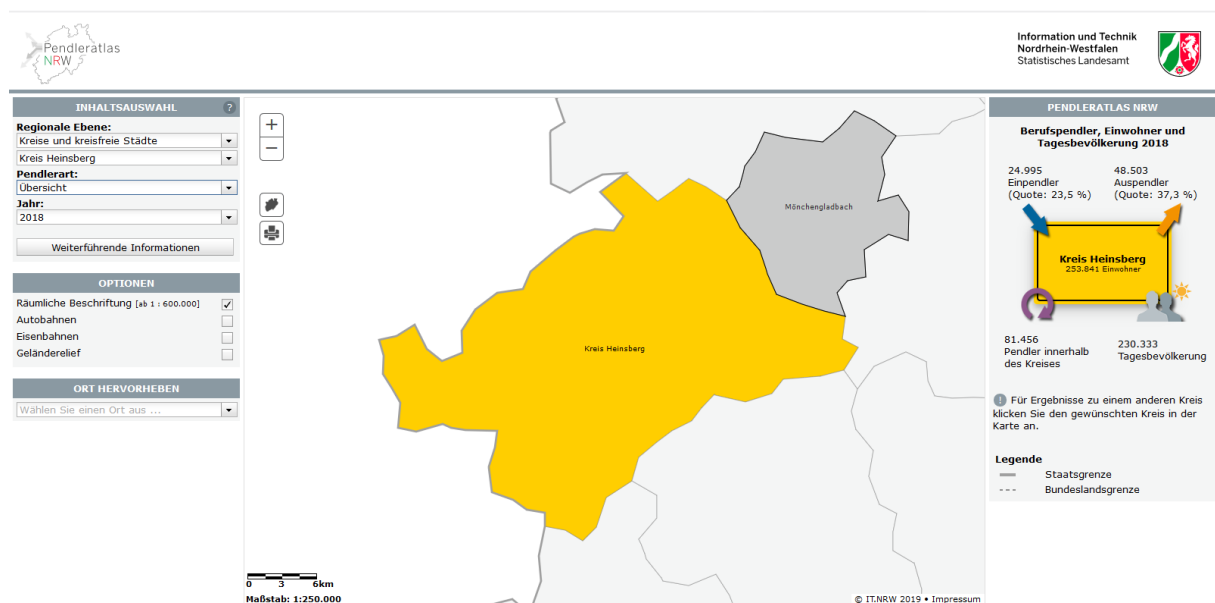


Abbildung 6: Screenshot Pendleratlas NRW  
(Quelle: Pendleratlas NRW 2019)

In der Anwendung werden entsprechend der Pendlerarten, Pendler innerhalb, Einpendler, Auspendler, Einpendler- und Auspendlerströme unterschieden. Eine Differenzierung kann zusätzlich durch ein weiteres Gliederungsmerkmal, wie das Geschlecht, die Stellung im Beruf, der Arbeitsumfang, die Wirtschaftsbereiche und das Alter durchgeführt werden. Die Daten stehen durchgängig von 2013 bis 2018 zur Verfügung. Je nach ausgewählter Kategorie, werden diese mit Diagrammen und einer interaktiven Kartenanwendung dargestellt (Pendleratlas NRW 2019).

Für weitere Datenanalysen werden die Daten aus der Landesdatenbank NRW bereitgestellt. Unter der Rubrik „Pendlerrechnung in Nordrhein-Westfalen“ sind alle Datengrundlagen zu Pendlern aufgelistet (Landesdatenbank NRW 2019).

In der weiteren Bearbeitung werden die Kennzahlen zu Berufsauspendlern und innergemeindlichen Pendlern nach Altersgruppen und Geschlecht aus dem Jahr 2018 verwendet (vgl. Tabelle 5 und Tabelle 6).

Tabelle 5: Berufsauspendler Berufspendler Kreis Heinsberg 2018  
(Quelle: Landesdatenbank NRW 2019)

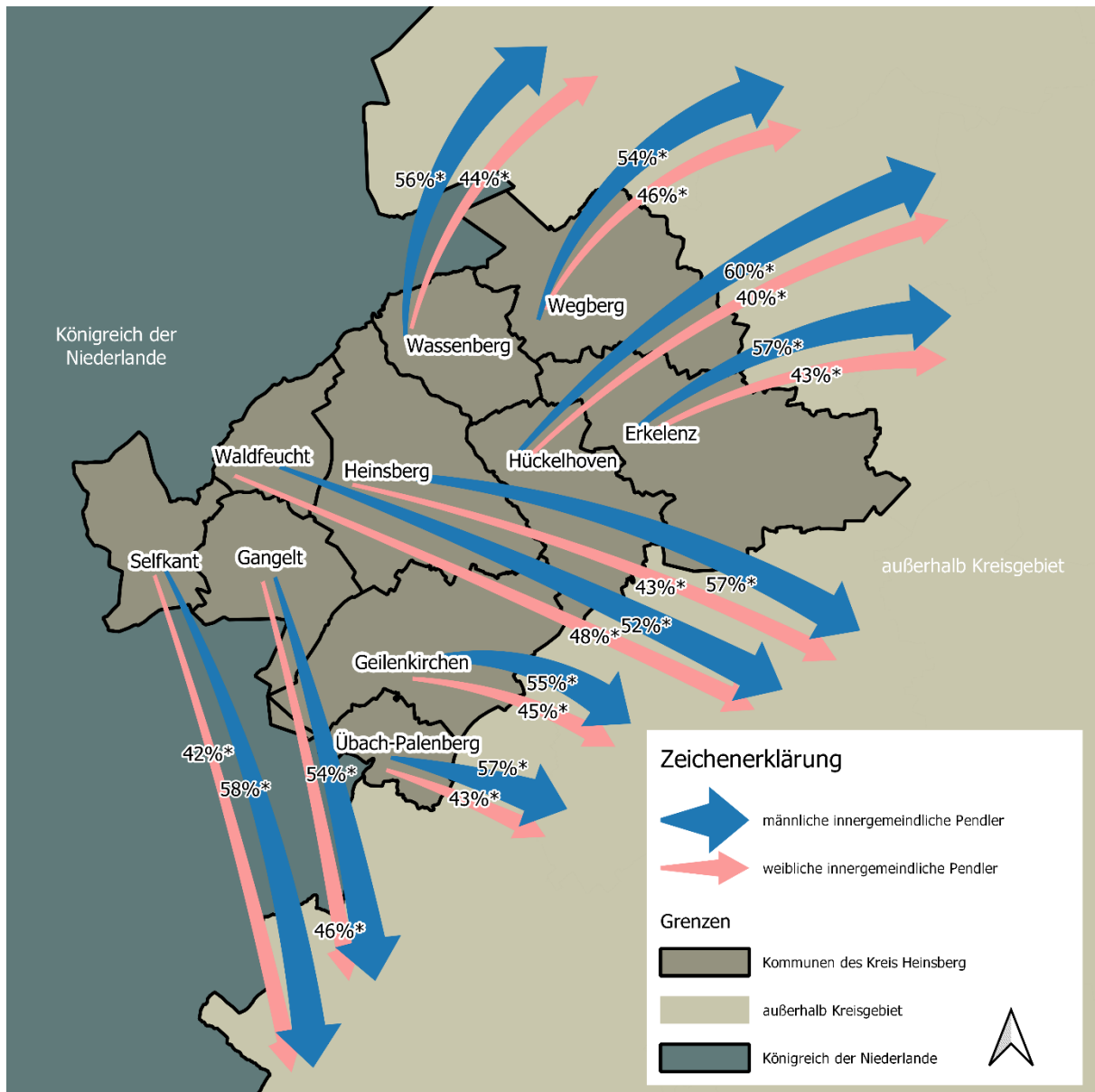
<b>Berufsauspendler Kreis Heinsberg 2018</b>									
Kommune	Altersgruppe						Geschlecht		Insgesamt
	Unter 25 Jahre	25 bis 35 Jahre	35 bis 45 Jahre	45 bis 55 Jahre	55 bis 65 Jahre	65 Jahre und mehr	m	w	
<b>Erkelenz</b>	1.393	3.399	3.090	3.977	2.854	129	8.451	6.391	14.842
<b>Gangelt</b>	423	961	847	1.069	801	44	2.220	1.925	4.145
<b>Geilenkirchen</b>	993	2.016	1.745	2.424	1.709	78	4.964	4.001	8.965
<b>Heinsberg</b>	1.337	2.732	2.318	2.984	2.198	94	6.705	4.958	11.663
<b>Hückelhoven</b>	1.502	2.890	2.573	3.572	2.339	93	7.630	5.339	12.969
<b>Selfkant</b>	297	561	462	719	529	34	1.499	1.103	2.602
<b>Übach-Palenberg</b>	990	1.806	1.712	2.331	1.618	83	4.847	3.693	8.540
<b>Waldfeucht</b>	388	769	596	925	662	20	1.748	1.612	3.360
<b>Wassenberg</b>	736	1.380	1.390	1.948	1.414	56	3.874	3.050	6.924
<b>Wegberg</b>	1.038	1.829	1.974	3.249	2.272	105	5.646	4.821	10.467

Tabelle 6: Innergemeindliche Berufspendler Kreis Heinsberg 2018  
(Quelle: Landesdatenbank NRW 2019, III)

<b>Inneregemeindliche Berufspendler Kreis Heinsberg 2018</b>									
Kommune	Altersgruppe						Geschlecht		Insgesamt
	Unter 25 Jahre	25 bis 35 Jahre	35 bis 45 Jahre	45 bis 55 Jahre	55 bis 65 Jahre	65 Jahre und mehr	m	w	
<b>Erkelenz</b>	891	1.798	1.711	2.195	1.848	115	3.948	4.610	8.558
<b>Gangelt</b>	222	484	351	493	390	23	971	992	1.963
<b>Geilenkirchen</b>	561	957	1.008	1.397	1.097	75	2.481	2.614	5.095
<b>Heinsberg</b>	1.128	2.085	1.969	2.649	2.020	86	4.830	5.107	9.937
<b>Hückelhoven</b>	1.005	1.637	1.435	1.772	1.257	85	3.402	3.789	7.191
<b>Selfkant</b>	237	265	267	376	265	26	661	775	1.436
<b>Übach-Palenberg</b>	457	825	726	913	809	66	1.933	1.863	3.796
<b>Waldfeucht</b>	134	187	211	366	327	18	574	669	1.243
<b>Wassenberg</b>	298	402	474	645	457	45	1.045	1.276	2.321
<b>Wegberg</b>	437	694	635	1.178	939	59	1.905	2.037	3.942

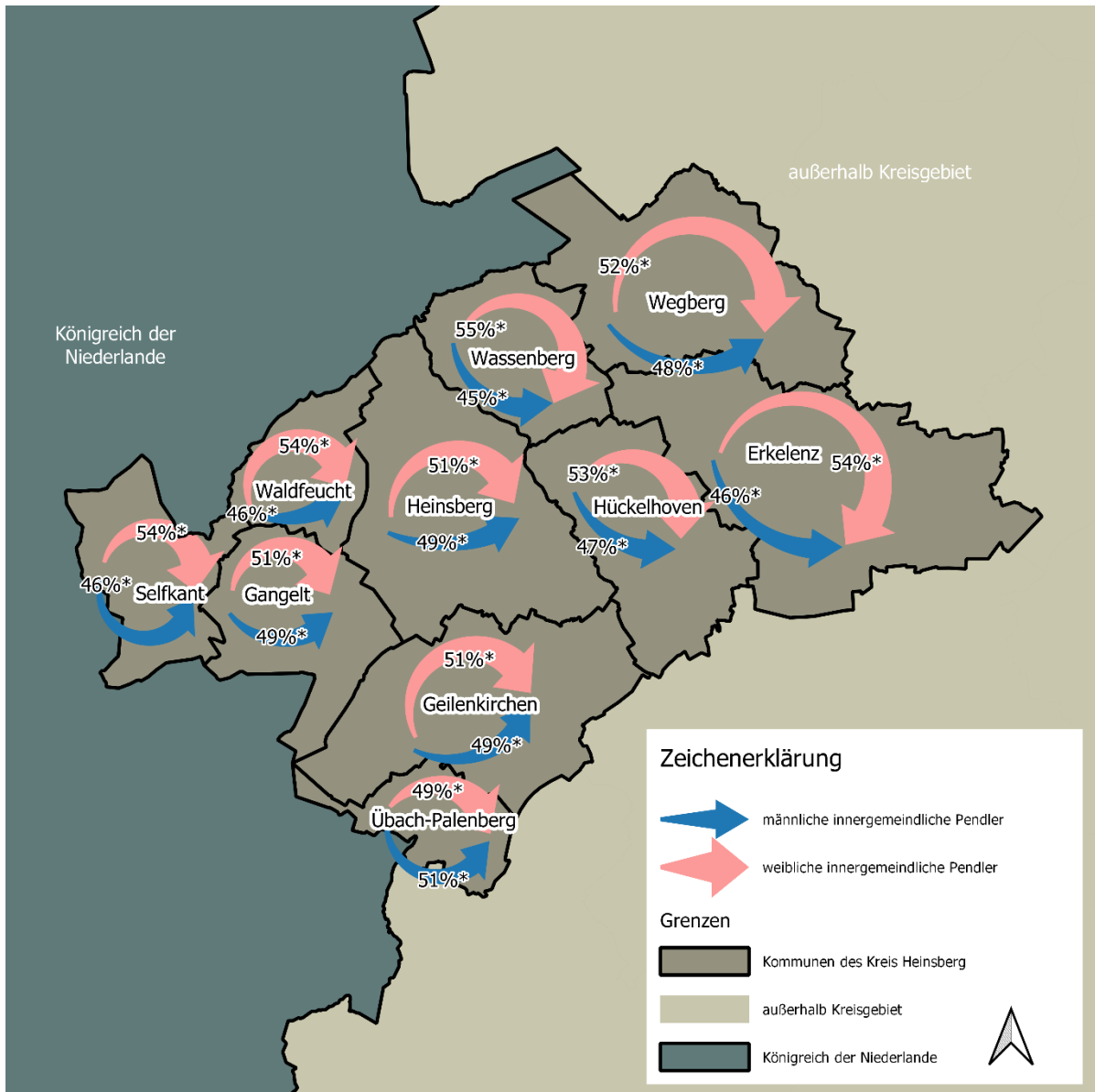


Aus den Zahlen der Landesdatenbank NRW geht hervor, dass bei den Berufsauspendlern, sowie innergemeindlichen Berufspendlern, die Zahlen bis zu der Altersgruppe 45 bis unter 55 Jahre ansteigen. Ab der Altersgruppe 55 bis unter 65 Jahre sinken diese Zahlen wieder, was auf den Eintritt in das Rentenalter zurückzuführen ist. Demnach scheint es keinen erheblichen Einfluss auf die Pendlerzahlen zu haben, ob der Pendler innerhalb seiner Kommune pendelt oder in eine andere Kommune pendeln muss, da die Verteilung der Zu- und Abnahme der Zahlenwerte bei beiden Pendlerarten gleich verläuft. Ein Unterschied zwischen den beiden Pendlerkategorien wird beim Vergleich der Geschlechterzahlen ersichtlich. Demnach pendeln mehr Berufstätige männlichen Geschlechts aus ihrer Kommune in eine andere als Berufstätige weiblichen Geschlechts. Neben den absoluten Werten in Form von Tabellen wurden die Informationen räumlich aufbereitet (siehe Abbildung 7).



\*gibt den Anteil aller Auspendler für die jeweilige Kommune an  
 Abbildung 7: Anteil der weiblichen und männlichen Auspendler  
 (Quelle: Eigene Darstellung)

Bei der Betrachtung der Zahlen der innergemeindlichen Berufspendler wird hingegen deutlich, dass dort die Gewichtung gegenteilig ist. Dort pendeln mehr weibliche Berufstätige innergemeindlich, als männliche Berufstätige. Lediglich die Kommune Übach-Palenberg stellt hier eine Ausnahme dar (siehe Abbildung 8).



\*gibt den Anteil aller innerschulischen Pendler je Kommune an  
 Abbildung 8: Anteil der weiblichen und männlichen innerschulischen Pendler  
 (Quelle: Eigene Darstellung)

### 2.1.2 Statistische Daten Mobilitätsuntersuchung 2018

Im Jahr 2018 hat die Kreisverwaltung Heinsberg eine Haushaltsbefragung zum Mobilitätsverhalten der Kreisbevölkerung durchgeführt. Insgesamt wurden bei dieser Haushaltsbefragung 985 Haushalte mit über 2.400 Personen (0,83% der Bevölkerung) befragt. Die Datenerhebung erfolgte nach den Standards der nordrhein-westfälischen Modal-Split-Erhebung. Durch die Studie konnte festgestellt werden, dass insgesamt 89 % der Haushalte im Kreisgebiet mindestens einen Pkw, sowie 89% der Haushalte mindestens ein Fahrrad, sowie 20 % der Haushalte ein oder mehr Elektroräder besitzen (vgl. Tabelle 7). Im Bereich der öffentlichen Verkehrsmit-

tel besitzen 17 % der Kreisbevölkerung eine Zeitkarte für Bus und Bahn. Dabei ist zu beachten, dass der Großteil aus Schülern und Studenten besteht. Mit Blick auf den Pkw-Besitz ist, wie erwartet, der Führerscheinbesitz von Personen über 18 Jahren mit 94 % erwartungsgemäß hoch. Der Anteil der Bevölkerung, der einen Führerschein und eine ÖV-Zeitkarte besitzt, beträgt 12 % (Frehn et al. 2019, III).

Tabelle 7: Verkehrsmittelverfügbarkeit  
(Quelle: Frehn et al. 2019)

<b>Verkehrsmittelverfügbarkeit im Kreis Heinsberg (Stand: 2018)</b>	
<b>Verkehrsmittel</b>	<b>Haushalte / Bevölkerung</b>
mindestens einen Pkw	89 % aller Haushalte
mindestens ein Fahrrad	89% aller Haushalte
ÖV-Zeitkarte	17% der Bevölkerung
Führerscheinbesitz	94% der Bevölkerung über 18 Jahre
Führerscheinbesitz und ÖV-Zeitkarte	12% der Bevölkerung

Auf Basis der Verkehrsmittelverfügbarkeit, lassen sich laut Studie die Verkehrsmittelwahl und Wegzwecke für den Kreis wie folgt aufteilen (vgl. Abbildung 9 ) (Frehn et al. 2019, IV).

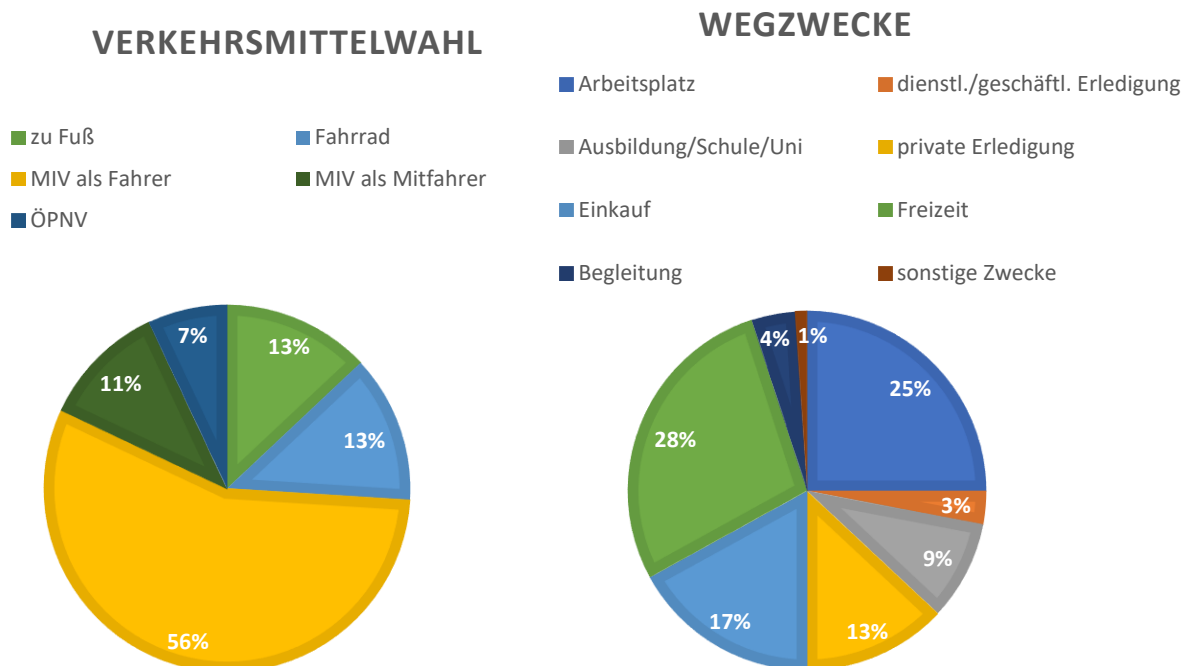


Abbildung 9: Verkehrsmittelwahl und Wegzwecke  
(Quelle: Frehn et al. 2019, IV)

Wie zuvor in Kapitel 1.2 Sozioökonomische Faktoren beschrieben, können Alter und Geschlecht die Verkehrsmittelwahl beeinflussen. Im Ergebnis der Studie erreicht der Autoverkehr, wie in Abbildung 10 zu sehen, in den Altersgruppen 25 bis unter 65 Jahren den größten Anteil. Das Fahrrad wird hingegen eher von jüngeren, als von älteren Altersgruppen genutzt. Signifikant ist, dass laut Studie weibliche Personen in allen Altersgruppen gegenüber männlichen Personen mehr Wege zu Fuß zurücklegen (Frehn et al. 2019, IV).

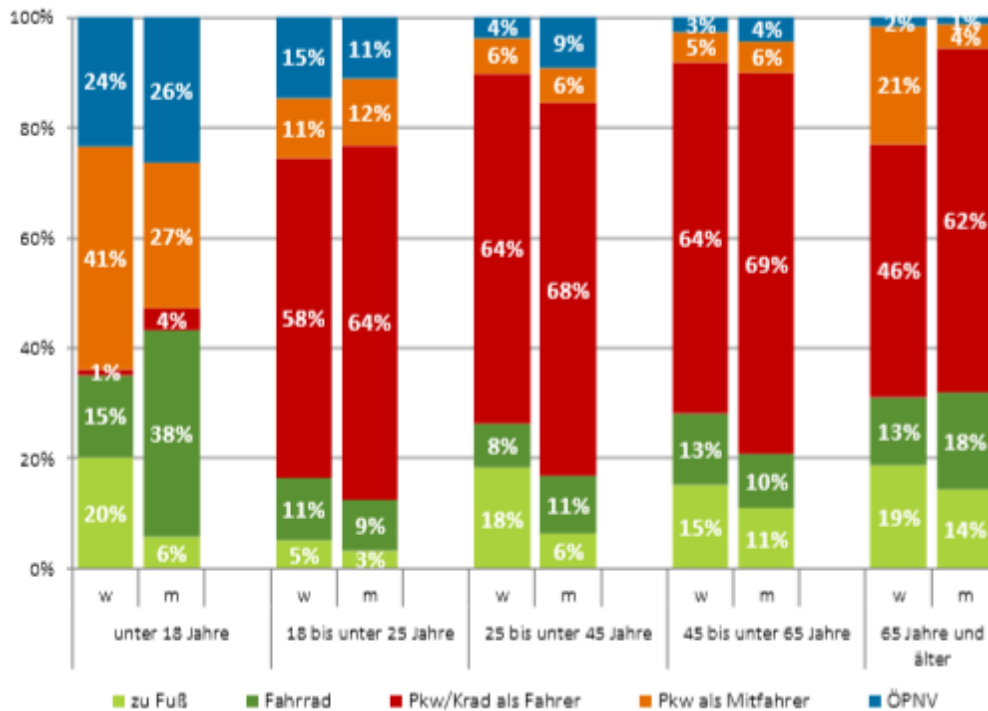


Abbildung 10: Verkehrsmittelwahl nach Alter und Geschlecht (Quelle: Frehn et al. 2019, VI)

Insgesamt lässt sich durch die Studie vor allem festhalten, dass die Mobilität im Kreis Heinsberg stark vom Pkw geprägt ist.

### 2.1.3 OpenStreetMap

Neben den statistischen Daten in Form von Zahlen sind für die räumlichen Analysen Geodaten zu nutzen. Aus diesem Grund wird auf die OSM-Daten, die über das Portal der Firma Geofabrik GmbH zum Download zur Verfügung stehen, zurückgegriffen. Die Daten bilden den täglichen Extrakt aus der originalen OSM Datenbank ab. Für den Kreis Heinsberg werden demnach die Daten der Bezirksregierung Köln heruntergeladen. Die Daten liegen im Paragon Backup File (kurz: PBF) -Format vor. Das Datenformat PBF wird als übliches Austauschformat für OSM-Rohdaten

verwendet (Geofabrik GmbH 2020). Der Inhalt des PBF-Formates setzt sich aus Linien-, Multilinien-, Polygon-, und Punktgeometrien zusammen.

Für die Analysen sind innerhalb der OSM-Daten die Wegenetze von besonderer Bedeutung. Die Daten bilden eine ausreichend gute Datenquelle und liegen flächendeckend vor. Für viele Anwendungen sind Imports, z.B. für den OpenTripPlanner, vorgesehen (vgl. Kapitel 2.3.5 Netzwerkanalyse Routing).

#### 2.1.4 General Transit Feed Specification

Neben den Geometrien der Verkehrswege sind für die Analyse der Erreichbarkeit im ÖPNV die GTFS-Daten und die darin enthaltenen Fahrpläne für den Einflussfaktor Zeit von besonderer Bedeutung. Das Datenformat GTFS gilt als Quasi-Datenstandard für die Beschreibung des öffentlichen Verkehrssystems und beinhaltet, neben den Routeninformationen der öffentlichen Verkehrsmittel, alle Haltestellen, die genauen Stopzeiten, sowie die einzelnen Verbindungen der jeweiligen Routen (Ivan et al. 2017, S. 246). Der zuständige Verkehrsbund im Kreisgebiet ist, wie zuvor Kapitel 1.3 Kreis Heinsberg erwähnt, der AVV. Der Datenstandard der GTFS-Daten setzt sich wie folgt zusammen (vgl. Tabelle 8).

Tabelle 8: GTFS-Datensatzbeschreibung  
(Quelle: Darstellung in Anlehnung an GTFS.org 2020)

<b>GTFS-Datensatzbeschreibung</b>			
<b>Datensatz</b>	<b>Definition</b>	<b>Status</b>	<b>Im AVV-Datensatz vorhanden</b>
<b>agency.txt</b>	Transitagenturen mit Service sind in diesem Datensatz vertreten	Pflicht	X
<b>attributions.txt</b>	Datensatzbeschreibungen	Optional	
<b>calendar.txt</b>	Servicetermine werden anhand eines Wochenplans mit Start- und Enddatum festgelegt.	Bedingt Pflicht	X
<b>calendar_dates.txt</b>	Muss alle Termine enthalten, wenn die calendar.txt weggelassen wurde.	Bedingt Pflicht	X
<b>fare_attributes.txt</b>	Fahrpreisinformationen für die Routen einer Transitagentur	Optional	
<b>fare_rules.txt</b>	Regeln für die Anwendung von Tarifen und Reiserouten	Optional	
<b>feed_info.txt</b>	Metadaten des einzelnen Datensatzes.	Optional	
<b>frequencies.txt</b>	Zeit zwischen den einzelnen Fahrten.	Optional	X
<b>levels.txt</b>	Ebenen innerhalb der Bahnhöfe	Optional	

<b>pathways.txt</b>	Wege, die Orte innerhalb der Bahnhöfe miteinander verbinden.	Optional	
<b>routes.txt</b>	Transitstrecken. Eine Route ist eine Gruppe von Fahrten, die den Kunden als eine einzige Dienstleistung angezeigt wird.	Pflicht	X
<b>shapes.txt</b>	Routenausrichtung, sowie Regeln für die Kartierung von Fahrzeugfahrwegen.	Optional	X
<b>stop_times.txt</b>	Zeiten, zu denen ein Fahrzeug bei jeder Fahrt an Haltestellen ankommt und wieder abfährt.	Pflicht	X
<b>stops.txt</b>	Haltestellen, an denen die Fahrzeuge die Kunden abholen oder absetzen. Definiert auch Stationen und Bahnhofeingänge	Pflicht	X
<b>transfers.txt</b>	Verbindungspunkte an Umsteigepunkten zwischen den Routen	Optional	X
<b>trips.txt</b>	Fahrten für jede Strecke. Eine Fahrt ist eine Abfolge von zwei oder mehr Stops, die in einem bestimmten Zeitraum stattfinden.	Pflicht	X

Mit Hilfe der Fahrplandaten des AVV kann neben der Analyse der reinen Entfernungen ein intermodales Routing durchgeführt werden. Dadurch können Indikatoren für die Zeit und Ungebrochenheit untersucht werden.

## 2.2 Softwarekomponenten

Um die Daten aufzubereiten und die verschiedenen Methoden bzw. Analysen durchzuführen, werden neben der Tabellenkalkulationssoftware Microsoft Excel Version 2016 drei weitere Softwarekomponenten eingesetzt. Als Geoinformationssystem (kurz: GIS) wird hauptsächlich die Opensource-Software QGIS in der Version 3.8 verwendet. Neben der Nutzung von QGIS wird auf ein weiteres GIS, ArcGIS Pro, zurückgegriffen. Als dritte Softwarekomponente wird die Skriptsprache R in der Entwicklungsumgebung R-Studio verwendet.

QGIS:

Die Software QGIS gilt als führendes Open-Source-Desktop-GIS und ist eine professionelle GIS-

Anwendung, die auf Grundlage von Freier- und Open-Source-Software (kurz: FOSS) entwickelt wird. Die Software steht unter der General-Public-Licence (kurz: GNU) und ist ein offizielles Mitglied der Open-Source-Geospatial-Foundation (kurz: OSGeo). Die Programmierung und Umsetzung von QGIS läuft unter einem Projekt von freiwilligen Programmierern, die die Software ständig weiterentwickeln.

ArcGIS Pro:

ArcGIS Pro ist ein Desktop-GIS von der Firma Environmental Systems Research Institute (kurz: ESRI). Das Desktop-GIS dient zur Verarbeitung von 2D- und 3D-Daten und verfügt über zahlreiche Methoden und Tools, um komplexe Analysen durchzuführen (ESRI Inc. 2020). Innerhalb dieser Arbeit wird auf das Werkzeug des Network-Analysts zurückgegriffen.

R:

R ist eine Open-Source basierte Sprache, die für statistische Berechnungen und Grafiken eingesetzt wird. Sie basiert auf der von John Chambers und weitere Kollegen entwickelten Sprache S. Die Weiterentwicklung R bietet dem Nutzer einen open-source basierte Möglichkeit, um an den Aktivitäten für statistische Methoden teilzunehmen. So bietet R neben grafischen Techniken auch eine große Auswahl an statistischen Techniken, wie z.B. lineare und nichtlineare Modellierung, klassische statistische Tests, Zeitreihenanalysen, Klassifikation, Clustering und einiges mehr (The R Foundation o.J.).

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit werden statistische Zusammenhänge unter der Verwendung von R dargestellt und, durch das Nutzen verschiedener Packages als Werkzeugkasten, eine räumliche Analyse durchgeführt.

## **2.3 Methodik der Analyse**

In diesem Kapitel werden vier wesentliche Methoden vorgestellt, die aus theoretisch argumentativer, räumlich analytischer und statistischer Sicht das Verhalten der Berufspendler im Kreisgebiet erklären. Um das Vorgehen der eigenen Datenerhebung zu erläutern, wird zunächst das Datenerhebungsmodell Modal-Split vorgestellt.



### 2.3.1 Datenerhebungsmodell (Modal-Split)

Das Zusammenspiel von statistischen Kennzahlen zu Pendlern und die nachfragebedingten Wünsche der Verkehrsakteure werden durch die Abbildungen in Aktivitäten in Verkehrsmodellen dargestellt (Stock und Bernecker 2014, S. 206).

Insgesamt setzen sich Verkehrsplanungsmodelle aus vier z.T. interdependenten Stufen zusammen. In der Literatur wird das Verkehrsplanungsmodell daher auch als „Vierstufenmodell“ bezeichnet (Stock und Bernecker 2014, S. 206–207).

Die Stufen beinhalten folgende Zielsetzung:

1. Verkehrserzeugung
2. Verkehrsverteilung
3. Verkehrsaufteilung
4. Verkehrsumlegung.

Die Verkehrserzeugung wird als Mobilität, Aktivitätenwahl oder Verkehrsaufkommen gesehen. Bei der Verkehrsverteilung steht die Zielwahl im Fokus. Die Verkehrsaufteilung, die in dieser Arbeit betrachtet und analysiert wird, setzt sich aus dem Modal-Split bzw. der Verkehrswahl zusammen. In der vierten Stufe, der Verkehrsumlegung, wird diese als die Wegewahl und Nutzung der vorhandenen Verkehrsinfrastruktur bezeichnet (Stock und Bernecker 2014, S. 207).

Da für die weitere Bearbeitung dieser Arbeit lediglich die dritte Stufe, die Verkehrsaufteilung relevant ist, wird lediglich diese Stufe detaillierter erläutert.

Durch die Verkehrsaufteilung, wird der sogenannte Modal-Split umschrieben. Die Modal-Split-Anteile stehen für die einbezogenen Verkehrsträger, die im Personenverkehr, im motorisierten Individualverkehr oder dem öffentlichen Straßenpersonenverkehr untersucht werden. Dabei ist zu beachten, dass die Wahl des Transportmittels eine Reaktion auf die Verfügbarkeit bzw. das Angebot der alternativen Möglichkeiten der Fortbewegung darstellt.

Um den Modal-Split zu schätzen, können unterschiedliche funktionale Beziehungen angewandt werden. Die Schätzung kann zum einen durch ein Logit Modell, wie auch einem Anteilmodell vorgenommen werden (Stock und Bernecker 2014, S. 223).

Das Logit Modell setzt als qualitatives Wahlhandlungsmodell Mikrodaten, z.B. Daten aus Personenbefragungen, voraus.

$$p_{ij}^{VT} = F(\beta'x_{ij}) = \frac{1}{1 + e^{-\beta'x_{ij}}} \quad \text{Formel 1}$$

Hierbei gilt:

p = Wahrscheinlichkeit

VT = Verkehrsträger

i = Quellregion

j = Zielregion

$x_{ij}$  = Einflussvektor

$\beta$  = Parameter

„[...] mit  $p_{ij}^{VT}$  = Wahrscheinlichkeit, einen Verkehrsträger (VT) von Quellregion i zur Zielregion j in Abhängigkeit des Einflussvektors  $x_{ij}$  (z.B. Kosten des Verkehrsträgers und alternativer Verkehrsträger) zu benutzen und  $\beta$  als zu schätzende Parameter.“ (Stock und Bernecker 2014, S. 223)

Zum anderen kann der Modal-Split durch das zweite Modell, das Anteilmodell, dargestellt werden.

$$A_{ij}^{VT} = f(x_{1ij}, x_{2ij}, \dots, x_{nij}) \quad \text{Formel 2}$$

Dabei gilt:

A = Anteil

VT = Verkehrsträger

i = Quellregion

j = Zielregion

$x_{nij}$  = exogene Variablen

„[...] mit  $A_{ij}^{VT}$  = Anteil des Verkehrsträgers (VT) von Quellregion i zur Zielregion j als eine Funktion von exogenen Variablen (z.B. relative Kosten und Reisezeiten).“ (Stock und Bernecker 2014, S. 224)

Da eine Datenerhebung in Anlehnung an die Modal-Split Standards erfolgt, wird vorausgesetzt, Mikrodaten, wie es das Logit Modell verlangt, zu erheben.

### 2.3.2 Nordrhein-westfälische Modal-Split Erhebung

Für die Erhebung des Modal-Splits gibt es in Nordrhein-Westfalen Landesstandards. Durch die Einhaltung dieser Landesstandards besteht für Mitgliedskommunen der Arbeitsgemeinschaft fußgänger- und fahrradfreundlicher Städte, Gemeinden und Kreise in NRW (kurz: AGFS), die Möglichkeit einen Zuschuss von i.d.R. 70% beim Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen zur Durchführung von Haushaltsbefragungen, zu beantragen. Dazu wurde am 29.05.2009 ein Erlass zur Förderung veröffentlicht (AGFS o.J.).

Ziel dieses Erlasses ist, dass zukünftig lokale Modal-Split Erhebungen in NRW standardisiert sind und den folgenden Qualitätskriterien entsprechen (AGFS o.J.):

- Einheitlicher, vergleichbarer Standard für NRW-Kommunen,
- Berücksichtigung der Nahmobilität im besonderen Maße (Etappenkonzept),
- Ermöglichung der Evaluation der Radverkehrsförderung (insbesondere aus Sicht des Verkehrsministeriums NRW),
- Vergleichbarkeit mit übergeordneten Erhebungen (MiD, SrV),
- Berücksichtigung der Bedürfnisse der Kommunen.

Die Standards zur einheitlichen Modal-Split Erhebung in nordrhein-westfälischen Kommunen können online als Fassung vom 24. April 2009 unter folgendem Link

[https://www.agfs-nrw.de/fileadmin/Fachthemen/Modal-Split-Erhebung/Standards\\_Modal\\_Split\\_240409.pdf](https://www.agfs-nrw.de/fileadmin/Fachthemen/Modal-Split-Erhebung/Standards_Modal_Split_240409.pdf)

abgerufen werden.

Zur Beschreibung der Erhebung sind verschiedene Kenngrößen, wie die Grundgesamtheit, Stichprobe, Erhebungsmethode, Zeitraum der Befragung, Wahl des Stichtages, Befragungsinhalte, und Auswertung der Befragung definiert.

### *Grundgesamtheit*

Als Grundgesamtheit wird vorgegeben die Stadt-, Kreis- oder Gemeindegebiete inklusive aller Einwohner mit dortigem Haupt- und Nebenwohnsitz zu umfassen. Es gibt die zusätzliche Möglichkeit, dass sich benachbarte Kommunen für eine Befragung zusammenschließen (Mühlenbruch 2009, S. 3).

### *Stichprobe*

Eine Angabe der notwendigen Stichprobengröße ist nicht gefordert. Dennoch können Faktoren einen Einfluss auf die Stichprobengröße haben. Diese Faktoren beziehen sich auf die Größe des betrachtenden Anteilswertes oder auf die Auswertung auf Stadtteilebene. Ebenso bezieht sich die Nennung der gängigen „Faustformel“ auf eine Stichprobengröße von mindestens 1000 Personen oder 1% der Wohnbevölkerung (Mühlenbruch 2009, S. 3).

### *Erhebungsmethode*

Als Erhebungsmethode werden eine telefonische (ggf. computergestützte) Befragung sowie eine schriftliche (ggf. online) Befragung genannt. Dazu werden einzelne Schritte für das Vorgehen einer telefonischen Befragung angegeben (Mühlenbruch 2009, S. 4):

- Postalisches Anschreiben (Ankündigung der Befragung),
- Zusendung des Haushaltsfragebogens per Post,  
(erwünschte portofreie Rücksendung der Angabe der Telefonnummer),
- Zusendung von Befragungsunterlagen,
- Durchführung des Telefonates,
- Hinzufügen der Datenschutz-Bestimmungen und des Schreibens zur Notwendigkeit und Unterstützung der Landesregierung.

### *Zeitraum der Befragung / Stichtag für Wegeprotokolle*

Für die Auswahl eines Stichtages gilt generell ein normaler Werktag (Di-Do). Als Erhebungszeiträume werden die Monate April bis Juni und September bis November empfohlen, jedoch nicht vorgegeben. Als sinnvoll wird eine Befragung außerhalb der Ferien erachtet. Aufgrund schwankender Wetterverhältnisse wird empfohlen die Befragung in einem Zeitraum von min-

destens vier Wochen durchzuführen (Mühlenbruch 2009, S. 4).

### Wahl des Stichtages

Der Stichtag sollte nicht zur freien Wahl stehen, sondern vorgegeben werden (Mühlenbruch 2009, S. 4).

### Befragungsinhalte

Die Befragungsinhalte gliedern sich in drei Bögen auf:

- Haushaltsfragebogen,
- Personenfragebogen,
- Wegeprotokoll.

Zudem werden die Befragungsinhalte in Mindestinhalte und ergänzende Inhalte unterschieden. Die Mindestinhalte werden dabei aus Gründen der Einheitlichkeit und Vergleichbarkeit bei jeder Befragung durchgeführt. Die ergänzenden Inhalte werden hingegen empfohlen, können aber aus Aufwandsgründen weggelassen werden (Mühlenbruch 2009, S. 4).

Tabelle 9: Befragungsinhalte  
(Quelle: Mühlenbruch 2009, S. 5–7)

	Mindestinhalte	Ergänzende Inhalte
<b>Haushaltsfragebogen</b>	Anzahl Personen, die ständig im Haushalt leben	Nettoeinkommen
	Fahrzeugausstattung (Pkw, Fahrrad, Motorrad, etc.)	
<b>Personenfragebogen</b>	Alter	Schulabschluss / Berufsausbildung
	Geschlecht	Meinungen und Einstellungen zum Fahrrad- und Fußgängerangebot in der Kommune
	Berufstätigkeit	Gründe für die Nicht-Nutzung des Fahrrads bzw. für das „Nicht-Zu-Fuß gehen“
	Führerscheinbesitz	Verfügbarkeit von Nahversorgungs- und Naherhoungsangeboten im fußläufigen (Wohn-)Bereich, ggf. auch als Erreichbarkeitsmatrix (siehe MiD-Fragebogen)

	<p>Allgemeine Nutzung von Pkw, ÖPNV, Fahrrad, Motorrad, zu Fuß gehen, etc.; werktags und am Wochenende</p>	<p>Mobilitätseinschränkungen aus gesundheitlichen Gründen, ggf. nach Verkehrsmitteln unterteilt</p>
<p><b>Wegeprotokoll</b></p>	<p>Verfügbarkeit und Nutzung von Fahrradabstellplätzen</p>	
	<p>Entfernung zur ÖV-Haltestelle (wenn relevant)</p>	
	<p>ÖPNV-Fahrkarte (wenn relevant)</p>	
	<p>Pkw-Verfügbarkeit am Stichtag (ggf. auch im Wegeprotokoll)</p>	
	<p>Datum</p>	
	<p>Wetter</p>	
	<p>Ggf. Grund für „Nicht-Mobilität“</p>	
	<p>Beginn des Wegs/Ort und Uhrzeit</p>	
	<p>Wegezwecke:</p>	
	<p><i>Erreichen des Arbeitsplatzes dienstlich/geschäftlich</i></p>	
	<p><i>Erreichen der Ausbildungsstätte (ggf. Unterkategorien)</i></p>	
	<p><i>Einkauf: täglicher Bedarf (ggf. Unterkategorien)</i></p>	
	<p><i>Einkauf: längerfristiger Bedarf (ggf. Unterkategorien)</i></p>	
	<p><i>Private Erledigungen</i></p>	
	<p><i>Bringen oder Holen von Personen</i></p>	
	<p><i>Freizeitaktivität (ggf. Unterkategorien)</i></p>	
	<p><i>Nach Hause</i></p>	
	<p><i>Rückweg vom vorherigen Weg</i></p>	
	<p><i>Andere Aktivität</i></p>	

---

Genutzte Verkehrsmittel auch für Etappen (Teilwege):
<i>Zu Fuß (auch Inliner, Skater, Roller)</i>
<i>Fahrrad, Pedelec</i>
<i>Moped, Mofa, Motorrad, E-Bike</i>
<i>Pkw als Fahrer</i>
<i>Pkw als Mitfahrer</i>
<i>Lkw, Traktor</i>
<i>Bus</i>
<i>U-Bahn / Straßenbahn</i>
<i>S-Bahn / Nahverkehrszug</i>
<i>Fernverkehrszug</i>
<i>Taxi</i>
<i>Flugzeug</i>
<i>Schiff, Fähre</i>
<i>Anderes Verkehrsmittel</i>
Angabe der Länge/Dauer von Wegen und Etappen
Ziel des Wegs/Ort und Uhr- zeit

---

### *Auswertung der Befragungen*

Die Auswertung der Befragung soll folgende Mindestauswertungsinhalte beinhalten (Mühlenbruch 2009, S. 7):

- Verkehrsaufkommen nach Verkehrsmittel und -zweck,
- Verkehrsleistung nach Verkehrsmittel und -zweck,
- Einzelne Anteilswerte,
- Anteil mobiler Personen (Außer-Haus-Anteil),
- Tägliche Aufenthaltsdauer im Verkehr,
- Wege und Etappen/Tag in der Gesamtbevölkerung und in Bezug auf die mobilen Personen.

### 2.3.3 Eigene Datenerhebung

Da die Standards der Modal-Split-Erhebung für diese Arbeit zu aufwändig wären, wurde die zuvor genannte Datenerhebung an die Standards, sowie den Fragebögen der bereits durchgeführten Mobilitätsuntersuchung im Kreisgebiet 2018 (Frehn et al. 2019), zur besseren Vergleichbarkeit angelehnt. Demnach wurden die einzelnen Bereiche der drei Befragungsbögen in einem Fragebogen integriert.

#### 2.3.3.1 Aufbau des Fragebogens

Der Fragebogen „Berufspendleranalyse im Kreis Heinsberg 2019“ wird unter Berücksichtigung der drei Bausteine der Modal-Split-Erhebung in zwei Teile, den Fragen zur Mobilität und zu den personenbezogenen Fragen, unterteilt. Dabei ist zu beachten, dass nach Porst (2014) demographische Fragen an das Ende einer Befragung gesetzt werden sollen. „Demographische Fragen sind zwar in den meisten Fällen leicht zu beantworten, aber andererseits auch nicht sonderlich spannend und interessant für die Befragten.“ (Porst 2014, S. 147) Des Weiteren ist es wichtig eine spannende Einstiegsfrage zu generieren. Die Einstiegsfrage entscheidet letztendlich über die Durchführung einer Befragung (Porst 2014, S. 140).

Die Einstiegsfrage sollte demnach:

- spannend sein
- themenbezogen (inhaltlich)
- die Befragungsperson persönlich betreffen, aber sie nicht betroffen machen
- technisch einfach und
- von allen Befragten zu beantworten sein (Porst 2014, S. 142).

Hieraus wurde eine Fragestellung entwickelt, die die Kriterien erfüllt:

„Wie zufrieden sind Sie mit Ihrem momentanen Verkehrsmittel, welches Sie zur alltäglichen Fahrt zum Arbeits- bzw. Ausbildungs-/Schulort nutzen?“.

- sehr zufrieden
- zufrieden
- weniger zufrieden
- unzufrieden



Durch die Einstiegsfrage ist zu erkennen, dass eine bestimmte Antwort-Skala vorgegeben wird. Dabei ist zu beachten, dass es sich um eine gerade Anzahl von Antworten handelt. Dies bringt den Befragten dazu, sich für eine Gewichtung der Skala zu entscheiden. Wird eine ungerade Skala gewählt, so wird dem Befragten eine Mittelkategorie bzw. „Fluchtkategorie“ vorgegeben. Diese wird häufig genutzt, um sich weder für die eine noch für die andere Seite entscheiden zu müssen (Porst 2014, S. 83). Bei den weiteren Fragen (Fragen 2 bis 6, 8, 10 bis 13, 15 bis 21, 23 und 24) werden die Antwortmöglichkeiten fest vordefiniert, so dass eine klare und eindeutige Abgrenzung bei der Auswertung der Daten stattfinden kann (Porst 2014, S. 147). Diese Fragen werden laut Porst als geschlossene Fragen bezeichnet. Ein Nachteil bei dieser Art der Fragen ist, dass der Befragte die Frage nicht beantworten kann, da er keine von den vordefinierten Antworten auf sich beziehen kann (Porst 2014, S. 55). Ist dies der Fall, wird bei den Ergebnissen dieser Umfrage „keine Angabe“ als weiteres Attribut definiert. Damit die Motivation bei dem Befragten aufrechterhalten wird, die Umfrage bis zum Ende auszufüllen, beinhaltet die Umfrage neben den geschlossenen auch halb offene Fragen. Die einzelnen Fragen der Umfrage können im Anhang II eingesehen werden.

Die Fragen (7, 9, 14, 22, 25) sind als halboffene Fragen aufgebaut. Sie bieten dem Befragten die Möglichkeit, wenn unter den Vorgaben keine Antwort zutrifft, durch ein Textfeld freie Bemerkungen anzugeben. Die Art dieser Frage vermittelt dem Befragten das Gefühl, trotz nicht passenden Vorgaben, dazuzugehören und eine Antwort angeben zu können (Porst 2014, S. 57). Zudem ist anzumerken, dass lediglich bei der Frage 7 Mehrfachantworten möglich sind. Zu allen anderen Fragen kann nur eine Antwortmöglichkeit angegeben werden.

Im ersten Teil des Fragebogens (Fragen 1 bis 11) wird auf die Mobilität des Befragten eingegangen. Um einen Rückschluss über das Verhalten der Pendler in Bezug auf ihre Verkehrsmittelnutzung ziehen zu können, wird der Teilnehmer der Umfrage zunächst befragt, welches Verkehrsmittel hauptsächlich genutzt wird, um zum täglichen Arbeits-/Ausbildungs- oder Schulort zu gelangen. Dabei kann die befragte Person zwischen verschiedenen Antwortmöglichkeiten (Pkw, Motorrad/Roller/Mofa, E-Bike/Pedelec, Fahrrad, ÖPNV, zu Fuß) auswählen. Des Weiteren wird in den nachfolgenden Fragen darauf eingegangen, ob der Befragte einen Führerschein, einen Pkw oder eine Zeitkarte für den ÖPNV besitzt. Diese Besitzangaben spielen in der späteren Verhaltensanalyse eine wichtige Rolle. Dabei ist anzumerken, dass auf die Besitzverhältnisse in Bezug auf die Verkehrsmittel (Fahrrad, Pedelec/E-Bike, Motorrad/Rol-

ler/Mofa) in der Umfrage nicht weiter eingegangen wird, da dies den Rahmen der Untersuchung sprengen würde. Innerhalb der der Untersuchung wird die Aussage bzgl. der Nutzung des ÖPNV und des Pkws besonders hervorgehoben. Lediglich durch die Abfrage, welches Verkehrsmittel für die tägliche Fahrt genutzt wird, geht hervor, ob der Befragte ein zusätzliches Verkehrsmittel besitzt.

Neben dem Besitz wird im weiteren Verlauf auf finanzielle Anreize durch den Arbeitgeber bzw. Ausbilder in Bezug auf die Verkehrsmittelnutzung, sowie auf die Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes bzw. der Ausbildungsstätte eingegangen. Im nachfolgenden Text wird lediglich der Arbeitsplatz/-ort benannt. Dieser ist mit anderen Einrichtungen, wie der Universität oder Schule, gleich zu setzen.

Um die Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes zu bewerten bzw. zu untersuchen, werden die Teilnehmer in der Umfrage gebeten, die Erreichbarkeit ihres Arbeitsortes durch verschiedene Verkehrsmittel (zu Fuß, Fahrrad, E-Bike/Pedelec, Motorrad/Roller/Mofa, Pkw, ÖPNV) zu bewerten. Dadurch wird eine Bewertungsmatrix für die einzelnen Verkehrsmittel, die die Bewertungen „1“ für sehr gut bis „6“ für ungenügend enthält, erstellt.

Um die Nutzung der Verkehrsmittel genauer zu analysieren, ist es zudem wichtig, den Einfluss bzgl. der Entfernung zum Arbeitsort und die allgemeine Erreichbarkeit des Arbeitsortes durch bestimmte Verkehrsmittel zu untersuchen. Aus diesem Grund wird in der Umfrage die Entfernung zum Arbeits-/Ausbildungs- oder Schulort abgefragt.

Im zweiten Teil des Fragebogens (Fragen 12 bis 25) wird auf die demographischen Daten des Befragten eingegangen. Dort wird u.a. das Alter, Geschlecht, Berufstätigkeit und Einkommen angefragt. Diese Fragen dienen dazu in Bezug auf die sozioökonomischen Faktoren im weiteren Verlauf der Analyse Bezug nehmen zu können.

Das Personenstandsgesetz (kurz: PStG) wurde durch das Gesetz zur Neuregelung der Änderung des Geschlechtseintrags zum 15.05.2019 geändert. Dadurch ist zu beachten, dass durch die Änderung des PStG die Antwortmöglichkeiten der Befragten „männlich“ und „weiblich“ durch die Angabe „divers“ ergänzt wird. Diese Ergänzung stellt sicher, dass Befragte auch von den klassischen Geschlechtern abweichende Antworten geben können (PStG).

Die Erfassung des Wohnortes und der Arbeitsstätte wird durch die Angabe der jeweiligen Kommune durchgeführt. Demnach werden die Antwortmöglichkeiten innerhalb des Kreises und der Pendelziele vorgegeben. Insgesamt wird bei der Erstellung des Fragebogens auf die

„10 Gebote der Frageformulierung“ (Porst 2014, S. 99) geachtet, sodass jede Personengruppe diese beantworten kann.

### 2.3.3.2 Technische Umsetzung der Umfrage

Zur Durchführung der Umfrage ist es notwendig, die Fragen in einer Applikation bzw. benutzerfreundlichen Anwendung digital zur Verfügung zu stellen. Da es einige unterschiedliche Applikationen auf dem Markt (z.B. „Survey123“ der Firma ESRI) gibt, mit denen Online-Umfrage generiert werden können, wird eine Anwendung zur weiteren Bearbeitung ausgewählt. Je nach Anbieter ist dabei jedoch nicht gewiss, auf welchem Server die Daten schlussendlich abgelegt werden.

Aus diesem Sicherheitsaspekt wird die Umfrage mit dem Umfrage-Tool „LimeSurvey“ generiert. Im internen Zugangsbereich der Universität „PLUS“ wird für die Studenten der Salzburger Paris-Lodron-Universität dieses Umfrage-Tool zur Verfügung gestellt. Zudem werden die Daten so auf einem Universitätsserver abgelegt. So wird durch die Berücksichtigung des Datenschutzes eine vertrauensvolle Basis geschaffen, die den Teilnehmer motiviert, an der Umfrage teilzunehmen.

Insgesamt kann die Umfrage mit Hilfe des Tools „LimeSurvey“ problemlos konfiguriert werden. Zusätzlich ist die Erstellung individueller Fragestellungen möglich. Um die Umfrage zu verbreiten ist es lediglich notwendig, die bei der Erstellung der Umfrage generierte Uniform Resource Locator (kurz: URL) zu veröffentlichen bzw. weiterzuleiten. Dadurch ist unter anderem die Möglichkeit geboten, die Umfrage über soziale Medien zu verbreiten. Die einzige Bedingung der Umfrage ist, dass eine Internetverbindung für das Aufrufen der URL notwendig ist. Insgesamt lässt sich eine Umfrage mit dem Tool „LimeSurvey“ benutzerfreundlich generieren. Es können verschiedene Einstellungen, je nach Bedarf, konfiguriert werden. Zusätzlich bietet das Tool unterschiedliche Möglichkeiten der Fragestellungen (Multiple-Choice-Fragen, Textfeld-Fragen etc.), sowie Statistiken über die gesammelten Daten bzw. Antworten an. Zudem bietet das Tool die Möglichkeit, die Antworten in unterschiedlichen Dateiformaten zu exportieren, um anschließend mit einer anderen Anwendung eine Auswertung generieren zu können.

### 2.3.3.3 Durchführung der Umfrage

Die Erhebung der Daten erfolgte in einem freigewählten Zeitraum vom 25.11.2019 bis 08.12.2019. Innerhalb dieses Zeitraums konnten die Fragen lediglich online unter Aufruf des folgenden Links

<https://umfrage.sbg.ac.at/index.php/453932?lang=de>

beantwortet werden.

Hierbei wird auf die Methodik der Online-Umfrage zurückgegriffen, da diese deutliche Vorteile in Bezug auf die Zeiteffizienz bei Erhebung, Auswertung und Präsentation der Daten mit sich bringt. Zusätzlich ist bei Onlinefragebögen eine höhere Akzeptanz aufgrund von Freiwilligkeit, Flexibilität und Anonymität gegeben (Thielsch und Weltzin 2012, S. 111). Bei einer Online-Umfrage ist es zudem wichtig auf den Datenschutz der befragten Person hinzuweisen. Seit der Erneuerung der europäischen Datenschutz-Grundverordnung (kurz: EU-DSGVO) am 25.05.2018 gilt besonders die Einhaltung der „Vorschriften zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und zum freien Verkehr solcher Daten“ (DSGVO). Aus diesem Grund beginnt die Umfrage mit einer eigens formulierten Erläuterung zur Datenschutzerklärung, die vom Teilnehmer bestätigt werden muss, um mit der Umfrage fortzufahren. Der Passus der Umfrage kann dem Anhang III entnommen werden.

Um möglichst viele Berufspendler und unterschiedliche Personenkreise zu erreichen, wurde mittels aktivem Recruiting der Link zunächst über soziale Medien durch die eigenen privaten Profile bei „Facebook“ und „Instagram“ gestreut. Dort wurden Freunde und Bekannte, sowie Familienmitglieder aufgefordert an der Umfrage teilzunehmen und diese weiterzuleiten (Thielsch und Weltzin 2012, S. 116). Zusätzlich wurde mittels passiven Recruiting die Umfrage in einer Facebook-Gruppe „Hückelhoven – Meine Stadt“ veröffentlicht, um so noch weitere Personen zu erreichen, mit denen kein direkter Kontakt über die genutzten sozialen Medien besteht (Thielsch und Weltzin 2012, S. 116).

Darüber hinaus wurde die Kreisverwaltung Heinsberg um Unterstützung bei der Umfrage gebeten. Die Kreisverwaltung verteilte den Link zur Umfrage durch einen Mitarbeiter des Amtes für Umwelt und Verkehrsplanung per E-Mail unter den Angestellten der Kreisverwaltung. Dort besteht ebenfalls ein reges Interesse an den Ergebnissen der Untersuchung, da die Kreisver-

waltung im Jahr 2018 ebenfalls eine Mobilitätsuntersuchung beauftragt hat (Frehn et al. 2019).

Weitere Berufspendler wurden durch Aushänge bzw. Flyer, die in einem Schnellimbiss, der von Bekannten geführt wird oder in Supermärkten, auslagen, animiert an der Umfrage teilzunehmen. Bei der Auswahl der Supermärkte wurde in jeder Kommune ein beliebiger Supermarkt ausgewählt, um die Streuung der Umfrage homogen zu halten. Mit dem Flyer konnten die Befragten den Link per Quick Response Code einscannen, um direkt über ihr Smartphone zur Umfrage zu gelangen.

#### 2.3.4 Netzwerkanalyse Service Areas

Um zu ermitteln, wie die Erreichbarkeit der Haltestellen im Kreisgebiet einzustufen ist, werden diese mittels der Netzwerkanalyse (Service-Areas) untersucht. Hierbei werden Gebäude identifiziert, die sich in unmittelbarer Nähe zu den Haltestellen befinden. Dabei ist zu beachten, dass keine Differenzierung zwischen den Gebäuden vorgenommen wird, da im weiteren Verlauf zusätzlich von der Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes ausgegangen wird und dieser nicht unmittelbar in einem Wohngebäude aufzufinden ist.

Für die Analyse wird die Software ArcGIS Pro der Firma ESRI Inc. verwendet. Mit Hilfe des GIS können die Geometrien der einzelnen Gebäude, sowie die Haltestellen im Kreisgebiet visualisiert werden. Das GIS stellt Methoden in Form von Erweiterungen zur Auswertung zur Verfügung. Zur Auswertung von Erreichbarkeiten wird der Network Analyst eingesetzt. Mit Hilfe des Network Analyst ist es möglich, durch die Ermittlung der „Service Area“, den Einzugsbereich eines bestimmten Standortes mit Angabe bestimmter Variablen unter Berücksichtigung Verkehrsinfrastrukturen, zu ermitteln (ESRI Inc. 2020). Demnach können mit Hilfe dieses Tools die Einzugsgebiete der Haltestellen, unter Berücksichtigung der Verkehrsinfrastruktur vor Ort in Form des Straßen- und Wegenetzes ermittelt, werden. Auf Grundlage des Straßen- und Wegenetzes wird von einem Punkt aus die zurückgelegte Distanz, in dieser Analyse in Form einer Wegstrecke zu Fuß, in alle Richtungen berechnet. Die daraus resultierende Berechnung wird isotropisch, demnach in alle Richtungen, auf einer Fläche mit Linien gleicher Gehdistanz, die Isochrone, dargestellt (Khodnenko et al. 2018, S. 490). Diese Fläche stellt die sog. Service Area dar. Die nachfolgende Abbildung 11 zeigt die einzelnen Service Areas, die durch die Angabe von drei unterschiedlichen Parametern in Form von Distanzangaben erstellt werden können.

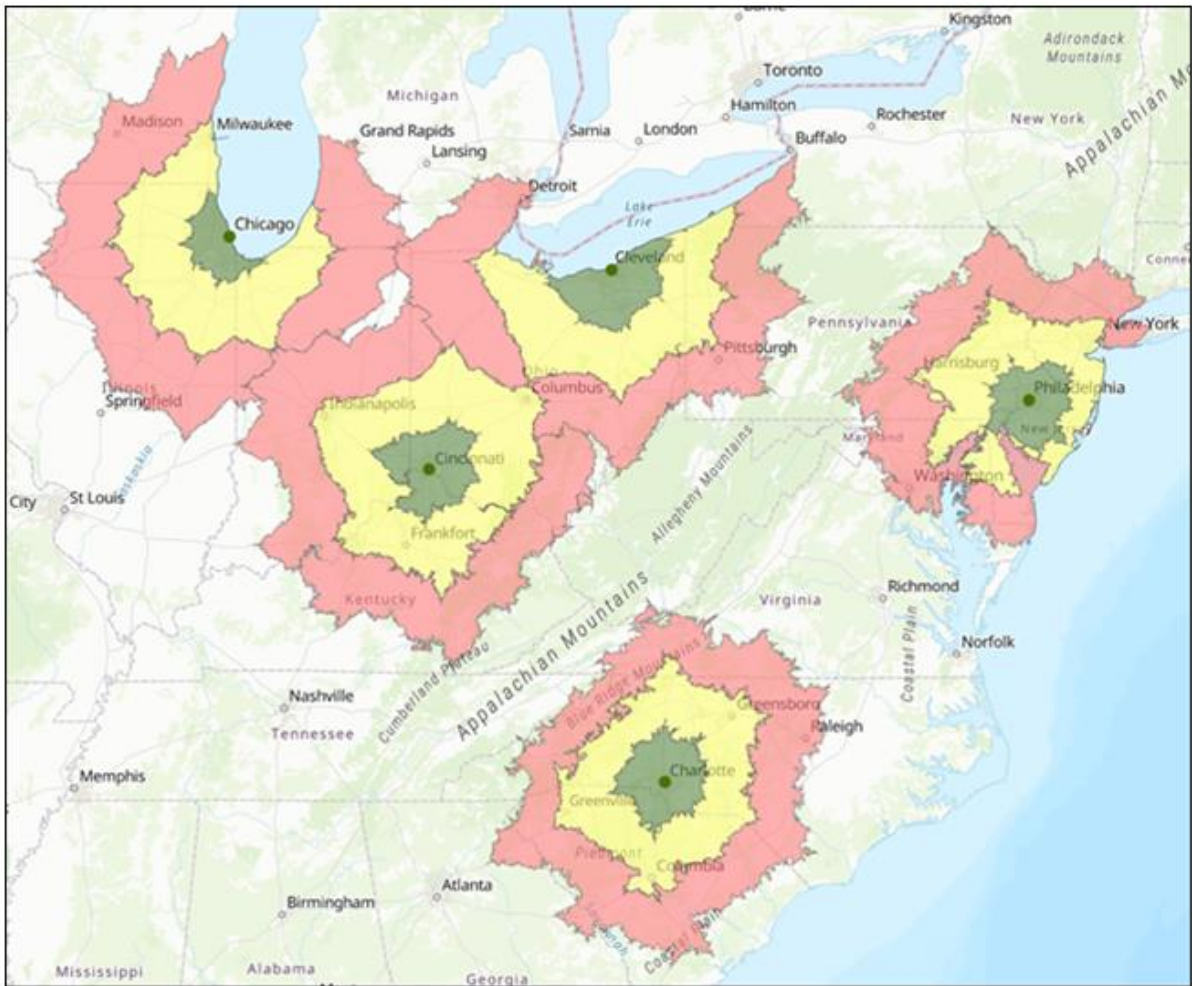


Abbildung 11: Service-Area  
(Quelle: ESRI Inc. 2020)

Als Datengrundlage dienen die Gebäudeumringe aus dem Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (kurz: ALKIS) (Bezirksregierung Köln NRW 2020), die GTFS-Daten, die die Namen und Koordinaten der Haltestellen Kreisgebiet enthalten, sowie die OSM-Daten, die das Wegenetz abbilden. Im Folgenden werden im Rahmen der Analyse fußläufigen Entfernungen zu jeder Haltestelle unter Berücksichtigung des Straßen- und Wegenetzes vor Ort untersucht. Für die Erreichbarkeitsanalyse ist es notwendig Raumindikatoren anzuwenden. Dazu werden, wie in den EuRegionalen Raumindikatoren nach Prinz et al. (2007) die fußläufigen Distanzen zu den Haltestellen des ÖPNV berechnet. Um den Einzugsbereich des ÖVs im Bauland zu ermitteln, werden die Gebäude ermittelt, die sich in einer zumutbaren Entfernung bzw. fußläufiger Distanz (500m) zu einer Haltestelle befinden (Prinz et al. 2007, S. 586). Neben den EuRegionalen Raumindikatoren wird sich ebenfalls auf die Qualitätsindikatoren des ÖPNV, die durch das Forschungs-Informationssystem (kurz: FIS) für den Bereich Mobilität und Verkehr aufgestellt wurden, berufen. Für die Erschließungsqualität lassen sich für ländliche Räume mit

geringer Nutzungsdichte hierbei zumutbare fußläufige Entfernungen mit 200m und 500m Abstand zu einer Haltestelle definieren (FIS 2019). Nach Borst et al. (2018, S. 355) gelten nach den räumlichen Differenzierungen des ÖPNV-Modalsplits ebenfalls für Regionen, wie im Untersuchungsgebiet, zumutbare fußläufige Entfernungen mit einer Distanz von unter 600m. Durch die Angabe der Raumindikatoren verschiedener Quellen werden in der Analyse die Distanzen von 200m und 500m gewählt.

### 2.3.5 Netzwerkanalyse Routing

Neben der Erreichbarkeit der Haltestellen im ÖPNV ist die Zeit ein weiterer wichtiger Einflussfaktor bei der Verkehrsmittelwahl. Laut Geurs et al. (2015, S. 83) gewinnt neben den soziodemografischen und räumlichen Dimensionen der zeitliche Aspekt immer mehr Bedeutung. Dieser Zuwachs wird mit der zunehmenden Verfügbarkeit der GTFS-Daten in Verbindung gesetzt. Um den zeitlichen Aspekt bei der Nutzung des ÖPNV oder dem PKW im Projektgebiet zu untersuchen, wird die Methode des Routings angewandt.

In der Geoinformatik bestehen durch Wegealgorithmen Verfahren, die allgemein auf Netzen operieren. Diese Verfahren werden für die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten, vor allem bei der Modellierung von Verkehrswegen und Ermittlung optimaler Routen, angegeben (Lange 2013, S. 116 f.). Ein Netzwerk stellt dabei die Verbindung und lineare Einheit dar, die von Kanten repräsentiert werden. Dabei sind Kanten über Knoten, sogenannte Verbindungsstücke, wie Start- und Zielpunkte oder Haltestellen, verbunden (Lange 2013, S. 350).

Aus mathematischer Sicht dient für die Ermittlung optimaler Routen innerhalb eines vorgegebenen Netzwerks nach Lange (2013, S. 117) die Graphentheorie als Grundlage. Ein Graph besteht allgemein aus einer Menge von Knoten und Kanten, die die Knoten miteinander verbinden und somit das Netzwerk darstellt. Zur Beschreibung der Beziehungen in einem Graphen werden die Begriffe Adjazenz und Inzidenz verwendet. Dabei sind zwei Knoten A und E benachbart (adjazent), wenn eine verbindende Kante  $k(A,E)$  vorhanden ist. Die Beziehung zwischen gleichartigen Elementen eines Graphen wird somit als Adjazenz bezeichnet. Im Gegensatz dazu definiert die Inzidenz die Beziehung zwischen verschiedenartigen Elementen eines Graphen. So sind zwei Knoten A und E inzident mit der Kante  $k(A,E)$ , wenn topologisch benachbarte Knoten vorhanden sind, jedoch keine Kante bilden. Innerhalb der Graphentheorie

existieren verschiedene Typen von Graphen. Diese sind in der nachfolgenden Abbildung 12 dargestellt.

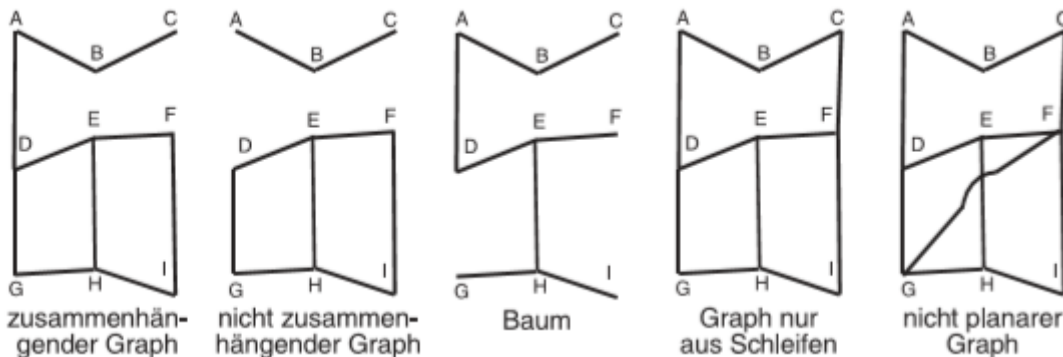


Abbildung 12: Typen von Graphen  
(Quelle: Lange 2013, S. 117)

Der Weg stellt eine Folge paarweise adjazenter Kanten dar. Somit gilt für einen Graphen, dass dieser zusammenhängend ist, wenn für zwei beliebige Knoten mindestens ein Weg besteht. Vollständig wird dieser Graph bezeichnet, wenn alle Knotenpaare adjazent zueinander sind. Bestehen mehrere Wege zwischen zwei Knoten, so besitzt der Graph mindestens eine Schleife. Existiert ein schleifenloser, zusammenhängender Graph, wird dieser Baum genannt (Lange 2013, S. 117).

Für die Beschreibung eines Graphen, der ein reales Verkehrsnetz wiedergibt, für das Entfernungen, Wegzeiten oder allgemeine Widerstände in Form von Knoten kennzeichnend sind, kann die Adjazenzmatrix verwendet werden. Hierbei gilt, dass eine Adjazenzmatrix aufgrund von richtungsbezogenen unterschiedlichen Fahrzeiten zwischen zwei Knoten nicht zwingend symmetrisch sein muss (Lange 2013, S. 118).

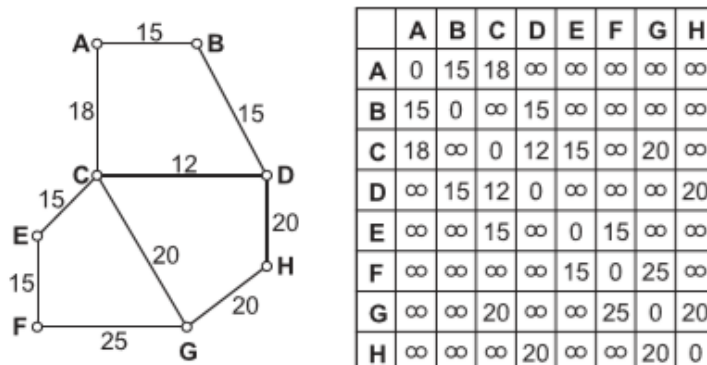


Abbildung 13: Wegenetz mit zugehöriger Adjazenzmatrix  
(Quelle: Lange 2013, S. 118)



Die Abbildung 13 veranschaulicht ein beispielhaftes Wegenetz mit zugehöriger Adjazenzmatrix. Das Matrixverfahren zur Berechnung kürzester Wege bestimmt somit gleichzeitig alle Widerstandswerte auf den Wegen zwischen allen Knoten eines Netzes. Um ein solches Verfahren automatisiert durchzuführen und nachzustellen wird die Skriptsprache *R* innerhalb der Entwicklungsumgebung R-Studio verwendet. Bei der Verwendung der Skriptsprache *R* gibt es für den Benutzer die Möglichkeit, unter der Bibliothek sogenannte Packages hinzuzuladen und zu installieren. Ein Package beinhaltet bereits programmierte *R*-Funktionen oder ganze Code-Blöcke, die von Externen auf open-source Basis zur Verfügung gestellt werden.

Eines dieser Packages ist das Package „OpenTripPlanner“ (kurz: OTP). Der OTP ist ein kostenloser, quelloffener und plattformübergreifender multimodaler Routenplaner, der in der Programmiersprache Java geschrieben ist. Das Package bietet zudem ein Front-End und einen Server an. Durch die Kombination aus den Routing-Analysen von OTP und den analytischen Faktoren von *R* ist dieses Package ein sehr nützliches Werkzeug, um Verkehrsnetze zu analysieren (rOpenSci 2020c).

Der OTP verwendet importierte OSM-Daten für die Routenplanung im Straßen- und Wegenetz und unterstützt die Routenplanung im ÖPNV durch importierte GTFS-Daten. Durch die Verwendung des OTP auf dem lokalen Rechner kann, durch die Auswahl eigener Straßendaten und Daten des ÖPNV, ein eigenes Netzwerk modelliert werden, das das Untersuchungsgebiet darstellt. Dieses Netzwerk wird durch ein OTP-Graphen abgebildet. Innerhalb des Graphen kann definiert werden, wie und wann zwischen den angegebenen Orten gereist werden kann (rOpenSci 2020b). Die nachfolgende Abbildung 14 zeigt das Front-End mit der angepassten Verkehrsinfrastruktur im Untersuchungsgebiet.

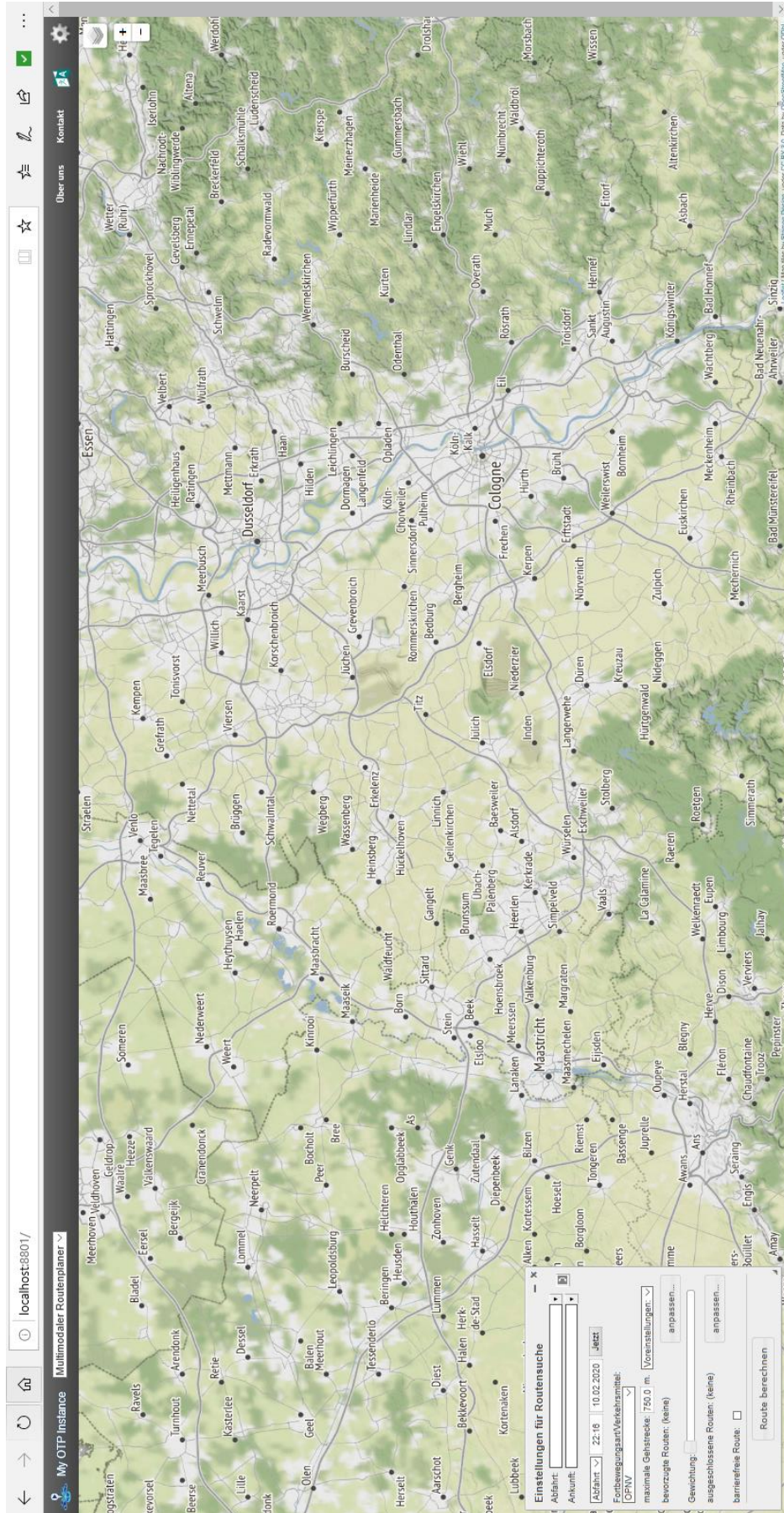


Abbildung 14: Front-End OTP  
(Quelle: Eigene Darstellung)

Durch die Funktion „otp\_plan“ können mehrere Routen erzeugt werden. Zudem können innerhalb dieser Funktion mehrere Parameter, wie z.B. das Datum, die Fahrzeit, das gewünschte Verkehrsmittel etc., angegeben werden (rOpenSci 2020a). Nach der Berechnung der Routen können diese innerhalb des Viewers in R-Studio dargestellt und als Bilddateien exportiert werden (siehe Abbildung 15).

If you do plot all the routes it should look something like this:

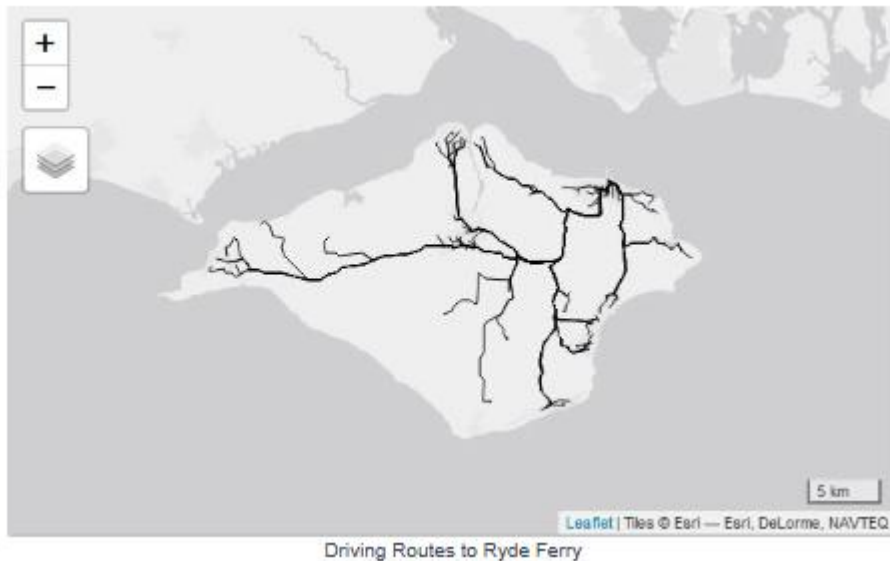


Abbildung 15: Berechnete Route OTP  
(Quelle: rOpenSci 2020a)

Mit Hilfe des OTP werden einzelne Routen der Berufspendler erzeugt. Als Verkehrsmittel wird der PKW und der ÖPNV angegeben, um einen direkten Vergleich in Bezug auf die notwendige Zeit und den benötigten Umstieg ziehen zu können. Das gesamte Skript kann im Anhang V eingesehen werden.

Durch die erzielten Ergebnisse der Methoden Service Area und OpenTripPlanner können detaillierte Angaben bezüglich der Erreichbarkeit in und um das Untersuchungsgebiet gemacht werden.

### 2.3.6 Korrelationskoeffizient

Durch die Untersuchung Mobilitätsuntersuchung (2019) und MiD (2018) ist ersichtlich, dass verschiedene Faktoren einen Einfluss auf die Verkehrsmittelnutzung ausüben. Aus diesem

Grund wird mittels einer Korrelationsanalyse ermittelt, ob zwischen den Variablen der sozio-ökonomischen Faktoren und der Verkehrsmittelnutzung, sowie des Verkehrsmittelbesitzes ein Zusammenhang besteht. Im Bereich der bivariaten Statistik in der Korrelationsanalyse liegt die Annahme eines linearen Zusammenhangs zweier Variablen zugrunde.

Demnach ist ein Korrelationskoeffizient nicht dazu geeignet, nicht-lineare Zusammenhänge zu beschreiben und gilt lediglich als Maß linearer Zusammenhänge (Urban und Mayerl 2018, S. 63).

Die Berechnung des Korrelationskoeffizienten wird nach Urban und Mayerl wie folgt durchgeführt.

Für jeden Beobachtungsfall werden Differenzen bzw. Mittelwertabweichungen der X- und Y-Variablen miteinander multipliziert:

$$(Y_i - \bar{Y}) \times (X_i - \bar{X})$$

Formel 3

Die Abbildung 16 zeigt die Aufteilung der verschiedenen Fälle.

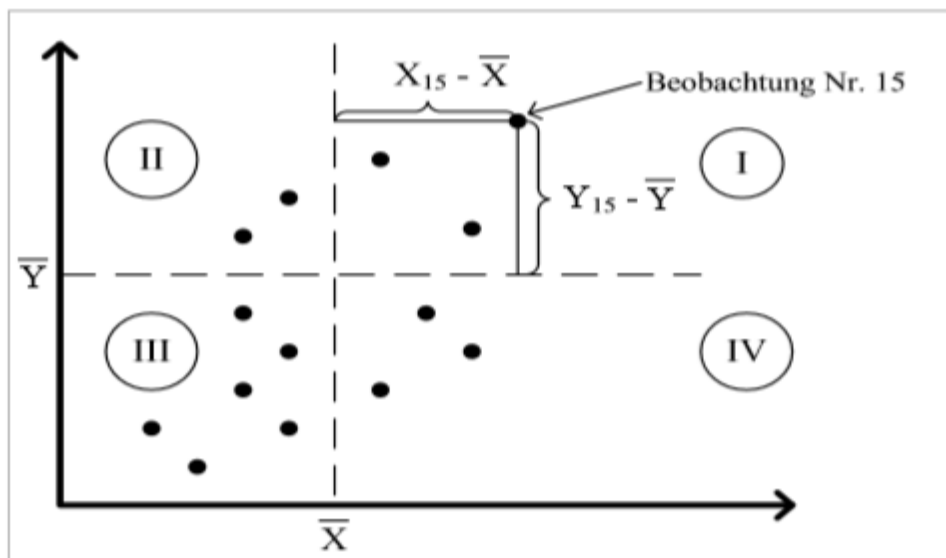


Abbildung 16: Fallbezogene Koordinaten als Mittelwertabweichungen  
(Quelle: Urban und Mayerl 2018, S. 62)

Die Fälle, die in den Quadranten I und III liegen, stellen positive Produkte bzw. Beobachtungsfälle dar.

„positiv x positiv“

„negativ x negativ“

Die Fälle in den Quadranten II und IV stellen hingegen negative Produkte dar.

„positiv x negativ“

„negativ x positiv“

Daraus lässt sich schließen, dass die Summe aller Produkte einen negativen Wert erhalten, wenn die Überzahl dieser Beobachtungen in den Quadranten II und IV liegen. Liegt die Mehrheit aller Beobachtungen hingegen in den Quadranten I und III, wird die Summe positiv.

Bei einem positiven Vorzeichen besteht ein positiver Zusammenhang. Im Durchschnitt steigt die Größe der Y-Werte mit größer werdenden X-Werten. Bei einem negativen Vorzeichen ist mit einem negativen Zusammenhang zu rechnen. Je größer der X-Wert wird, ist mit einem kleiner werdenden Y-Wert zu rechnen (Urban und Mayerl 2018, S. 62).

Doch nicht nur das Vorzeichen, sondern auch die Größe des Korrelationskoeffizienten ist von Bedeutung. Dazu wird eine Kovarianz berechnet. Diese gibt an, in welchem Ausmaß beide Variablen miteinander kovariieren. Dazu wird die Summe durch die Anzahl der Beobachtungsfälle dividiert (Urban und Mayerl 2018, S. 62).

Berechnung der Kovarianz:

$$\text{cov}(X, Y) = \frac{1}{N} \sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \quad \text{Formel 4}$$

Um den Korrelationskoeffizienten ( $r_{xy}$ ) zu berechnen, wird die Kovarianz der Variablen X und Y durch das Produkt der Standardabweichung von X und Y dividiert. Durch diese Berechnung wird der unstandardisierte Wert der Kovarianz standardisiert und erhält eine feste Ober- und Untergrenze.

Die Berechnung lässt sich demnach wie folgt definieren (Urban und Mayerl 2018, S. 63):

$$r_{xy} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{S_x S_y} = \frac{\frac{1}{N} \sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N}} \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{N}}}$$

Formel 5

Durch die Festsetzung der Ober- und Untergrenze kann der Korrelationskoeffizient ( $r_{xy}$ ) Werte zwischen -1 und +1 annehmen. Dabei steht der Wert +1 für eine positive Korrelation, wenn alle Beobachtungsfälle auf einer Geraden liegen, die durch die Quadranten I und III verläuft. Der Wert -1 würde hingegen für eine negative Korrelation stehen, wenn die Gerade durch die Quadranten II und IV verläuft. Stellt der Wert hingegen 0 dar, so ist keine lineare Korrelation zwischen den beiden Variablen X und Y zu beobachten (Urban und Mayerl 2018, S. 63). Demnach ist mit Annäherung an die Werte +1 und -1 ein Zusammenhang der Variablen zu erwarten.

Die Berechnungen des Korrelationskoeffizienten der verschiedenen Variablen werden im weiteren Verlauf dieser Arbeit mit der Skriptsprache R durchgeführt. Das Skript kann dem Anhang V entnommen werden.

### 3. Auswertung

Im Nachfolgenden werden die Ergebnisse und Auswertungen der Umfrage, der Erreichbarkeitsanalysen in Form von Netzwerkanalysen, sowie der Berechnungen des Korrelationskoeffizienten für die verschiedenen Variablen dargestellt.

#### 3.1 Ergebnisse der Umfrage

Die Umfrage bzw. die daraus resultierende Analyse bezieht sich auf Pendler, die innerhalb des Kreisgebietes leben. Demnach können auswärtige Einpendler durch die Befragung nicht berücksichtigt werden.

Des Weiteren ist anzumerken, dass in der Umfrage die Möglichkeit besteht unter der Angabe des Geschlechts „divers“ anzugeben. Da nach der Auswertung der Ergebnisse keine Angabe mit divers erfolgte, wird in den nachfolgenden Diagrammen lediglich auf die Geschlechter weiblich und männlich eingegangen.

Tabelle 10: Eckdaten der Erhebung  
(Quelle: Eigene Umfrage)

<b>Eckdaten der Erhebung</b>	<b>Kennzahlen</b>
<b>Erreichte Personen</b>	574
<b>Vollständige Fragebögen</b>	511
- <b>Social Media (Facebook/Instagram)</b>	118
- <b>Freunde/Bekannte</b>	135
- <b>Aushang</b>	20
- <b>Von der Studentin selbst</b>	72
- <b>Sonstiges</b>	121
- <b>Kreisverwaltung</b>	89
- <b>weitere Angaben</b>	32
- <b>Keine Antwort</b>	45
<b>Rücklaufquote</b>	89,02%
<b>Anteil an der Gesamtbevölkerung im Kreis Heinsberg</b>	0,20%

Nach Beendigung des Erhebungszeitraumes haben insgesamt 574 Personen an der Umfrage teilgenommen. Nach Überprüfung auf Vollständigkeit der Fragebögen können für die nachfol

genden Auswertungen insgesamt 511 vollständig ausgefüllte Fragebögen verwendet werden. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 89%. Werden die einzelnen Eckdaten der Erhebung aus Tabelle 10 betrachtet, so ist ersichtlich, dass die deutliche Mehrheit mit 64% (Freunde und Bekannte 26%, von der Studentin selbst 14%, Kreisverwaltung und weitere Angaben 24%) durch Mundpropaganda auf die Umfrage aufmerksam wurden. Lediglich 23% der Befragten wurden durch Social Media auf die Umfrage aufmerksam. Die Aushänge in Supermärkten und einem Schnellimbiss erreichten lediglich 4% der befragten Personen. Die übrigen 9% machten keine Aussage, wie sie auf die Umfrage aufmerksam gemacht wurden.

In Hinblick auf die Gesamtbevölkerung des Kreisgebietes Heinsberg macht die Anzahl der erreichten Teilnehmer lediglich einen Anteil von 0,20% aus. Wird die Gesamtheit der Berufspendler im Kreisgebiet betrachtet, so wird ein Anteil von 0,39% erzielt. Da dies eine sehr geringe Rücklaufquote darstellt, können die Auswertungen und Analysen lediglich auf Kreisebene ausgeführt werden, da auf Kommunenebene eventuell ein Rückschluss auf einzelne Personen geführt werden kann. Die Kennzahlen auf Kreis- sowie Kommunenebene können in der nachfolgenden Tabelle 11 eingesehen werden.

Tabelle 11: Berufspendler Kreis Heinsberg  
(Quelle: Landesdatenbank NRW 2019)

<b>Berufspendler Kreis Heinsberg</b>			
<b>Kommune</b>	<b>Berufspendler 2019 (Umfrage)</b>	<b>Berufspendler 2018 (IT.NRW)</b>	<b>Prozentualer Anteil der Stichproben an der Gesamtheit der Be- rufspendler pro Kommune</b>
	Nettostich- probe Personen	Gesamtanzahl der Berufspendler	
<b>Erkelenz</b>	78	23.400	0,33%
<b>Gangelt</b>	22	6.108	0,36%
<b>Geilenkirchen</b>	44	14.060	0,31%
<b>Heinsberg</b>	133	21.573	0,62%
<b>Hückelhoven</b>	111	20.160	0,55%
<b>Selfkant</b>	18	4.038	0,45%
<b>Übach- Palenberg</b>	15	12.336	0,12%
<b>Waldfeucht</b>	40	4.603	0,87%
<b>Wassenberg</b>	30	9.245	0,32%
<b>Wegberg</b>	20	14.409	0,14%
<b>Kreis Heinsberg</b>	511	129.959	0,39%



### 3.1.1 Soziodemografische Daten

Die Ergebnisse der stichprobenartigen Umfrage zeigen ein ausgewogenes Geschlechterverhältnis. Die Stichprobenteilnehmer lassen sich in 55% Frauen und 45% Männer aufteilen. Die Aufteilung der Befragten in den verschiedenen Altersgruppen, wie in Abbildung 17 zu sehen, zeigt eine deutliche Mehrheit der Befragten der Altersgruppe 25 Jahre bis unter 35 Jahre mit 28% an. Die unter 25-jährigen ergeben 12% und setzen sich aus der Altersgruppe unter 18 Jahre und 18 Jahre bis unter 25 Jahre zusammen. 21% der Befragten befinden sich in einem Alter zwischen 35 Jahre und unter 45 Jahren. Dicht gefolgt von der Altersgruppe 45 Jahre bis unter 55 Jahre, die einen Anteil von 20% der Befragten ausmacht. Die restlichen Befragten der Stichprobe sind mit 19% 55 Jahre und älter.

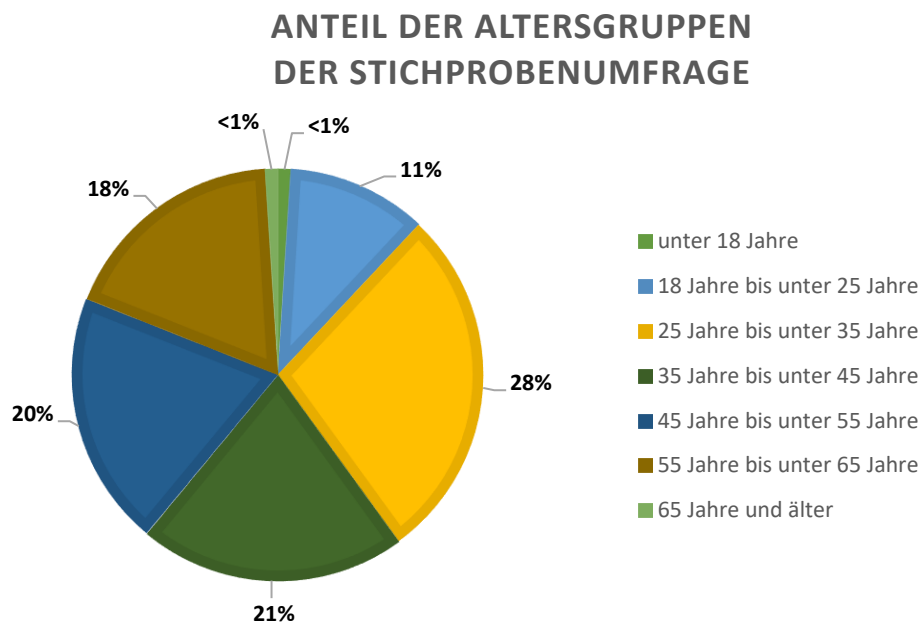


Abbildung 17: Anteil der Altersgruppen der Stichprobenumfrage  
(Quelle: Eigene Umfrage, eigene Darstellung)

Neben dem Alter wurden von den befragten Personen zusätzlich Angaben zu ihrer Bildung gemacht. Bezüglich der Bildung gaben 64% an, nach der generellen Schulbildung einen weiteren Abschluss in Form einer abgeschlossenen Ausbildung, eines Fachhochschul- oder Hochschulstudiums absolviert zu haben. Weitere 35% besitzen ein Abitur, die Fachhochschulreife, die mittlere Reife oder einen Hauptschulabschluss. Lediglich 1% der befragten Personen hat diesbezüglich keine Antwort angegeben (siehe Abbildung 18).

### ANTEIL DER BILDUNGSABSCHLÜSSE DER STICHPROBENUMFRAGE

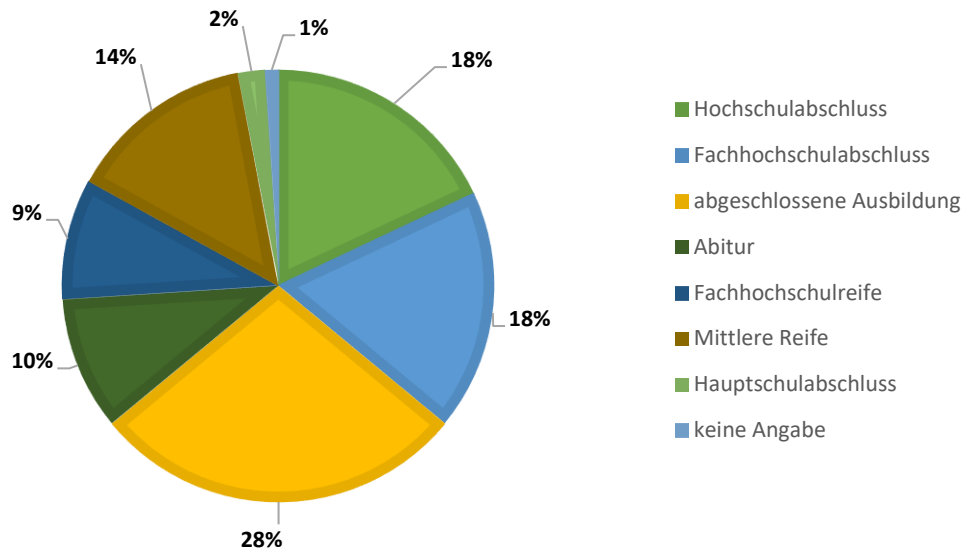


Abbildung 18: Anteil der Bildungsabschlüsse der Stichprobenumfrage  
(Quelle: Eigene Umfrage, eigene Darstellung)

Insgesamt gab unter den Befragten fast jeder an voll- oder teilzeit-erwerbstätig zu sein. Somit sind in der Stichprobe 91% erwerbstätig. Unter den nicht erwerbstätigen Personen zählen mit 7% Schüler, Studierende und Auszubildende. Die restlichen 2% setzen sich unter der Kategorie Sonstiges aus Hausfrauen bzw. -männern, sowie Arbeitssuchenden und Kurzarbeitern zusammen (siehe Abbildung 19).

### ANTEIL DER ERWERBSTÄTIGEN DER STICHPROBENUMFRAGE

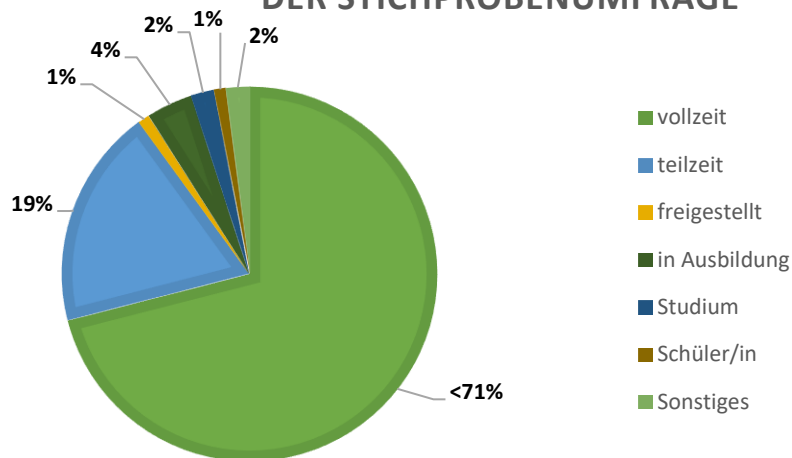


Abbildung 19: Anteil der Erwerbstätigen der Stichprobenumfrage  
(Quelle: Eigene Umfrage, eigene Darstellung)

Zusätzlich zur Erwerbstätigkeit wurden die Teilnehmer der Umfrage nach ihrem Einkommen befragt. Aus den Ergebnissen in Abbildung 20 geht hervor, dass die Mehrheit der befragten Personen mit 41% zwischen 1.500€ und 2.500€ netto im Monat verdient. Weitere 30% verdienen mehr als 2.500€ netto im Monat. Lediglich 17% liegen mit ihrem monatlichen Nettoeinkommen unter 1.500€. Die übrigen 12% wollten diesbezüglich keine Angaben machen.

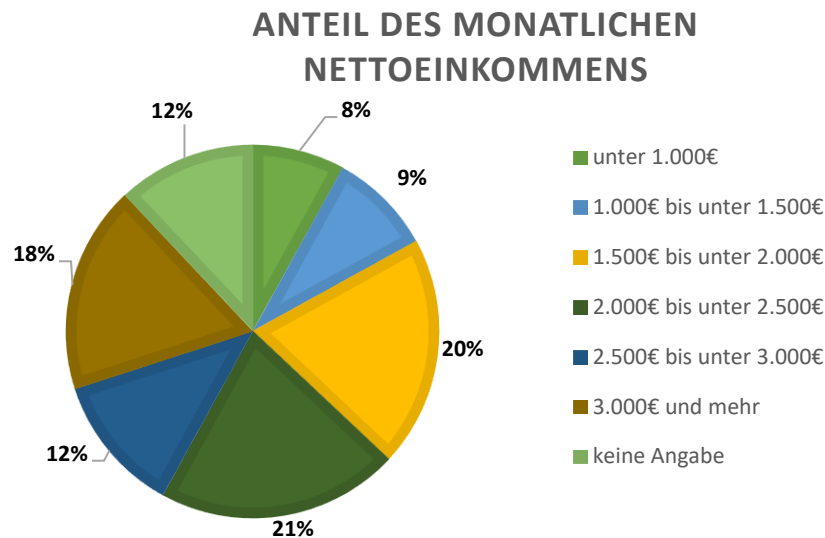


Abbildung 20: Anteil des monatlichen Nettoeinkommens der Stichprobenumfrage  
(Quelle: Eigene Umfrage, eigene Darstellung)

In Bezug auf den Familienstand gaben, wie in Abbildung 21 zu sehen, 41% der Befragten an, gemeinsam mit einem oder mehreren Kindern in einem Haushalt zu wohnen. Von diesen 41% leben insgesamt 20% mit bereits volljährigen Kindern zusammen in einem Haushalt. 67% wohnen hingegen mit Kindern unter 18 Jahren zusammen und 11% mit Kindern unter und über 18 Jahren in einem gemeinsamen Haushalt. 2% der Befragten haben diesbezüglich keine Angabe gemacht.

### ANTEIL DER PERSONEN MIT KINDERN, NACH ALTERSGRUPPEN DER KINDER

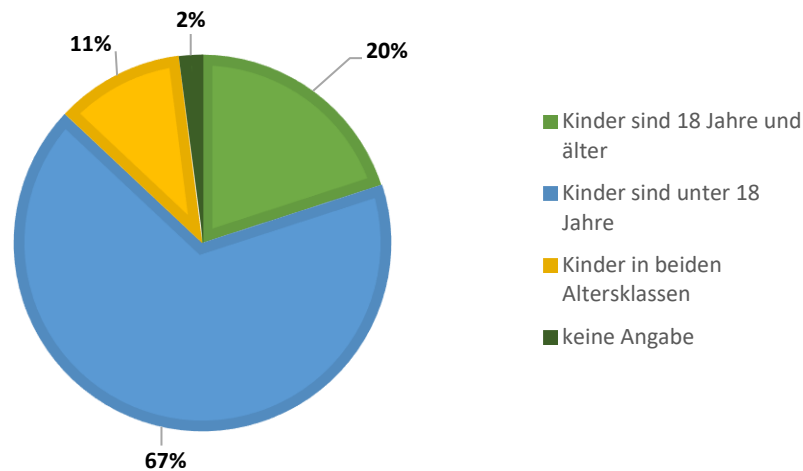


Abbildung 21: Anteil der Personen mit Kindern, nach Altersgruppen der Kinder  
(Quelle: Eigene Umfrage, eigene Darstellung)

#### 3.1.2 Verkehrsmittel

Der Zugang zu einem Verkehrsmittel oder gar die Berechtigung ein Verkehrsmittel zu führen, spielt bei der letztendlichen Nutzung des Verkehrsmittels, um zum Arbeitsort zu gelangen, eine erhebliche Rolle. Um einen Pkw nutzen zu können ist der Besitz eines Pkw-Führerscheins eine Hauptvoraussetzung. Von den befragten Personen gab mit 99% fast jeder an in Besitz eines Pkw-Führerscheins zu sein. Darunter wird ebenfalls das erlaubte Fahren mit 17 Jahren berücksichtigt. Mit Blick auf die Geschlechteraufteilung sind gut die Hälfte der Befragten, die einen Pkw-Führerschein besitzen, mit 54%, Frauen und mit 46% Männer (siehe Abbildung 22).

### ANTEIL DER GESCHLECHTER BEIM PKW-FÜHRERSCHEINBESITZ

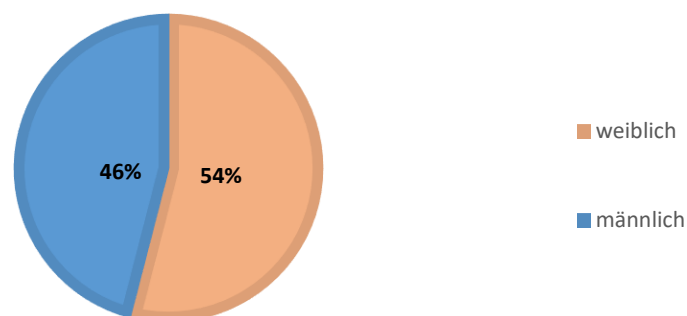


Abbildung 22: Anteil der Geschlechter beim Pkw-Führerscheinbesitz  
(Quelle: Eigene Umfrage, eigene Darstellung)

Durch Betrachtung der Altersgruppen, wie in Abbildung 23 dargestellt, wird deutlich, dass in jüngeren Altersgruppen mehr weibliche Personen einen Führerschein besitzen. Dies wird mit dem zunehmenden Alter jedoch ausgeglichen und es existiert ein ausgewogeneres Verhältnis zwischen den Geschlechtern in den einzelnen Altersgruppen.

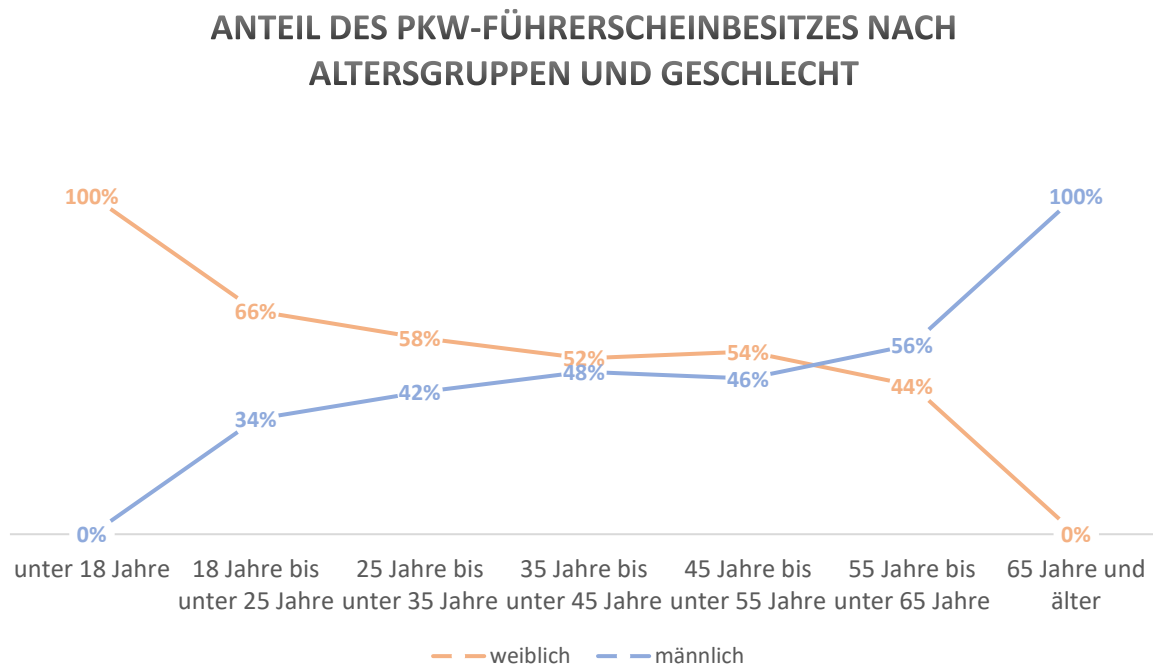


Abbildung 23: Anteil des Pkw-Führerscheinbesitzes nach Altersgruppen und Geschlecht  
(Quelle: Eigene Umfrage, Darstellung in Anlehnung an Frehn et al. 2019, S. 18)

Doch der reine Besitz eines Pkw-Führerscheins spricht nicht automatisch für den Besitz eines eigenen Pkws. Unter den Befragten dieser Stichprobe ist dies jedoch der Fall. Rund 98% der Befragten, die einen Pkw-Führerschein besitzen, gaben an auch einen eigenen Pkw zu besitzen. Das Verhältnis der Geschlechter bleibt somit, wie zuvor, bestehen. Da in der Umfrage lediglich Einzelpersonen befragt wurden, kann keine Aussage über den Pkw-Besitz innerhalb der Haushalte getroffen werden. Die Befragten können zusammen in einem Haushalt leben oder allein.

Da keiner der Befragten angegeben hat einen Pkw, jedoch keinen Pkw-Führerschein zu besitzen, wird im nachfolgenden auf die Gesamtheit der Befragten eingegangen, die einen eigenen Pkw besitzen. Demnach können 97% immer auf ihren Pkw zugreifen und lediglich 3% haben zeitweise einen Zugriff auf ihren Pkw. Keiner der Befragten gab an, nie auf einen eigenen Pkw zugreifen zu können.

Doch nicht nur die Erlaubnis einen Pkw zu führen beeinflusst den Pendler diesen letztendlich zu benutzen, sondern auch das Zusammenleben im eigenen Haushalt. Insgesamt gaben 98% der befragten Personen, die mit Kindern zusammen in einem Haushalt leben, an einen eigenen Pkw zu besitzen. Wie in Abbildung 24 zu sehen, leben 20% davon mit bereits volljährigen Kindern in einem gemeinsamen Haushalt. Hingegen 10% besitzen einen Pkw und wohnen mit Kindern älter und jünger als 18 Jahren in einem gemeinsamen Haushalt. Signifikant ist der prozentuale Anteil der Befragten, die angeben mit Kindern unter 18 Jahren in einem gemeinsamen Haushalt zu leben und einen eigenen Pkw zu besitzen. Dies macht mit rund 68% die deutliche Mehrheit aus. Zu den übrigen 2% kann keine Aussage getroffen werden, da dort keine Angabe zum Alter der Kinder gemacht wurde.

#### ANTEIL DER PERSONEN MIT KINDERN UND EINEM EIGENEN PKW, NACH ALTERSGRUPPEN DER KINDER

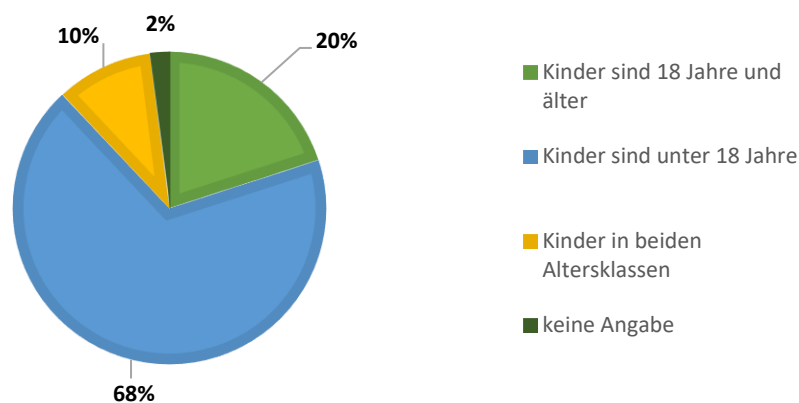


Abbildung 24: Anteil der Personen mit Kindern und einem eigenen Pkw, nach Altersgruppen der Kinder (Quelle: Eigene Umfrage, eigene Darstellung)

Ein weiterer Einflussfaktor in Bezug auf den Besitz und die Nutzung eines eigenen Pkws ist der Wohnort. Unter den befragten Personen gaben insgesamt 84% an am Stadtrand oder in einer ländlichen Region zu leben. Von diesen 84% gab mit 97% fast jeder Befragte an, einen eigenen Pkw zu besitzen.

Demnach fällt der Besitz eines eigenen Pkws in ländlichen Regionen sehr stark aus. Die Anteile des eigenen Pkw Besitzes für die Innenstadtreionen stellt im Vergleich zu den ländlichen Regionen für den Kreis Heinsberg unter den befragten Personen jedoch keinen großen Unterschied dar. Von den Befragten gaben insgesamt 16% an in der Innenstadt zu leben. Von diesen

16% besitzen jedoch 94%, somit fast jeder, einen eigenen Pkw. Dies zeigt trotz innenstädtischer Wohnlage ein erhöhtes Aufkommen von eigenen Pkws.

Neben dem Besitz eines eigenen Pkws und der dazugehörige Besitz eines Pkw-Führerscheins, wurde in der Umfrage auch der Besitz einer Zeitkarte für den öffentlichen Personen Nahverkehr abgefragt. Insgesamt gaben von den Befragten lediglich 8% an eine Zeitkarte für den ÖPNV zu besitzen. Als Zeitkarte konnte zwischen den Kriterien Wochenkarte, Monatskarte, Jahreskarte, Semesterticket, Jobticket oder sonstigen Arten ausgewählt werden. Die häufigste genutzte Zeitkarte macht im Kreis Heinsberg unter den befragten Personen das Semesterticket aus (siehe Abbildung 25). Insgesamt gaben 53% der Personen in Besitz einer Zeitkarte an, dass sie ein Semesterticket besitzen. Darauf folgen mit 23% die Personen, die in Besitz einer Monatskarte sind. 12% besitzen ein Jobticket und lediglich 7% gaben an eine Jahreskarte für den ÖPNV zu besitzen. Die übrigen 5% besitzen sonstige Zeitkarten für den ÖPNV. Keiner der befragten Personen, die eine Zeitkarte für den ÖPNV besitzen, nutzt eine Wochenkarte. Ein weiterer Aspekt ist, dass die Mehrzahl der befragten Personen, die eine Zeitkarte besitzen, mit 58% Frauen sind.

### VERTEILUNG DER ZEITKARTEN FÜR DEN ÖPNV

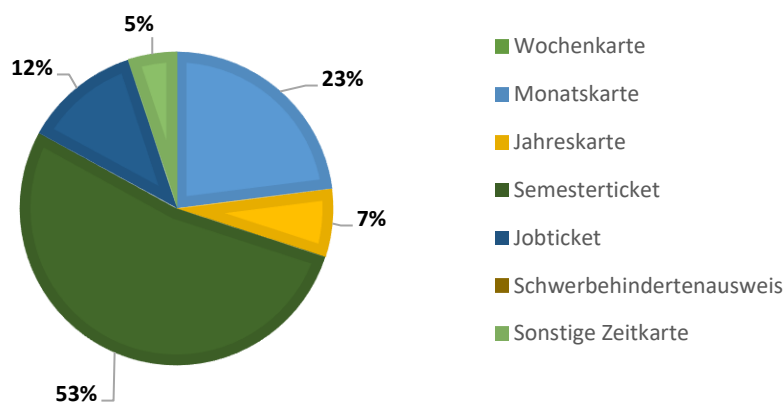


Abbildung 25: Verteilung der Zeitkarten für den ÖPNV  
(Quelle: Eigene Umfrage, Darstellung in Anlehnung an Frehn et al. 2019, S. 19)

Die Verteilung der einzelnen Zeitkarten in Bezug auf die Nutzergruppen ist in Bezug auf das vorherige Ergebnis schlüssig. Den größten Anteil unter den Nutzergruppen, die eine Zeitkarte für den ÖPNV besitzen, machen mit insgesamt 58% die Studierenden und Auszubildenden aus.

Geringere Quoten der Zeitkartenbenutzung sind bei den übrigen Gruppen festzustellen. Demnach sind 38% in Vollzeit erwerbstätig und die übrigen 4% setzen sich aus Erwerbstätigen in Teilzeit und Arbeitssuchenden zusammen.

Der Besitz eines eigenen Pkws bzw. eines Pkw-Führerscheins oder einer Zeitkarte für den ÖPNV, ermöglicht dem Pendler eine Wahlfreiheit in Bezug auf das genutzte Verkehrsmittel und gibt diesem ein gewisses Maß an Flexibilität.

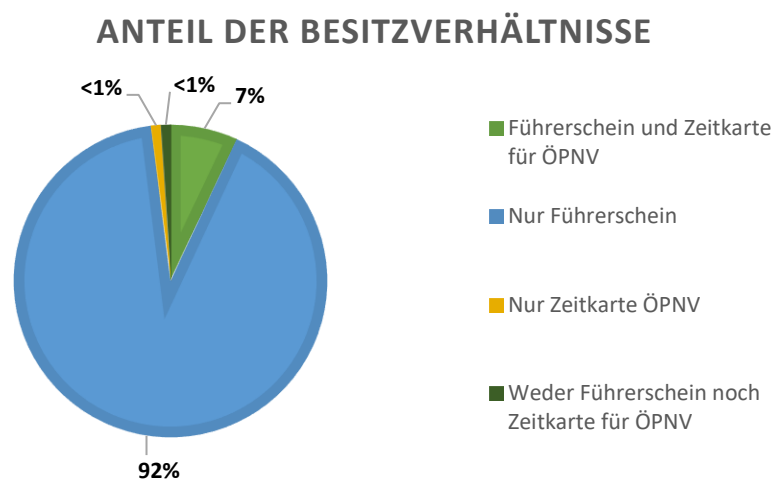


Abbildung 26: Anteil der Besitzverhältnisse  
(Quelle: Eigene Umfrage, eigene Darstellung)

Unter den Befragten sind weniger als 1%, die weder einen Führerschein noch eine Zeitkarte besitzen. Diese Pendler sind dadurch deutlich eingeschränkt. Im Vergleich dazu besitzen 7% aller befragten Personen eine Zeitkarte für den ÖPNV und einen Führerschein. Eine deutlich geringere Zahl besitzt hingegen mit weniger als 1% nur eine Zeitkarte für den ÖPNV (siehe Abbildung 26).

Bezüglich der anderen Verkehrsmittel (Motorrad, Roller, Mofa, Fahrrad, E-Bike, Pedelec) können keine genauen Aussagen über den Besitz getroffen werden, da in der Umfrage lediglich der Besitz eines eigenen Pkws oder einer Zeitkarte für den ÖPNV abgefragt wurde. Die Nutzung hingegen aller Verkehrsmittel wird letztendlich durch die Angabe, welches Verkehrsmittel hauptsächlich genutzt wird, um zum Arbeits-/Ausbildungs- oder Schulort zu gelangen, untersucht.



### 3.1.3 Verkehrsmittelnutzung

Der Pkw ist das am häufigsten genutzte Verkehrsmittel um zum Arbeits-/Ausbildungs- oder Schulort zu gelangen. Insgesamt gaben, wie in Abbildung 27 dargestellt, 85% der befragten Personen an, dass diese hauptsächlich mit dem Pkw zu ihrer Arbeit gelangen. Weitere 6% gelangen mit dem Fahrrad zu ihrer Arbeitsstätte. Lediglich 5% nutzen die Angebote des ÖPNV. Zu Fuß gelangen 2% der Befragten jeden Tag zu ihrer Arbeit. Die übrigen 2% bestehen aus den Pendlern, die mit dem Motorrad, Roller, Mofa, dem E-Bike oder Pedelec zu ihrer Arbeitsstätte gelangen.

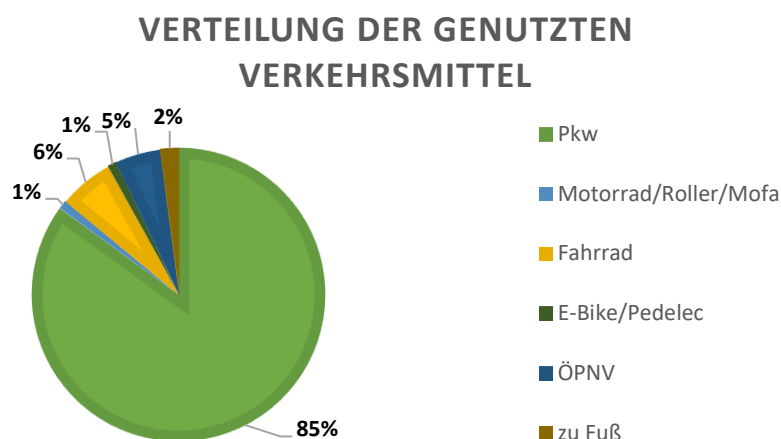


Abbildung 27: Verteilung der genutzten Verkehrsmittel  
(Quelle: Eigene Umfrage, eigene Darstellung)

Neben dem genutzten Verkehrsmittel wurde unter anderem auch die Entfernung zum Arbeitsort abgefragt. Insgesamt legen 34% der befragten Personen eine Wegstrecke unter 10km zu ihrer täglichen Arbeitsstätte zurück. Die Mehrheit pendelt hingegen über 10km täglich zum Arbeitsort. Anteilig setzt sich diese Mehrheit aus 41%, die zwischen 10km und unter 30km, 12%, die zwischen 30km und unter 50km und 11%, die zwischen 50km und unter 100km zur Arbeit pendeln, zusammen. Die übrigen 2% machen die Pendler aus, die eine Strecke von über 100km zurücklegen.

In Bezug auf die Kommunen- bzw. Kreisgrenzen wird eine ähnliche Verteilung der Anteile ersichtlich. Im Kreisgebiet gaben von den befragten Personen 26% an innerhalb ihrer Kommune zu ihrer Arbeitsstätte zu pendeln. Insgesamt pendelt mit 44% die Mehrheit innerhalb des Kreisgebietes, jedoch außerhalb der Kommune ihres Wohnortes zur Arbeit. Die übrigen 30% pendeln über die Kreisgrenzen hinaus zu ihrem Arbeitsort (siehe Abbildung 28).

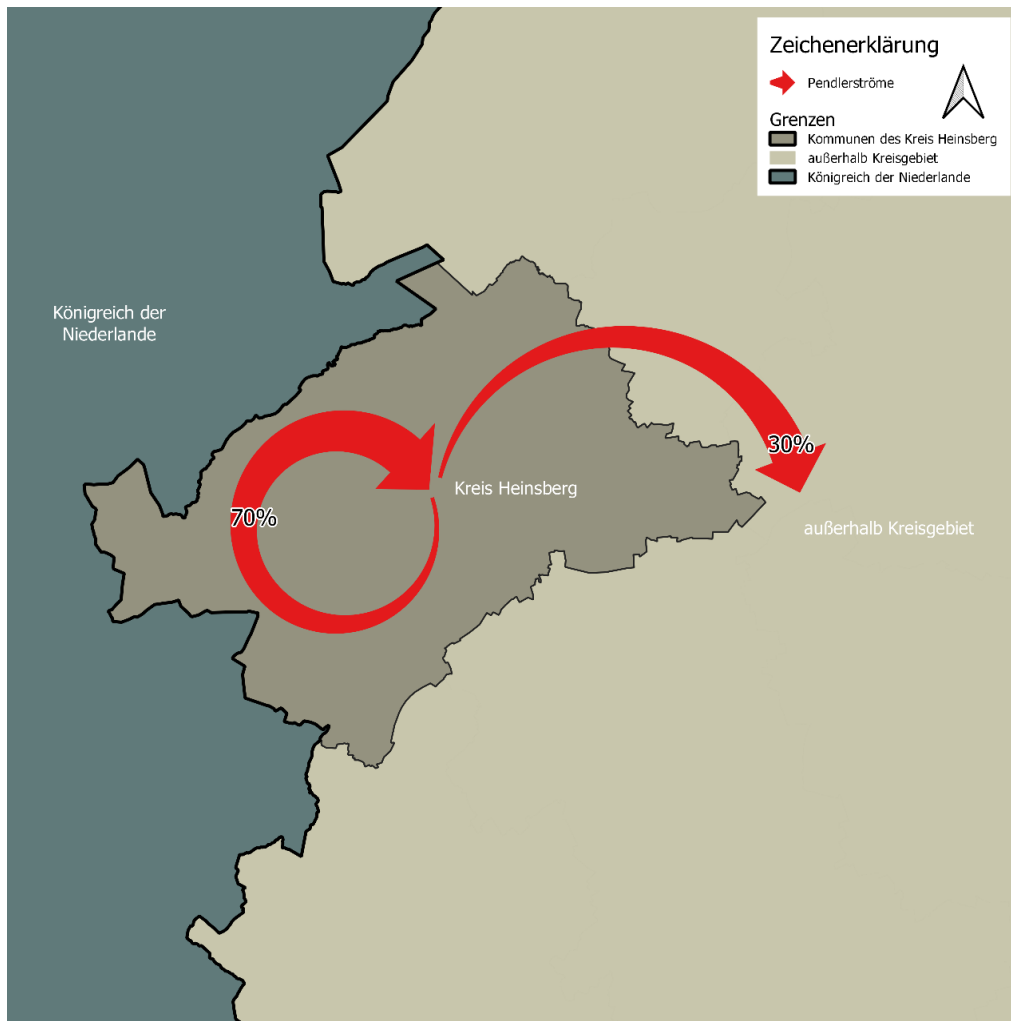


Abbildung 28: Pendlerströme Kreis Heinsberg  
(Quelle: Eigene Darstellung)

Durch die Angabe des Wohn- und Arbeitsortes können die Pendlerströme pro Kommune ermittelt werden. Die Anteile werden in der nachfolgenden Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12: Anteil der Pendlerströme je Kommune  
(Quelle: Eigene Umfrage, eigene Darstellung)

<b>Anteil der Pendlerströme je Kommune</b>			
<b>Kommune</b>	<b>Anteil Berufspendler innerhalb Kommune</b>	<b>Anteil Berufspendler innerhalb Kreis</b>	<b>Anteil Berufspendler außerhalb Kreis</b>
<b>Erkelenz</b>	17%	37%	46%
<b>Gangelt</b>	0%	86%	14%
<b>Geilenkirchen</b>	7%	68%	25%
<b>Heinsberg</b>	73%	11%	16%
<b>Hückelhoven</b>	14%	41%	45%
<b>Selfkant</b>	6%	83%	11%
<b>Übach-Palenberg</b>	0%	87%	13%
<b>Walfeucht</b>	8%	70%	22%
<b>Wassenberg</b>	3%	67%	30%
<b>Wegberg</b>	5%	65%	30%

### 3.1.4 Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes

In Bezug auf die Bewertung der Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes geht aus der Bewertungsmatrix (siehe Tabelle 13) hervor, dass die Mehrheit der befragten Personen vor allem die Erreichbarkeit ihres Arbeitsortes durch die Verkehrsmittel, zu Fuß, Fahrrad, E-Bike/Pedelec und ÖPNV als ausreichend bis ungenügend bewerten. Lediglich die Erreichbarkeit durch die Verkehrsmittel Motorrad/Roller/Mofa und der Pkw wird von der Mehrzahl der Befragten als sehr gut bis befriedigend bewertet. Vor allem der Pkw schneidet im gesamten Vergleich sehr gut ab. 74% der befragten Personen bewerteten die Erreichbarkeit ihres Arbeitsortes durch den Pkw mit sehr gut. Insgesamt bewerten 45% die Erreichbarkeit des Arbeitsortes durch den ÖPNV mit mangelhaft bis ungenügend.

Tabelle 13: Bewertungsmatrix der Erreichbarkeit des Arbeitsortes  
(Quelle: Eigene Umfrage, eigene Darstellung)

<b>Bewertungsmatrix der Erreichbarkeit des Arbeitsortes</b>						
<b>Bewertung</b>	<b>Verkehrsmittel</b>					
	<b>zu Fuß</b>	<b>Fahrrad</b>	<b>E-Bike/Pede- lec</b>	<b>Motorrad/ Mofa/Roller</b>	<b>Pkw</b>	<b>ÖPNV (Bus/Bahn)</b>
<b>1</b>	11%	25%	26%	47%	74%	8%
<b>2</b>	5%	9%	12%	20%	16%	11%
<b>3</b>	5%	14%	16%	13%	5%	17%
<b>4</b>	4%	11%	11%	5%	2%	19%
<b>5</b>	8%	11%	10%	5%	2%	23%
<b>6</b>	67%	30%	25%	10%	1%	22%

Neben der Bewertung der Erreichbarkeit spielt in Bezug auf die Bewertung die Entfernung zu einer Haltestelle ebenfalls eine Rolle. Insgesamt gaben 61% der befragten Personen an in einer Entfernung von bis zu 500m zu einer Haltestelle zu wohnen. Weitere 29% gaben an eine Haltestelle in einer Entfernung zwischen 500m und 1km zu erreichen. Lediglich 10% der befragten Personen haben eine größere Entfernung zur nächstgelegenen Haltestelle. Durch die Ergebnisse der Haltestellenentfernung und die Bewertung der Erreichbarkeit ist ein Widerspruch zu erkennen. Aus diesem Grund sind die Ergebnisse der Fragestellung, ob ein Umstieg während der Nutzung des ÖPNVs notwendig ist, von Bedeutung. Rund 62% der befragten Personen gaben an, dass sie bei der Nutzung des ÖPNV, um zu ihrer Arbeitsstätte zu gelangen, ein oder mehrmals umsteigen müssten. Lediglich 7% der Befragten verneinten dies und 1% konnte zu dieser Aussage keine Antwort geben.

Ein weiterer Aspekt ist die Zeit, die für die tägliche Fahrt zur Arbeit aufgenommen werden muss, siehe Abbildung 29. Unter den Befragten gab mit 67% die deutliche Mehrheit an weniger als 30 Minuten investieren, um zu ihrer Arbeit zu fahren. Weitere 21% benötigen zwischen 30 Minuten und einer Stunde, um an ihrem Arbeitsort zu gelangen. Die übrigen 12% benötigen für die Zielerreichung ihres Arbeitsortes mit mehr als einer Stunde einen deutlich höheren Zeitaufwand.

### ANTEIL DER ZEITVERTEILUNG ZUM ARBEITSORT

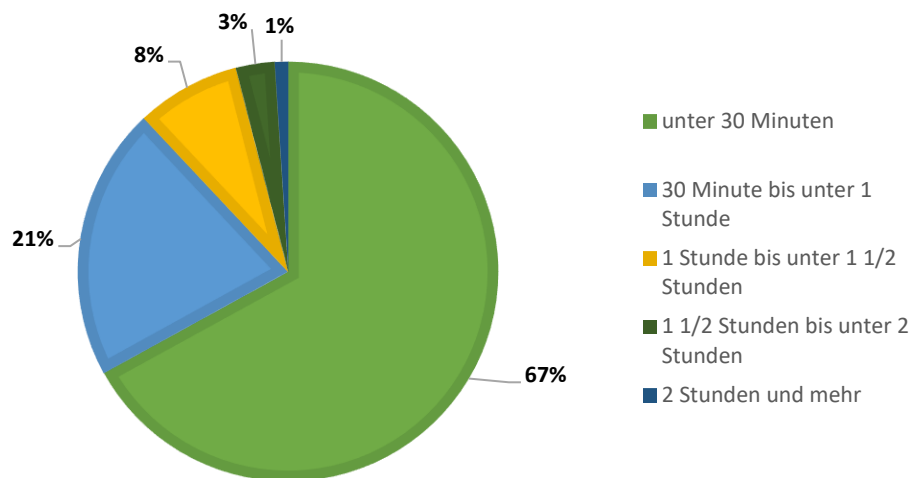


Abbildung 29: Anteil der Zeitverteilung  
(Quelle: Eigene Umfrage, eigene Darstellung)

#### 3.1.5 Finanzielle Anreize

Auf die Frage, ob eine finanzielle Unterstützung bzw. finanzielle Anreize durch den Arbeitgeber gegeben ist, gaben insgesamt 15% der befragten Personen an eine finanzielle Unterstützung bzw. finanzielle Anreize durch den Arbeitgeber zu erhalten. Von diesen 15% erhalten insgesamt 32% eine Unterstützung ihres Arbeitgebers in Form eines Dienstwagens, auch zur privaten Nutzung, oder einer Tankkarte, Übernahme der Benzinkosten oder ähnliches. Zusätzlich erhalten weitere 26% die Möglichkeit einen kostenlosen Parkplatz zu nutzen. Insgesamt erhalten demnach rund 58% der befragten Personen, die einen finanziellen Zuschuss durch ihren Arbeitgeber erhalten, eine Unterstützung, die den Arbeitnehmer eher dazu beeinflussen einen Pkw als Verkehrsmittel zu nutzen. Weitere 29% erhalten von ihrem Arbeitgeber einen finanziellen Anreiz durch ein Jobticket, allgemeine Zuschüsse zum Ticket Kauf im ÖPNV oder durch ein Semesterticket. Diese Art der Unterstützung sollte den Pendler eher dazu verleiten, die Angebote des ÖPNV wahrzunehmen. Die übrigen 13% erhalten durch ihren Arbeitgeber finanzielle Anreize durch die Möglichkeit eines vergünstigten Kaufs eines Fahrrads oder E-Bikes, oder wollten keine Angabe zum finanziellen Zuschuss geben (siehe Abbildung 30).

### ANTEIL DER FINANZIELLEN ANREIZE DURCH DEN ARBEITGEBER

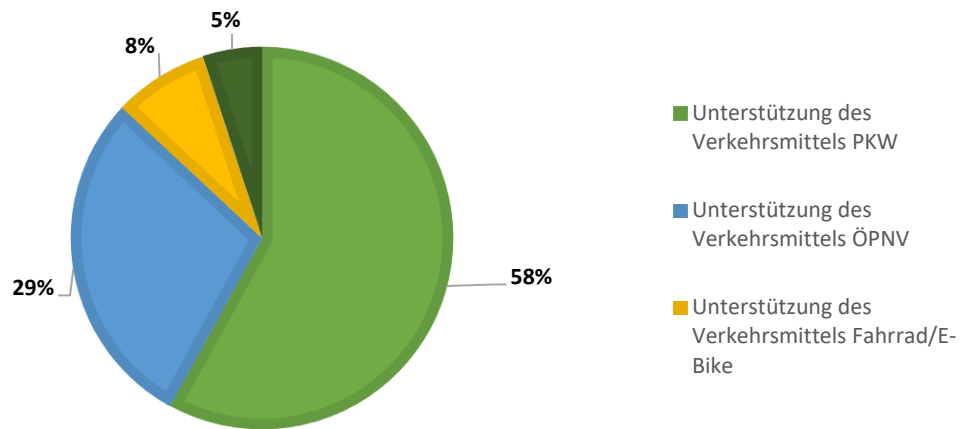


Abbildung 30: Anteil der finanziellen Anreize durch den Arbeitgeber  
(Quelle: Eigene Umfrage, eigene Darstellung)

### 3.2 Ergebnisse der Netzwerkanalyse Service Areas

Innerhalb des Kreisgebietes existieren 837 Haltestellen, die in den einzelnen Kommunen verteilt sind. Darunter befinden sich unter anderem 21 Bahnhöfe und Haltestellen, die sich, wie zuvor schon in Kapitel 1.3 Kreis Heinsberg beschrieben, in den Kommunen Erkelenz, Gangelt, Geilenkirchen, Heinsberg, Hückelhoven, Übach-Palenberg und Wegberg befinden (Aachener Verkehrsbetriebe 2020).

Die Abbildung 31 und Abbildung 32 zeigen das Straßen- und Wegenetz innerhalb der einzelnen Kommunen, die Gebäudeumringe, sowie die ermittelten Einzugsgebiete der Haltestellen mit den Entfernungen von 200m und 500m. Um die Gebäude innerhalb dieser Einzugsgebiete zu ermitteln, wird eine räumliche Abfrage „Welche Gebäude sich innerhalb der jeweiligen Flächen befinden“ im GIS, mittels des Werkzeuges der räumlichen Selektion, durchgeführt. Anteilsmäßig ergeben sich für die Anzahl der Gebäude in den jeweiligen Kommunen und somit für die bebauten Flächen folgende Ergebnisse (siehe Tabelle 14).

Tabelle 14: Erreichbarkeit der Haltestellen im Kreis Heinsberg  
(Quelle: Eigene Darstellung)

<b>Erreichbarkeit der Haltestellen</b>			
<b>Kommune</b>	<b>Anteil der Gebäude innerhalb des Entfernungsradius</b>		
	<b>bis zu 200m</b>	<b>bis zu 500m</b>	<b>mehr als 500m</b>
<b>Erkelenz</b>	33%	45%	22%
<b>Gangelt</b>	46%	40%	14%
<b>Geilenkirchen</b>	38%	41%	21%
<b>Heinsberg</b>	39%	41%	20%
<b>Hückelhoven</b>	30%	47%	23%
<b>Selfkant</b>	44%	38%	18%
<b>Übach-Palenberg</b>	35%	44%	21%
<b>Waldfeucht</b>	37%	45%	18%
<b>Wassenberg</b>	27%	45%	28%
<b>Wegberg</b>	33%	42%	25%

Die Ergebnisse in Tabelle 14 zeigen die Anteile der Gebäude innerhalb des jeweiligen Entfernungsradius pro Kommune. Für alle Kommunen ist ersichtlich, dass die deutliche Mehrzahl der Gebäude in einer zumutbaren Entfernung liegt. Insgesamt ergibt sich aus der Analyse der Service Areas, dass für jede Kommune zwischen 70% und 80% der Gebäude innerhalb einer fußläufigen Entfernung unter 500m liegen.

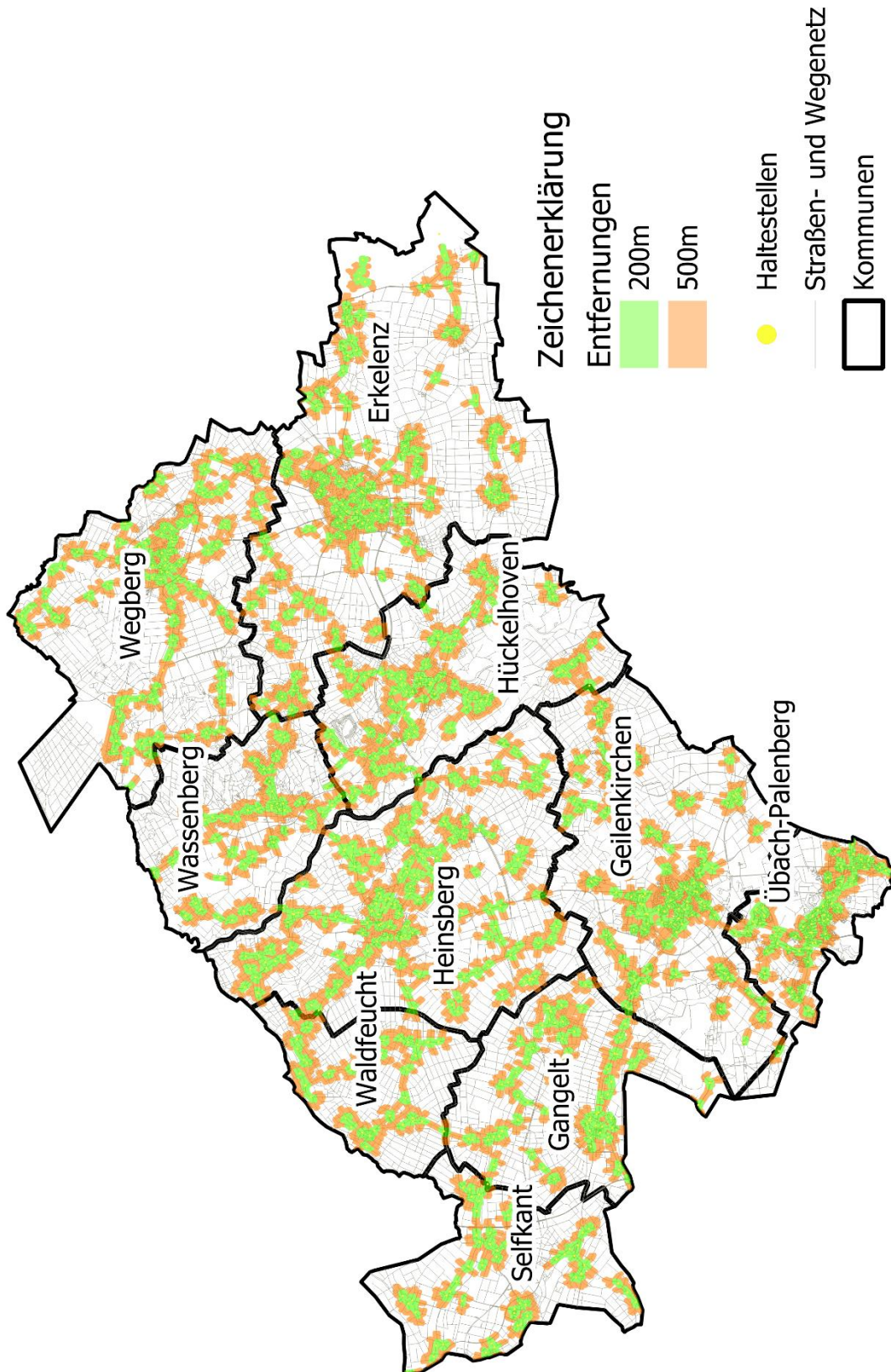


Abbildung 31: Erreichbarkeit der ÖPNV Angebote inkl. Straßennetz  
(Quelle: Eigene Darstellung)



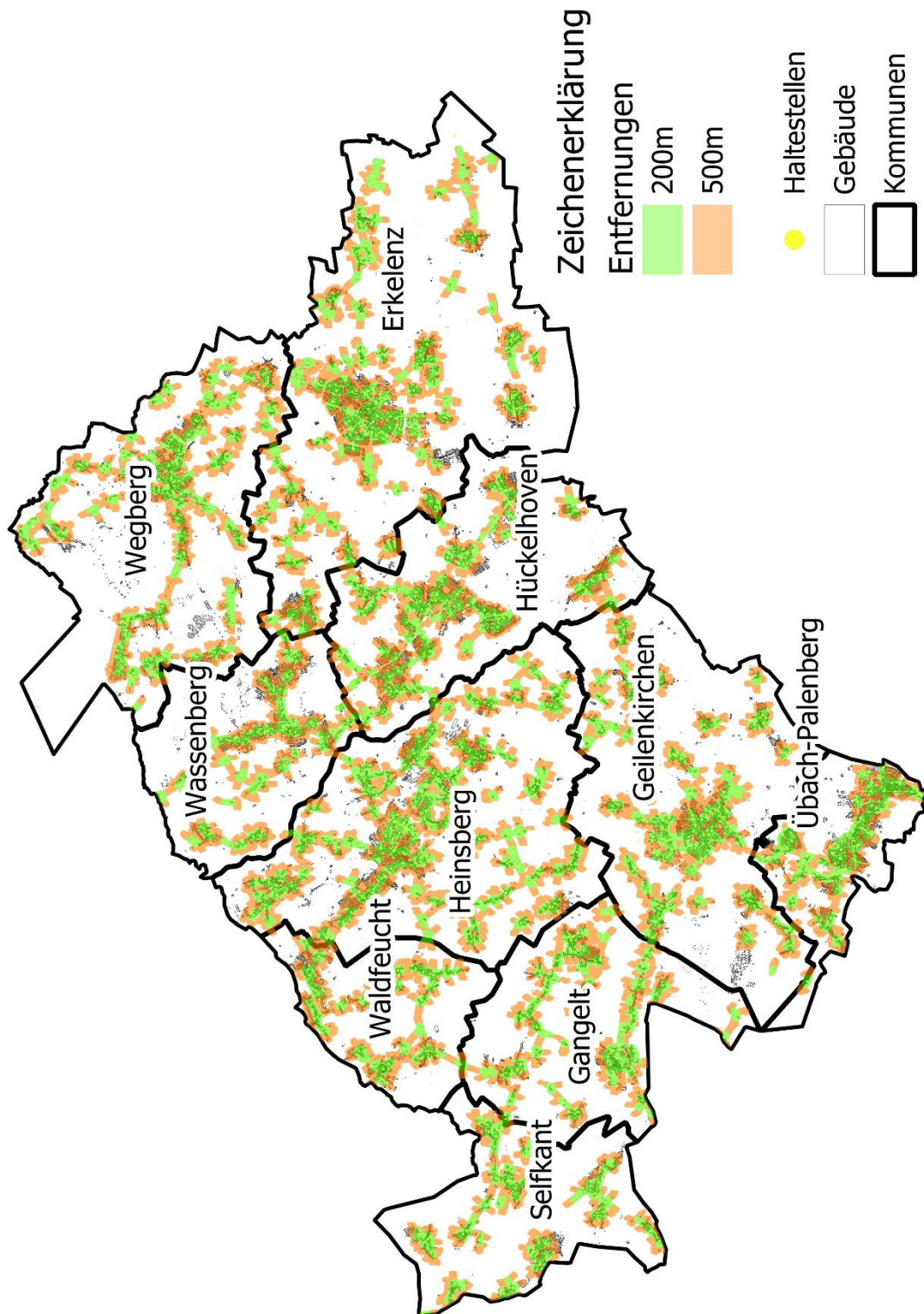


Abbildung 32: Erreichbarkeit der Angebote im ÖPNV inkl. Gebäude  
(Quelle: Eigene Darstellung)

Insgesamt lässt sich eine zunächst gute bis sehr gute Erschließung der Kommunen durch die Angebote des ÖPNV festhalten. Diese Annahme kann jedoch durch die Berücksichtigung weiterer Aspekte, wie zum Beispiel der Reisezeit, beeinträchtigt werden. In Zusammenhang mit der Reisezeit steht zusätzlich der Aspekt des Umstiegs innerhalb der einzelnen Routen. Dieser wird in der nachfolgenden Ergebnisauswertung der Netzwerkanalyse Routing dargestellt.

### 3.3 Ergebnisse der Netzwerkanalyse Routing

Auf Grundlage der ermittelten Ergebnisse der Umfrage, wurden für die Routinganalyse durch den OTP sechs verschiedene Routen erstellt bzw. abgefragt (vgl. Tabelle 15). Für die Abfrage der Routen wurde als Zeitangabe 07:30 Uhr ausgewählt, da dies eine Zeit innerhalb des Berufsverkehrs darstellt. Insgesamt wurden drei Routenverbindungen abgefragt, die jeweils durch die Verkehrsmittelwahl „WALK“ und „TRANSIT“, demnach die Nutzung des ÖPNV und durch die Verkehrsmittelwahl „CAR“, demnach die Nutzung des eigenen Pkws gegenübergestellt wurden. Die Routen wurden so ausgewählt, dass diese eine unterschiedliche Routenstrecke abbilden. Dabei wurde als Kriterium festgelegt eine Route abzufragen, bei der der Startpunkt innerhalb einer Kommune liegt, die über eine Bahnhaltestelle verfügt und einen Endpunkt außerhalb des Kreisgebietes. Die zweite Route sollte ebenfalls einen Startpunkt innerhalb des Kreisgebietes, jedoch ohne direkten Zugang zu einem Bahnhof und einen Endpunkt außerhalb des Kreisgebietes besitzen. Die dritte Route stellt eine Verbindung zweier Kommunen innerhalb des Kreisgebietes dar.

Tabelle 15: Routen der Netzwerkanalyse  
(Quelle: Eigene Analyse)

Route	Von	Nach	Besonderheiten
<b>1 ÖPNV</b>	Hückelhoven	Aachen	Fahrt mit Bus und Zug durch direkte Anbindung an einen Bahnhof
<b>1 PKW</b>	Hückelhoven	Aachen	Vergleich durch Fahrt mit PKW
<b>2 ÖPNV</b>	Waldfeucht	Aachen	Fahrt mit Bus und Zug ohne direkte Anbindung an einen Bahnhof
<b>2 PKW</b>	Waldfeucht	Aachen	Vergleich durch Fahrt mit PKW
<b>3 ÖPNV</b>	Erkelenz	Heinsberg	Fahrt mit dem Bus
<b>3 PKW</b>	Erkelenz	Heinsberg	Vergleich durch Fahrt mit PKW

Durch die Abfrage mittels OTP werden für jede Abfrage durch die Nutzung des ÖPNV drei Routen erstellt. Da der Faktor Zeit bei dieser Analyse im Hauptfokus steht, wird für jede Route

die schnellste ausgewählt und mit der Route für den PKW gegenübergestellt. Die Ergebnisse der Routenabfrage für den ÖPNV, sowie für die Nutzung des PKW sind in Abbildung 33 zu sehen.

startTime1	endTime1	departureDelay	arrivalDelay	realTime	distance	pathway	mode	route
2020-02-10 06:43:26	2020-02-10 06:45:59	0	0	FALSE	185.402	FALSE	WALK	
2020-02-10 06:46:00	2020-02-10 06:58:00	0	0	FALSE	5630.183	FALSE	BUS	495
2020-02-10 06:58:00	2020-02-10 06:59:33	0	0	FALSE	119.747	FALSE	WALK	
2020-02-10 07:09:00	2020-02-10 07:38:00	0	0	FALSE	36052.147	FALSE	RAIL	RE4
2020-02-10 07:38:01	2020-02-10 07:49:24	0	0	FALSE	825.920	FALSE	WALK	
2020-02-10 06:44:11	2020-02-10 06:45:59	0	0	FALSE	137.988	FALSE	WALK	
2020-02-10 06:46:00	2020-02-10 07:24:00	0	0	FALSE	13681.444	FALSE	BUS	475
2020-02-10 07:24:00	2020-02-10 07:28:17	0	0	FALSE	338.685	FALSE	WALK	
2020-02-10 07:31:00	2020-02-10 08:16:00	0	0	FALSE	42074.846	FALSE	RAIL	RB33
2020-02-10 08:16:01	2020-02-10 08:27:24	0	0	FALSE	825.920	FALSE	WALK	
2020-02-10 06:59:54	2020-02-10 07:06:59	0	0	FALSE	511.901	FALSE	WALK	
2020-02-10 07:07:00	2020-02-10 07:48:00	0	0	FALSE	20587.584	FALSE	BUS	SB1
2020-02-10 07:48:01	2020-02-10 07:50:08	0	0	FALSE	159.967	FALSE	WALK	
2020-02-10 06:30:00	2020-02-10 07:28:08	0	0	FALSE	46925.53	FALSE	CAR	
2020-02-10 06:30:00	2020-02-10 07:45:04	0	0	FALSE	57297.25	FALSE	CAR	
2020-02-10 06:30:00	2020-02-10 06:57:37	0	0	FALSE	18168.85	FALSE	CAR	

Abbildung 33: Ergebnisse Routenabfrage ÖPNV und PKW  
(Quelle: Eigene Abfrage)

### 3.3.1 Erste Route

Die erste Route stellt die Verbindung zwischen der Stadt Hückelhoven und der Stadt Aachen dar. Aus der Routenabfrage geht hervor, dass für die Route zwischen den beiden Städten durch die Nutzung des ÖPNV insgesamt ein Umstieg nötig ist. Zunächst muss der Pendler von seinem Standort zur Bushaltestelle der Linie 495 laufen und zum Bahnhof nach Hückelhoven-Baal fahren. Dort findet der Umstieg auf den Zug der Linie RE4 statt. In Aachen angekommen, läuft der Pendler zu Fuß weiter. Zwischen dem Umstieg von Bus auf Bahn, muss der Pendler insgesamt 10 Minuten warten. Als Startzeit wird für diese Route 06:43Uhr angegeben. Die Ankunftszeit ist 07:49Uhr. Demnach benötigt der Pendler mit der Nutzung des ÖPNV insgesamt eine Stunde und sechs Minuten, um zum Ziel zu gelangen. Wird als Verkehrsmittel der PKW gewählt, so ist kein Umstieg erforderlich. Die Startzeit ist bei der Nutzung des PKWs 06:30Uhr. Die Ankunftszeit ist 07:28Uhr. Demnach benötigt der Pendler mit der Nutzung des

eigenen Pkws insgesamt 58 Minuten, um am Endpunkt anzukommen. Die Differenz im Zeitfaktor zwischen der Nutzung des PKWs und des ÖPNVs liegt bei dieser Route lediglich bei 8 Minuten. Die beiden Routen werden in den nachfolgenden Abbildung 34 und Abbildung 35 dargestellt.

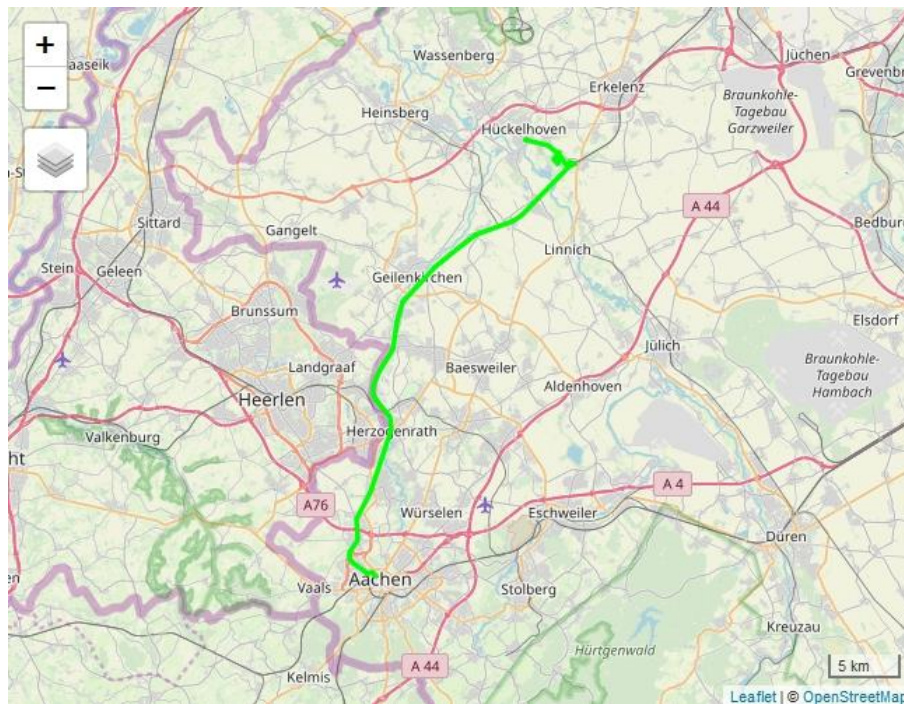


Abbildung 34: Route Hückelhoven nach Aachen mit ÖPNV  
(Quelle: Eigene Darstellung)

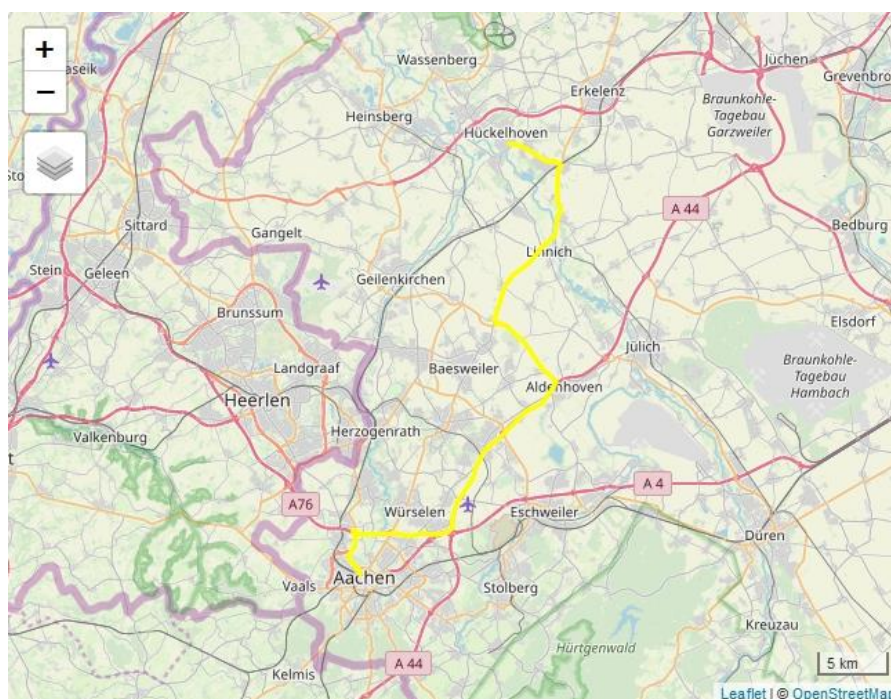


Abbildung 35: Route Hückelhoven nach Aachen mit PKW  
(Quelle: Eigene Darstellung)

### 3.3.2 Zweite Route

Die zweite Route stellt eine Verbindung zwischen der Gemeinde Waldfeucht und der Stadt Aachen dar. Hierbei ist anzumerken, dass die Gemeinde Waldfeucht nicht über eine direkte Anbindung zum Schienennetz verfügt. Die Routenabfrage zeigt für die Nutzung des ÖPNVs, dass innerhalb dieser Route ein Umstieg nötig ist. Zunächst muss der Pendler zu einer Bushaltestelle der Linie 475 laufen. Im Anschluss fährt der Pendler mit dem Bus zur Bahnhofstabelle in Linnich. Dort nutzt der Pendler schließlich die Bahnlinie des RB33, um nach Aachen zu gelangen. In Aachen angekommen läuft der Pendler zum gewünschten Standort. Zwischen dem Umstieg von Bus auf Bahn hat der Pendler eine Wartezeit von insgesamt 7 Minuten. Für die gesamte Route wird als Startzeit 06:44Uhr und als Ankunftszeit 08:27Uhr angegeben. Demnach benötigt der Pendler bei der Nutzung des ÖPNVs insgesamt eine Stunde und 43 Minuten, um am Ziel anzukommen. Bei der Nutzung des PKWs ist durch die Angabe der Startzeit 06:30Uhr und Ankunftszeit 07:45Uhr lediglich ein Zeitaufwand von einer Stunde und 15 Minuten notwendig, um in der Städteregion Aachen anzukommen. Die Differenz im Zeitfaktor zwischen der Nutzung des PKWs und des ÖPNVs liegt bei dieser Route bei 28 Minuten. Die beiden Routen werden in den nachfolgenden Abbildung 36 und Abbildung 37 dargestellt.

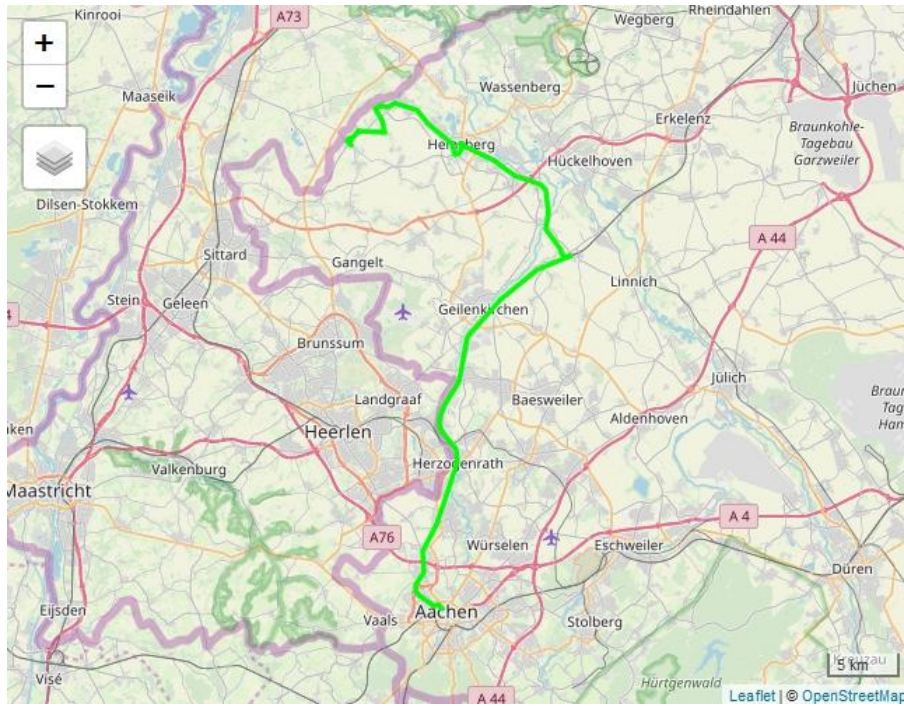


Abbildung 36: Route Waldfeucht nach Aachen mit ÖPNV  
(Quelle: Eigene Darstellung)

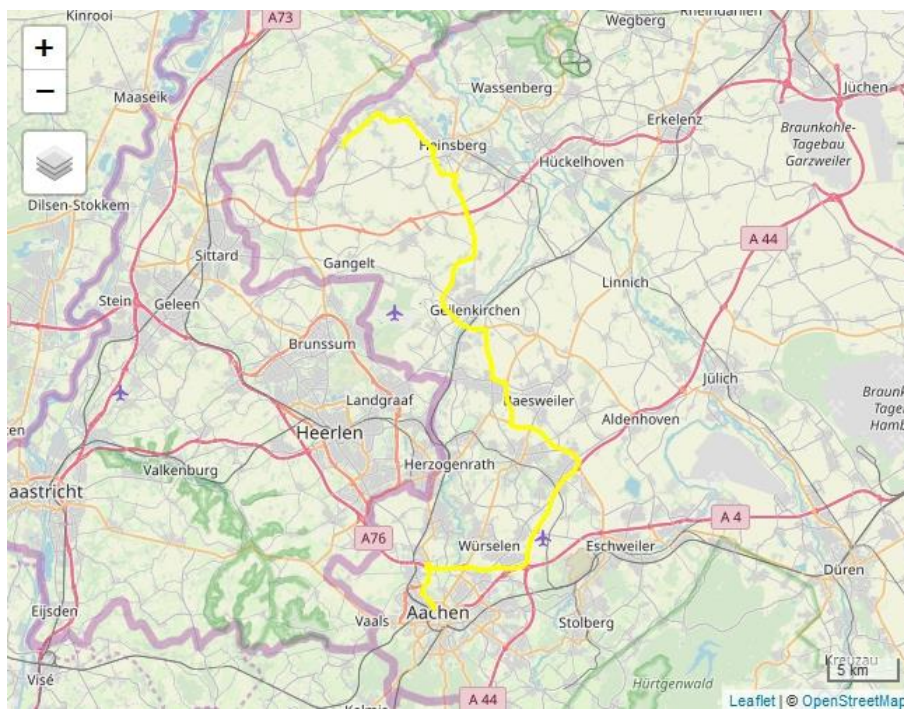


Abbildung 37: Route Waldfeucht nach Aachen mit PKW  
(Quelle: Eigene Darstellung)

### 3.3.3 Dritte Route

Die dritte Route verläuft von Erkelenz nach Heinsberg und stellt eine Route innerhalb des Kreisgebietes dar. Die Routenabfrage zeigt für die Nutzung des ÖPNVs, dass lediglich die Nutzung eines Busses der Linie SB1 notwendig ist, um das Ziel zu erreichen. Als Startzeit wird 06:59Uhr und als Ankunftszeit 07:50Uhr angegeben. Demnach benötigt der Pendler durch die Nutzung des ÖPNV insgesamt 48 Minuten, um ans Ziel zu gelangen. Bei der Nutzung des PKWs, ist durch die Angabe der Startzeit 06:30Uhr und Ankunftszeit 06:57Uhr lediglich ein Zeitaufwand von 27 Minuten notwendig, um das Ziel zu erreichen. Die Differenz im Zeitfaktor zwischen der Nutzung des Pkws und des ÖPNVs liegt bei dieser Route bei 21 Minuten. Die beiden Routen werden in den nachfolgenden Abbildung 38 und Abbildung 39 dargestellt.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass durch die Ergebnisse der Netzwerkanalyse Routing in Bezug auf den Zeitaufwand und den benötigten Umstieg eine gute Verbindung (erste Route), eine weniger gute Verbindung (dritte Route) und eine schlechte Verbindung (zweite Route) in Bezug auf den ÖPNV unter Betrachtung des Zeitfaktors ermittelt wurde.

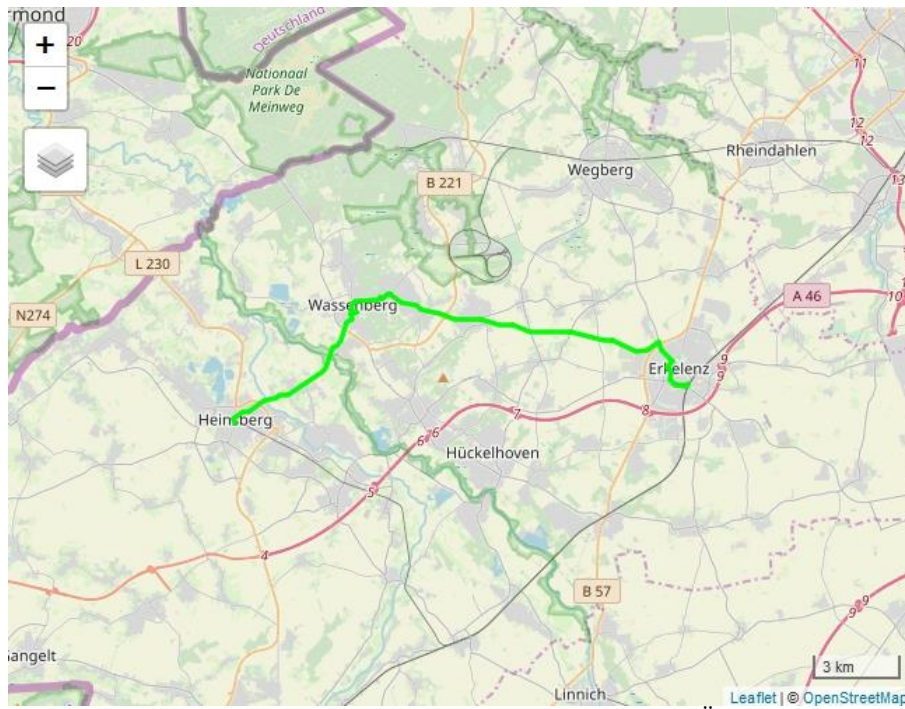


Abbildung 38: Route Erkelenz nach Heinsberg mit ÖPNV  
(Quelle: Eigene Darstellung)

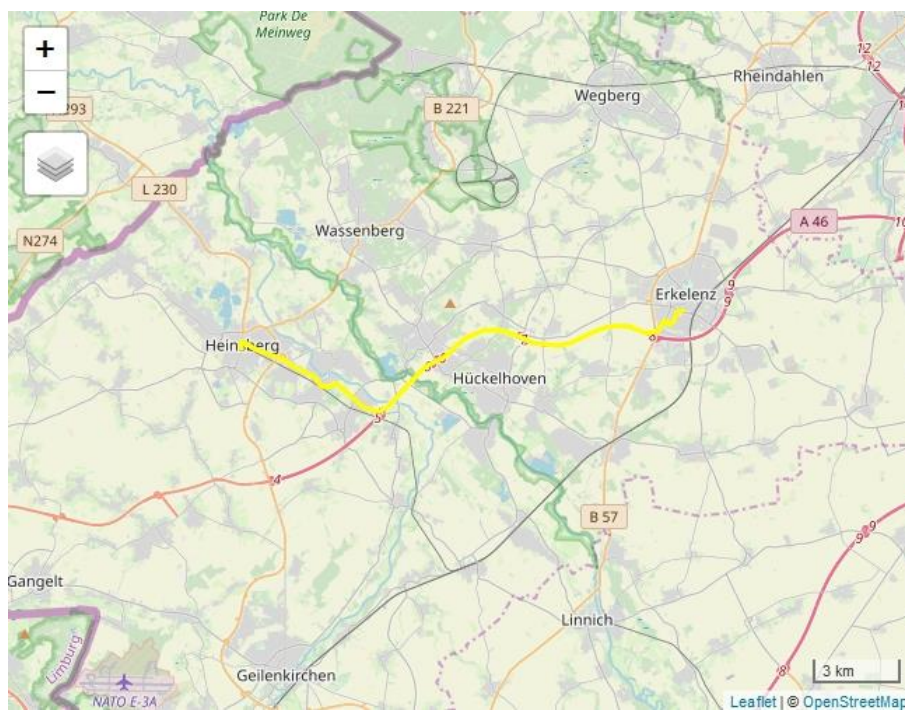


Abbildung 39: Route Erkelenz nach Heinsberg mit PKW  
(Quelle: Eigene Darstellung)



### 3.4 Ergebnisse der Berechnung des Korrelationskoeffizienten

Wie zuvor in den Ergebnissen der Umfrage untersucht, leben 41% der befragten Personen mit Kindern in einem gemeinsamen Haushalt. Dies ist ein wichtiger Faktor, der das Mobilitätsverhalten einer einzelnen Person stark beeinflusst. Zusätzlich gilt die Wohnregion als wichtiger Faktor, der als Einfluss auf das Mobilitätsverhalten gesehen wird. Mit Hinblick auf den Pkw-Besitz in ländlichen oder städtischen Regionen ist durch die Ergebnisse der Umfrage zunächst kein Unterschied ersichtlich. Dennoch soll durch die Berechnung des Korrelationskoeffizienten ein Zusammenhang der Variablen untersucht werden. Aus diesem Grund wird mittels einer Korrelationsanalyse im Nachfolgenden untersucht, wie sich die Variablen des gemeinsamen Zusammenlebens mit Kindern, sowie die Wohnregion, mit dem Besitz eines eigenen Pkws zueinander verhalten

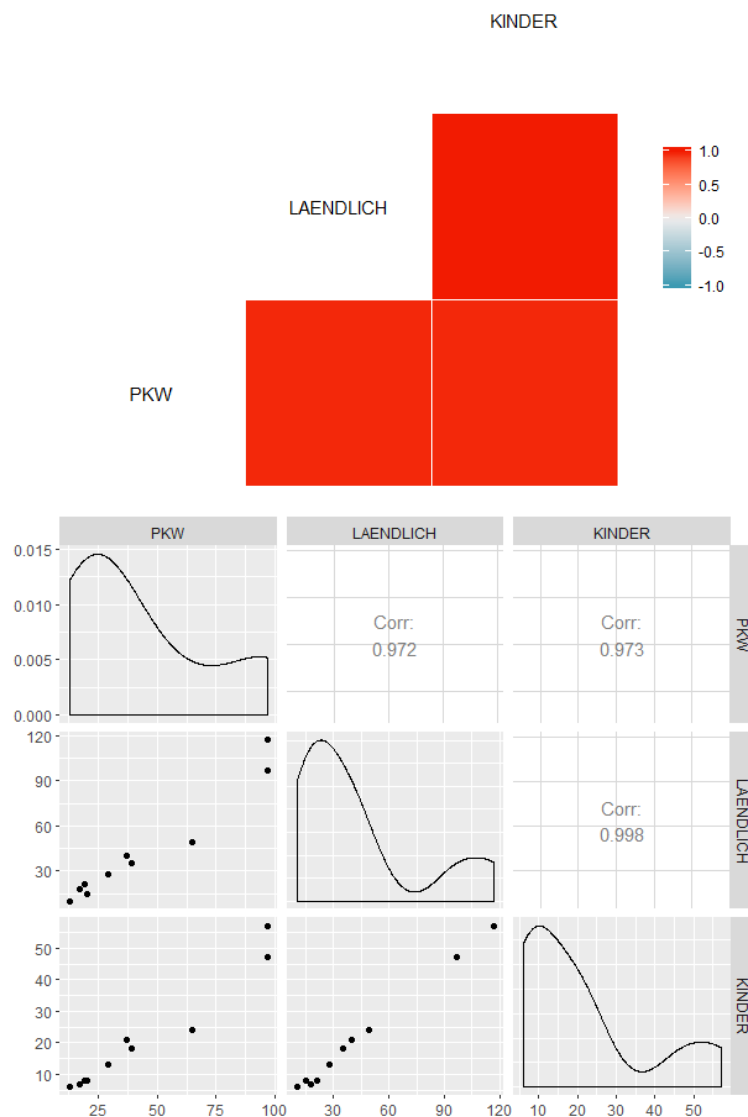


Abbildung 40: Korrelationsplot der Variablen  
(Quelle: Eigene Darstellung)

Durch die Berechnung der einzelnen Korrelationskoeffizienten wird die Annahme eines starken Zusammenhangs bzw. einer Korrelation der jeweiligen Variablen bestätigt. Der Wert für die Variablen, Kinder im Haushalt und eigener Pkw, liegt bei 0,97 (vgl. Abbildung 40). Dies deutet, wie zuvor in Kapitel 2.3.6 Korrelationskoeffizient erläutert, auf einen starken Zusammenhang der Variablen hin. Da der Wert positiv ist, bedeutet dies eine gleichsinnige Art der Beziehung. Der Wert für die Variablen, ländlicher Wohnort und eigener Pkw, liegt ebenfalls bei 0,97. Dies deutet, wie zuvor erläutert, auf einen starken Zusammenhang der Variablen hin. Da der Wert positiv ist, bedeutet dies ebenfalls eine gleichsinnige Art der Beziehung. Die dritte Korrelation, zeigt einen starken Zusammenhang zwischen den Variablen Kinder und ländlicher Wohnort. Der Wert für diese Variablen liegt bei 0,99 und weist ebenfalls auf eine gleichsinnige Art der Beziehung hin. Demnach besteht ein starker Zusammenhang zwischen der Wohnregion und den Kindern im Haushalt. Die Analyse zeigt, dass die Faktoren, wie das Zusammenleben mit Kindern in einem gemeinsamen Haushalt oder die Lage des Wohnortes im ländlichen Raum, Einfluss auf den Besitz eines eigenen Pkws haben. Durch die Gegenüberstellung der Kurvenverläufe der einzelnen Werte wird diese Tatsache zusätzlich untermalt. Die Verteilung der einzelnen Punkte (vgl. Abbildung 40) deutet ebenfalls auf einen Zuwachs des einen Wertes durch den Anstieg des anderen Wertes an.

## 4. Diskussion

Mit Blick auf die Korrelationsanalyse werden weitere einzelne Zusammenhänge der Umfrageergebnisse im weiteren Verlauf aufgrund theoretischer Argumentationen begründet. Zudem werden ausgewählte Kategorien der Ergebnisse mit anderen Untersuchungen verglichen. Dieser Vergleich ist möglich, da sich die Erhebungsmethode, wie in Kapitel 2.3.2 Nordrhein-westfälische Modal-Split Erhebung beschrieben, an die Standards der anderen Untersuchungen, bzgl. der Modal-Split-Erhebung, anlehnt. Hier ist anzumerken, dass andere Quellen, wie auch Vergleichswerte aus der Mobilitätsuntersuchung im Kreis Heinsberg 2018 oder MiD 2017, in den nachfolgenden Tabellen dementsprechend gekennzeichnet sind. Beim Vergleich mit anderen Studien wurden die Faktoren Erwerbstätigkeit, Zusammenleben im Haushalt, Führerschein- und Zeitkartenbesitz, Pkw-Verfügbarkeit, Entfernung zum Arbeitsort und die Bewertung der Erreichbarkeit des Arbeitsortes direkt gegenübergestellt.

### 4.1 Vergleich der Ergebnisse

Sämtliche Kartendarstellungen oder Werte in den nachfolgenden Tabellen beziehen sich auf die Angaben in der Umfrage. Aufgrund der Übersichtlichkeit werden innerhalb der Tabellen die Anteilswerte in Prozent aufgeführt. Die absoluten Zahlen der Gesamtheit werden in den Tabellenköpfen durch folgende Angabe „n=...“ gekennzeichnet. Erfolgt eine andere Darstellung der Werte, wird diese entsprechend angegeben.

#### 4.1.1 Soziodemografische Daten

Wie in Tabelle 16 zu sehen, deuten die Ergebnisse der Umfrage in Bezug auf die Erwerbstätigkeit im Vergleich zu den Ergebnissen der Mobilitätsuntersuchungen im Kreisgebiet aus den Jahren davor, auf einen starken Zuwachs in der Aufnahme einer Erwerbstätigkeit hin. Dieser Steigerung liegt jedoch an der im Vergleich geringeren Teilnahmezahl der Befragten. Würden diese Werte hochgerechnet werden, würde vermutlich ebenfalls ein Wert von rund 50% auf die Erwerbstätigkeit in Teil- oder Vollzeit eines jeden zweiten Befragten hinweisen.

Tabelle 16: Erwerbsstatus der Berufspendler Kreis Heinsberg  
(Quelle: Eigene Umfrage, Frehn et al. 2019, S. 10)

<b>Erwerbsstatus</b>	<b>Kreis Heinsberg 2019 (n=511)</b>	<b>Kreis Heinsberg 2018 (n=2.163)</b>	<b>Kreis Heinsberg 2012 (n=3.578)</b>	<b>MiD 2017</b>
<b>Erwerbstätig, davon</b>	91%	47%	48%	48%
- <b>vollzeit</b>	71%	32%	34%	35%
- <b>teilzeit</b>	19%	13%	12%	12%
- <b>vorrübergehend freigestellt</b>	1%	1%	1%	1%
<b>in Ausbildung</b>	4%	2%	2%	k.A.
<b>Studium</b>	2%	2%	2%	2%
<b>Schüler/-in</b>	1%	14%	12%	12%
<b>Sonstiges</b>	2%	35%	36%	38%
<b>Summe</b>	100%	100%	100%	100%

In Bezug auf die Auswertung der Haushalte kann lediglich ein Vergleich über das Zusammenleben mit Kindern unter 18 Jahren in einem gemeinsamen Haushalt gezogen werden. Der Vergleich in Tabelle 17 mit den vergangenen Mobilitätsuntersuchungen zeigt, dass das Ergebnis der aktuellen Umfrage durch die befragten Personen, die angaben mit Kindern unter 18 Jahren in einem gemeinsamen Haushalt zu leben, mit 67% einen deutlich höheren Anteil erzielt, als die Ergebnisse der ehemaligen Studien. Diese gaben lediglich Prozentwerte im zwanziger Bereich an (Frehn et al. 2019, S. 11). Dies ist darauf zurück zu führen, dass in den vergangenen Mobilitätsuntersuchungen gesamte Haushalte angegeben wurden und sich die Ergebnisse dieser Umfrage an einzelne Personen richten.

Tabelle 17: Haushalte mit Kindern  
(Quelle: Eigene Umfrage, Frehn et al. 2019, S. 11)

<b>Angaben des Kindesalters</b>	<b>Kreis Heinsberg 2019 (n=209)</b>	<b>Kreis Heinsberg 2018 (n=953)</b>	<b>Kreis Heinsberg 2012 (n=1.611)</b>	<b>MiD 2017</b>
<b>volljährig</b>	20%	k.A.	k.A.	k.A.
<b>unter 18 Jahre</b>	67%	22%*	25%*	20%*
<b>voll- und minderjährig</b>	11%	k.A.	k.A.	k.A.
<b>Keine Antwort</b>	2%	k.A.	k.A.	k.A.

\*Die Prozentangaben beziehen sich auf gesamte Haushalte und nicht auf einzelne Personenangaben

## 4.1.2 Verkehrsmittel

Die Ergebnisse der stichprobenartigen Umfrage in Bezug auf den Führerschein- und Zeitkartenbesitz zeigen, dass im Kreisgebiet durch rund 99% der Befragten, die angaben einen eigenen Pkw-Führerschein zu besitzen, ein deutlich hoher Anteil an Führerschein Besitzern besteht. Im Vergleich mit dem ermittelten Bundesdurchschnitt der Untersuchung MiD (Nobis und Kuhnimhof 2018) mit 87%, liegt der Anteil dieser Stichprobe deutlich darüber. Im Vergleich zu den Anteilen der Mobilitätsuntersuchungen im Kreis Heinsberg aus den Jahren 2018 (94%) und 2012 (91%) (Frehn et al. 2019, S. 17), ist dieser Anteil ebenfalls erhöht, zeigt jedoch, dass der Kreis Heinsberg in den vergangenen Jahren bereits ein erhöhtes Aufkommen von Pkw-Führerscheinbesitzern hatte, als der Bundesdurchschnitt.

Neben dem Führerscheinbesitz ist der Besitz eines eigenen Pkws ebenfalls von großer Bedeutung. Insgesamt gaben 97% der befragten Personen an einen eigenen Pkw zu besitzen. Da in der Umfrage Einzelpersonen befragt wurden, kann kein direkter Vergleich mit den anderen Studien bzgl. des Pkw-Besitzes gezogen werden, da diese den Pkw-Besitz innerhalb eines Haushaltes darlegen. Jedoch wird durch die Angabe, dass fast jeder der befragten Personen einen Führerschein und einen eigenen Pkw besitzt, die hohe Pkw-Dichte, die in der Mobilitätsuntersuchung 2018 festgestellt wurde (Frehn et al. 2019, S. 12), gestärkt.

Ein weiterer Aspekt ist die Pkw-Verfügbarkeit. Im Vergleich mit den anderen Untersuchungen ist der Anteil des täglichen Zugriffs höher als in den Vorjahren. Dies ist jedoch auf die Gesamtheit bzgl. des Pkw-Besitzes zurückzuführen. Für den Vergleich ist es wichtig, dass die Aufteilung und das Verhältnis der Kategorien, wie in Tabelle 18 zu sehen, untereinander gleichbleiben.

Tabelle 18: Verfügbarkeit über einen Pkw  
(Quelle: Eigene Umfrage, Frehn et al. 2019, S. 18)

<b>Pkw-Verfügbarkeit</b>	<b>Kreis Heinsberg 2019* (n=494)</b>	<b>Kreis Heinsberg 2018 (n=1.597)</b>	<b>Kreis Heinsberg 2012 (n=3.099)</b>	<b>MiD 2017*</b>
<b>immer</b>	97%	79%	73%	77%
<b>zeitweise</b>	3%	13%	19%	14%
<b>nie</b>	0%	8%	9%	9%

\*Personen ab 17 Jahren werden mitberücksichtigt

Der hohe Pkw-Besitz lässt sich zum einem durch den hohen Anteil der Befragten begründen, die angaben mit Kindern unter 18 Jahren in einem gemeinsamen Haushalt zu leben. Wie aus der in Kapitel 3.4 Ergebnisse der Berechnung des Korrelationskoeffizienten durchgeführten Korrelationsanalyse hervorgeht, besteht zwischen den Variablen, Pkw-Besitz und Zusammenleben mit Kindern unter 18 Jahren, ein Zusammenhang. Zusätzlich wird durch die Studie MiD bestätigt, dass Haushalte mit mindestens einem Kind im Alter unter 18 Jahren mindestens einen Pkw besitzen (Nobis und Kuhnimhof 2018, S. 34). Zudem belegen weitere Studien, dass mit der Geburt eines Kindes die Wahrscheinlichkeit, dass ein Pkw angeschafft wird, steigt (Prillwitz et al. 2006, S. 27; Scheiner und Holz-Rau 2013a, S. 179; Oakil et al. 2014, S. 899; Müggenburg 2017, 148ff).

Mit Blick auf den Besitz einer Zeitkarte für den ÖPNV gaben lediglich 8% der Befragten an eine Zeitkarte zu besitzen. Im Vergleich zu vorherigen Studien sind dies geringe Anteile. Bei Betrachtung der Gesamtverhältnisse zeigt sich dennoch, wie in Tabelle 19 zu sehen, eine gleiche Verteilung.

Tabelle 19: Zeitkartenbesitz  
(Quelle: Eigene Umfrage, Frehn et al. 2019, VI)

<b>Zeitkartenbesitz</b>	<b>Kreis Heinsberg 2019 (n=511)</b>	<b>Kreis Heinsberg 2018 (n=1.792)</b>	<b>Kreis Heinsberg 2012 (n=3.585)</b>	<b>MiD 2017</b>
<b>ja</b>	8%	17%	14%	17%
<b>nein</b>	92%	83%	86%	83%

Aus den Ergebnissen der stichprobenartigen Umfrage geht hervor, dass 58% der Personen die eine Zeitkarte für den ÖPNV besitzen, der Nutzergruppe Studierende und Auszubildende angehören. Die Verteilung der einzelnen Zeitkarten in Bezug auf die Nutzer wird durch die sozialstrukturelle Verteilung vom Besitz einer Zeitkarte für den ÖPNV, die aus den vorherigen Mobilitätsuntersuchungen für den Kreis Heinsberg hervorgehen (Frehn et al. 2019, S. 19), bestätigt. In allen Studien ist ersichtlich, dass Studierende und Auszubildende den größten Anteil der Nutzergruppen ausmachen. Dies ist vermutlich auf die kostengünstigere Beschaffung eines NRW-weiten Tickets, in Form eines Semestertickets oder eines Azubitickets, zurückzuführen.

Die Wahlfreiheit in Bezug auf den Besitz eines Pkws bzw. eines Pkw-Führerscheins oder einer Zeitkarte für den ÖPNV ermöglicht dem Pendler ein gewisses Maß an Flexibilität. In der Tabelle 20 ist zu sehen, dass sich die Wahlfreiheit mit Blick auf die vergangenen Studien deutlich eingrenzt. Aus allen Studien geht hervor, dass der Besitz eines Pkw-Führerscheins und einer ÖPNV-Zeitkarte lediglich bei einem geringen Anteil der befragten Personen zutrifft. Zudem geht aus allen Studien hervor, dass der alleinige Führerscheinbesitz bei der deutlichen Mehrheit der befragten Personen zutrifft. Auffällig ist hingegen der Vergleich zwischen den Studien bzgl. der Personen, die weder einen Führerschein noch eine ÖPNV-Zeitkarte besitzen. Diese Anteile fallen in den vorherigen Untersuchungen im Kreisgebiet, sowie in der bundesweiten Untersuchung deutlich höher aus. Die Ursache ist erneut auf die deutlich höhere Anzahl der Umfrageteilnehmer in den anderen Studien zurückzuführen.

Tabelle 20: Führerschein und Zeitkartenbesitz  
(Quelle: Eigene Umfrage, Frehn et al. 2019, S. 21)

<b>Führerschein und Zeitkartenbesitz</b>	<b>Kreis Heinsberg 2019* (n=511)</b>	<b>Kreis Heinsberg 2018 (n=1.792)</b>	<b>Kreis Heinsberg 2012 (n=3.585)</b>	<b>MiD 2017*</b>
<b>Besitz von Führerschein und einer ÖPNV-Zeitkarte</b>	7%	12%	7%	13%
<b>nur Führerscheinbesitz</b>	92%	73%	72%	74%
<b>nur ÖPNV-Zeitkartenbesitz</b>	<1%	5%	7%	4%
<b>weder Führerschein- noch ÖPNV-Zeitkartenbesitz</b>	<1%	10%	14%	9%

\*Personen ab 17 Jahren werden mitberücksichtigt

Im weiteren Verlauf der Umfrageauswertung wird ersichtlich, dass der reine Besitz eines bestimmten Verkehrsmittels, mit Blick auf den Besitz einer Zeitkarte für den ÖPNV, nicht letztendlich zur täglichen Nutzung führt. Dies wird vor allem bei der Betrachtung der Angaben bzgl. des genutztes Verkehrsmittels um zum Arbeits-/Ausbildungs- oder Schulort zu gelangen, ersichtlich.

#### 4.1.3 Verkehrsmittelnutzung

Insgesamt gaben 85% der befragten Personen an, hauptsächlich mit dem Pkw zu ihrer Arbeit zu gelangen. Lediglich 5% der befragten Personen nutzen die Angebote des ÖPNVs. Werden

die 5% der ÖPNV-Nutzer mit den 8% der Befragten, die eine Zeitkarte für den ÖPNV besitzen, verglichen, ist zu erkennen, dass der reine Besitz einer Zeitkarte für den ÖPNV, nicht unbedingt zur hauptsächlichen Nutzung dieses Verkehrsmittel führt. Hierbei ist es interessant, dass das Fahrrad von mehr Personen (6%) genutzt wird, als die Angebote des ÖPNV. Dieser Aspekt wird auf die Entfernung zum Arbeitsort zurückgeführt.

Durch die Betrachtung der Verkehrsmittelnutzung nach den Altersgruppen, wie sie in Abbildung 41 zu sehen ist, wird deutlich, dass eher die jüngeren Personen auf die Angebote im öffentlichen Nahverkehr, sowie auf das eigene Fahrrad als tägliches Verkehrsmittel zurückgreifen. Zusätzlich ist zu erkennen, dass im Alter zwischen 18 Jahren und bis 45 Jahren anteilig mehr Männer als Frauen auf den Pkw, als Verkehrsmittel, zurückgreifen. Im höheren Alter sind es anteilig hingegen mehr Frauen, die den Pkw für die tägliche Fahrt zu ihrer Arbeit nutzen.

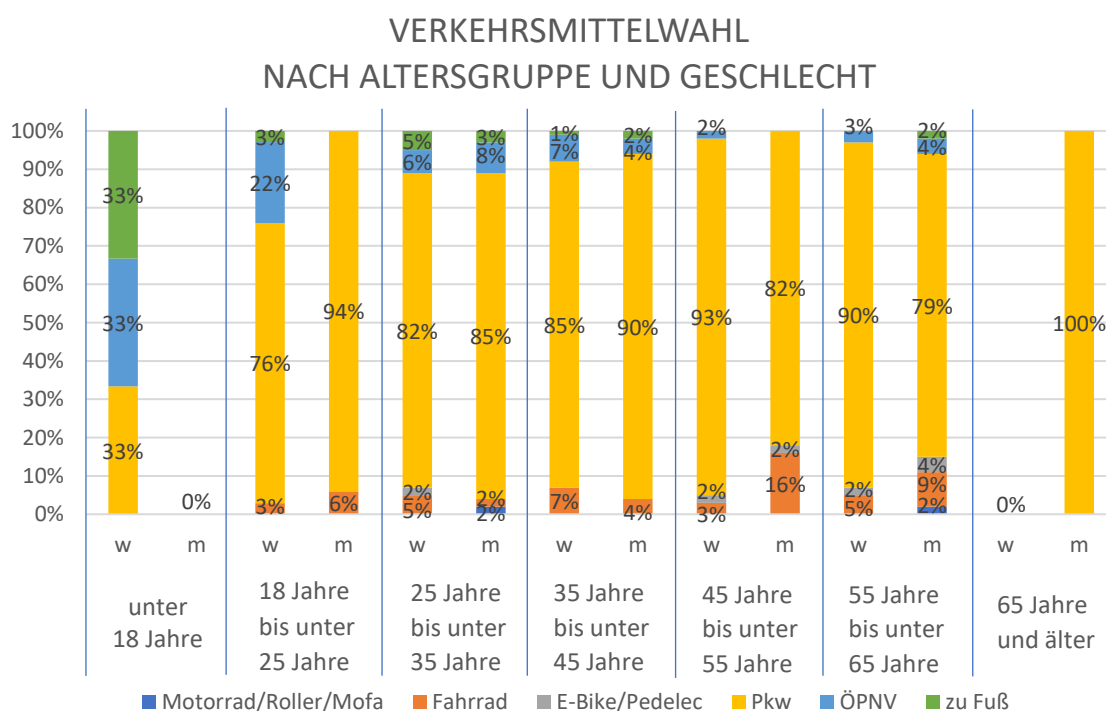


Abbildung 41: Verkehrsmittelwahl nach Altersgruppen und Geschlecht  
(Quelle: Eigene Umfrage, Darstellung in Anlehnung an Frehn et al. 2019, VI)

Die Darstellung der Verkehrsmittelwahl nach Altersgruppe und Geschlecht bestätigt nun mehr den Zusammenhang zwischen den Lebensphasen einer Person in Bezug auf den Familienstand und den beruflichen Status. In Bezug auf den ÖPNV zeigt sich deutlich, dass eher jüngere Menschen, die sich im Studium oder in der Ausbildung befinden und demnach finanziell noch nicht



so aufgestellt sind, wie Vollzeitbeschäftigte im höheren Alter, auf die Angebote des ÖPNV zurückgreifen.

Doch nicht nur soziodemografische Faktoren nehmen einen Einfluss auf die Verkehrsmittelnutzung, sondern auch die räumlichen Gegebenheiten. Aus diesem Grund folgt bei der weiteren Betrachtung der Aspekt der Entfernung zum Arbeitsort.

#### 4.1.4 Entfernung zum Arbeitsort

Die Ergebnisse der stichprobenartigen Umfrage zeigen, dass mit rund 53% die deutliche Mehrheit der befragten Personen zwischen 10km und unter 50km zu ihrer täglichen Arbeit pendeln. Wie in Tabelle 21 zu sehen ist, zeigt der Vergleich mit den Werten aus früheren Untersuchungen für den Kreis Heinsberg, dass die Verteilung der Entfernungen zum täglichen Arbeitsort keine Unterschiede aufweist. Dennoch weichen die Werte für den Kreis Heinsberg von den durchschnittlichen Bundeswerten ab. Dort pendelt die Mehrheit unter 10km zu ihrer täglichen Arbeit und nicht zwischen 10km und unter 50km.

Tabelle 21: Entfernung zum Arbeitsort  
(Quelle: Eigene Umfrage, Frehn et al. 2019, S. 32)

<b>Entfernung zum Arbeits-/Ausbildungs- oder Schulort</b>	<b>Kreis Heinsberg 2019 (n=511)</b>	<b>Kreis Heinsberg 2018 (n=1.114)</b>	<b>Kreis Heinsberg 2012 (n=2.127)</b>	<b>MiD 2017</b>
<b>unter 10km</b>	34%	44%	44%	60%
<b>10km und unter 50km</b>	53%	46%	45%	37%
<b>50km und mehr</b>	13%	10%	11%	3%

Die Lage des Arbeits-/Ausbildungs- oder Schulortes ist für die Wahl eines Verkehrsmittels, das zur täglichen Fahrt genutzt werden soll, entscheidend. Der tägliche Weg zum Arbeitsort unter 10km wird von den Befragten zu 25% zu Fuß, mit dem Fahrrad oder E-Bike zurückgelegt. Mit Blick auf die weiteren Pendelwege fallen diese Anteile rapide ab, da lediglich die Distanz von unter 10km für eine akzeptable Entfernung zur Nutzung des Fahrrades oder dem E-Bike bzw. Pedelec steht. Angebote im ÖPNV gewinnen erst ab einer Entfernung von 10km von Bedeutung und erzielen einen erheblichen Zuwachs, wenn die Entfernung bis auf 50km und mehr

steigt. Insgesamt ist zu erkennen, dass die befragten Pendler im Kreisgebiet schwerpunktmäßig auf den Pkw setzen, um ihre tägliche Pendelstrecke zurückzulegen (siehe Abbildung 42).

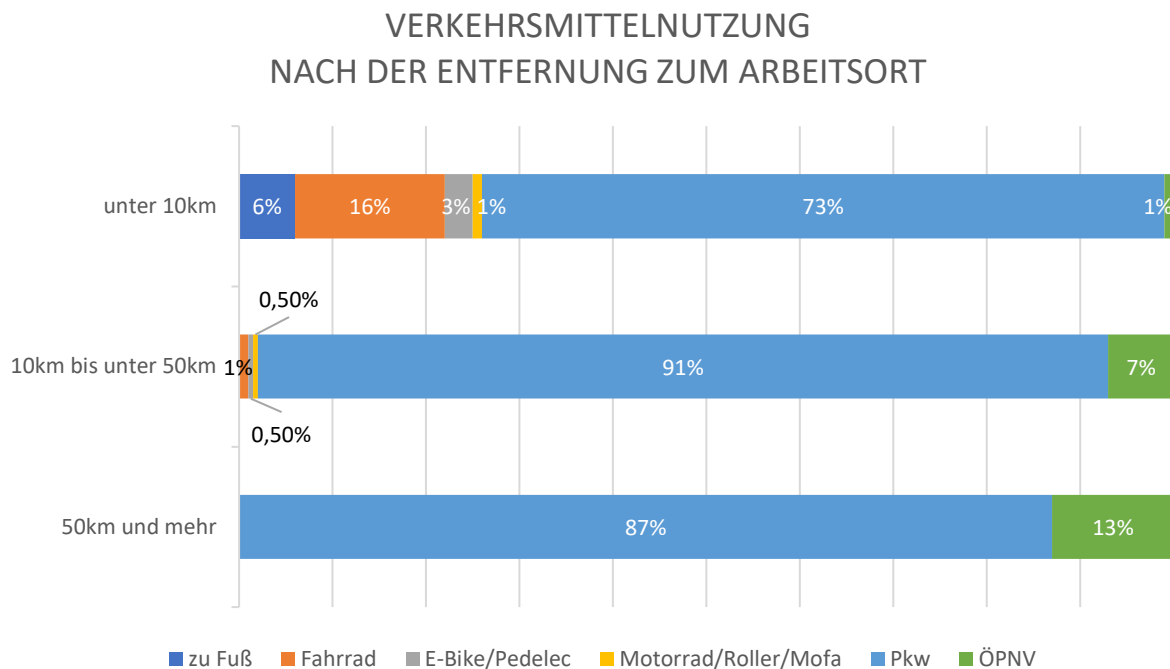


Abbildung 42: Verkehrsmittelnutzung nach der Entfernung zum Arbeitsort  
(Quelle: Eigene Umfrage, Darstellung in Anlehnung an Frehn et al. 2019, S. 34)

Die Grenzen des eigenen Wohnortes oder des Kreises wirken sich erkennbar auf die Verkehrsmittelwahl aus. Demnach gelangen 28% zu Fuß, mit dem Fahrrad oder dem E-Bike innerhalb ihres Wohnortes zur Arbeit. Findet der Pendelweg innerhalb des Kreisgebietes, jedoch außerhalb des Wohnortes statt, so nimmt dieser Anteil deutlich ab.

In Abbildung 43 ist deutlich erkennbar, dass die Angebote des ÖPNVs erst außerhalb des Kreisgebietes von den befragten Berufspendlern beansprucht werden. Demnach ist davon auszugehen, dass die Busangebote innerhalb der Kommunen und des Kreises eher weniger von den befragten Pendlern genutzt werden und der Zuwachs auf 14% in der Entfernung außerhalb des Kreises, auf die Bahnangebote zurückgeführt werden kann.

Wie bei den differenzierten Kilometerangaben zuvor ist ersichtlich, dass die befragten Berufspendler im Kreis Heinsberg, egal ob der Arbeitsort im Wohnort, im Kreisgebiet oder außerhalb des Kreises liegt, schwerpunktmäßig auf den Pkw als Verkehrsmittel zurückgreifen.

### VERKEHRSMITTELNUTZUNG ZUM ARBEITSORT

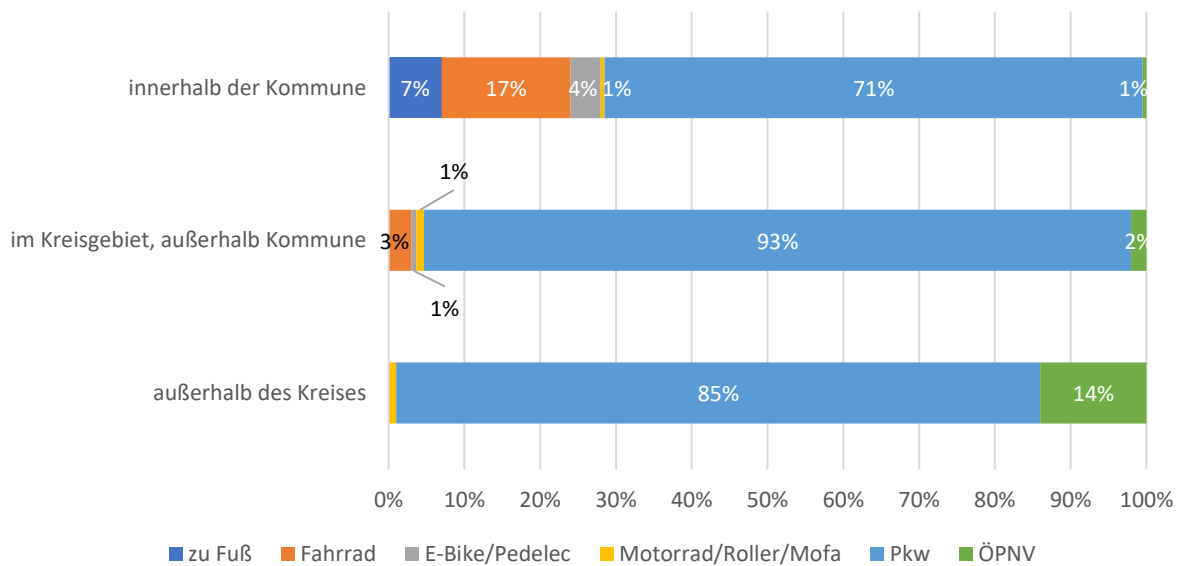


Abbildung 43: Verkehrsmittelnutzung zum Arbeitsort  
(Quelle: Eigene Umfrage, Darstellung in Anlehnung an Frehn et al. 2019, S. 33)

Die Verkehrsmittelnutzung der einzelnen Kommunen zeigt unter Berücksichtigung der Arbeitsplatzverteilung und der Pendlerströme, dass ein Zusammenhang zwischen dem Anteil der einzelnen genutzten Verkehrsmittel und der Arbeitsplatzentfernung besteht.

### VERKEHRSMITTELNUTZUNG PRO KOMMUNE

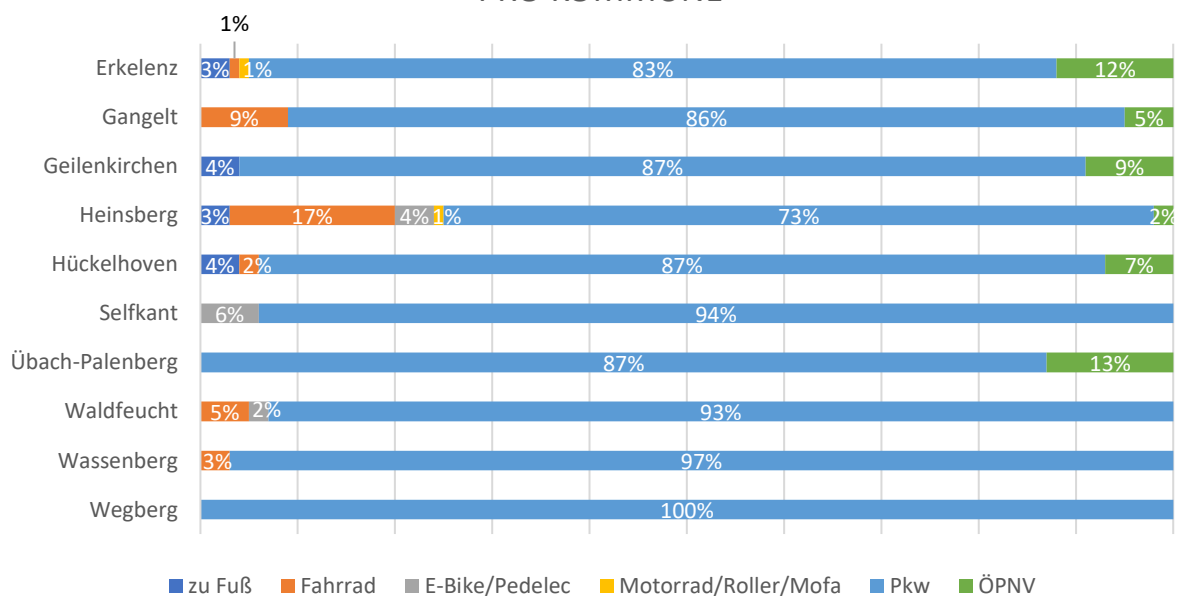


Abbildung 44: Verkehrsmittelnutzung pro Kommune  
(Quelle: Eigene Umfrage, Darstellung in Anlehnung an Frehn et al. 2019, S. 33)

Alle befragten Pendler der einzelnen Kommunen setzen schwerpunktmäßig auf die Nutzung eines Pkws (siehe Abbildung 44). Dies ist vor allem auf die Entfernung zum Arbeitsort zurückzuführen, da die meisten Pendler aus den einzelnen Kommunen nicht innerhalb ihres Wohnortes pendeln, sondern über ihren Wohnort hinaus. Im übrigen Kreisgebiet, werden Entfernungen erreicht, die eher mit dem Pkw oder mit den Angeboten des ÖPNV wahrgenommen werden. Besonders prägnant sind hingegen die prozentualen Anteile der genutzten Verkehrsmittel in der Kommune Heinsberg. Diese weisen mit einem, im Vergleich zu den anderen Kommunen, sehr hohen prozentualen Anteil, über 24% der befragten Pendler, auf, die zu Fuß, mit dem Fahrrad oder dem E-Bike bzw. Pedelec zu ihrer Arbeit pendeln. Dieser hohe prozentuale Anteil ist darauf zurückzuführen, da die Mehrzahl der befragten Personen in der Kommune Heinsberg innerhalb ihrer Kommune zu ihrer Arbeit pendeln. Demnach sind geringere Entfernungen zum Arbeitsort gegeben und es wird anteilmäßig häufiger auf den Pkw und die Angebote im ÖPNV verzichtet.

Bezüglich der Nutzung der Angebote im ÖPNV wird die Theorie, dass Menschen, die in unmittelbarer Nähe zu Angeboten des ÖPNV leben, diese auch eher nutzen, bestätigt (Bueno et al. 2017, S. 2). Es ist ersichtlich, dass vor allem in den Kommunen, die einen direkten Zugang zu einem großen Bahnhof ermöglichen, die Anteile der Nutzung deutlich höher sind. Es ist erkennbar, dass die genutzten Angebote im ÖPNV hauptsächlich auf die Dienstleistungen der Bahn hindeuten, da diese mit den Angaben, dass der Arbeitsort außerhalb des Kreises Heinsberg liegt, steigen. Diese Annahme wird nun durch die größeren Anteile der Nutzung des ÖPNV in den einzelnen Kommunen, die eine gute Bahnverbindung zu größeren Städten außerhalb des Kreis Heinsbergs über die Bahnlinie der Regionalbahn RE4 darstellen, bestätigt.

Durch die Analyse der einzelnen Pendlerströme pro Kommune können genauere Ergebnisse bzgl. der Verkehrsmittelnutzung aufgrund der räumlichen Anbindung erzielt werden. Da neben der Angabe, ob sich der Arbeitsort innerhalb der eigenen Kommune, im Kreisgebiet oder außerhalb des Kreises Heinsberg befindet, aufgrund der genauen Arbeitsortbenennung der befragten Personen die einzelnen Pendlerströme pro Kommune festgehalten wurden, können diese genau dargestellt werden. Die kartographischen Darstellungen befinden sich auf den nachfolgenden Seiten. Hierbei ist anzumerken, dass die Nennung der Straßennamen sich auf die zuvor in Kapitel 1.3 Kreis Heinsberg beschriebene Verkehrsinfrastruktur bezieht.

## Erkelenz

Die Pendlerströme der Stadt Erkelenz, wie in Abbildung 45 zu sehen, deuten darauf hin, dass vor allem das Straßenverkehrsnetz genutzt wird. Eine der Hauptnutzung stellt die A46 dar, die die Pendler in westlicher Richtung schnell mit der Stadt Heinsberg und in östlicher Richtung mit der Stadt Düsseldorf verbindet. Durch die direkte Anbindung an die B57 sind die Anteile der Pendlerströme in nördlicher Richtung nach Mönchengladbach ebenfalls nachvollziehbar. Neben dem Straßenverkehrsnetz wird durch die Pendlerströme zusätzlich die Nutzung der Zugstrecke des RE4, mit Hinblick auf die direkte Ansiedlung des Bahnhofs in Erkelenz, ersichtlich.

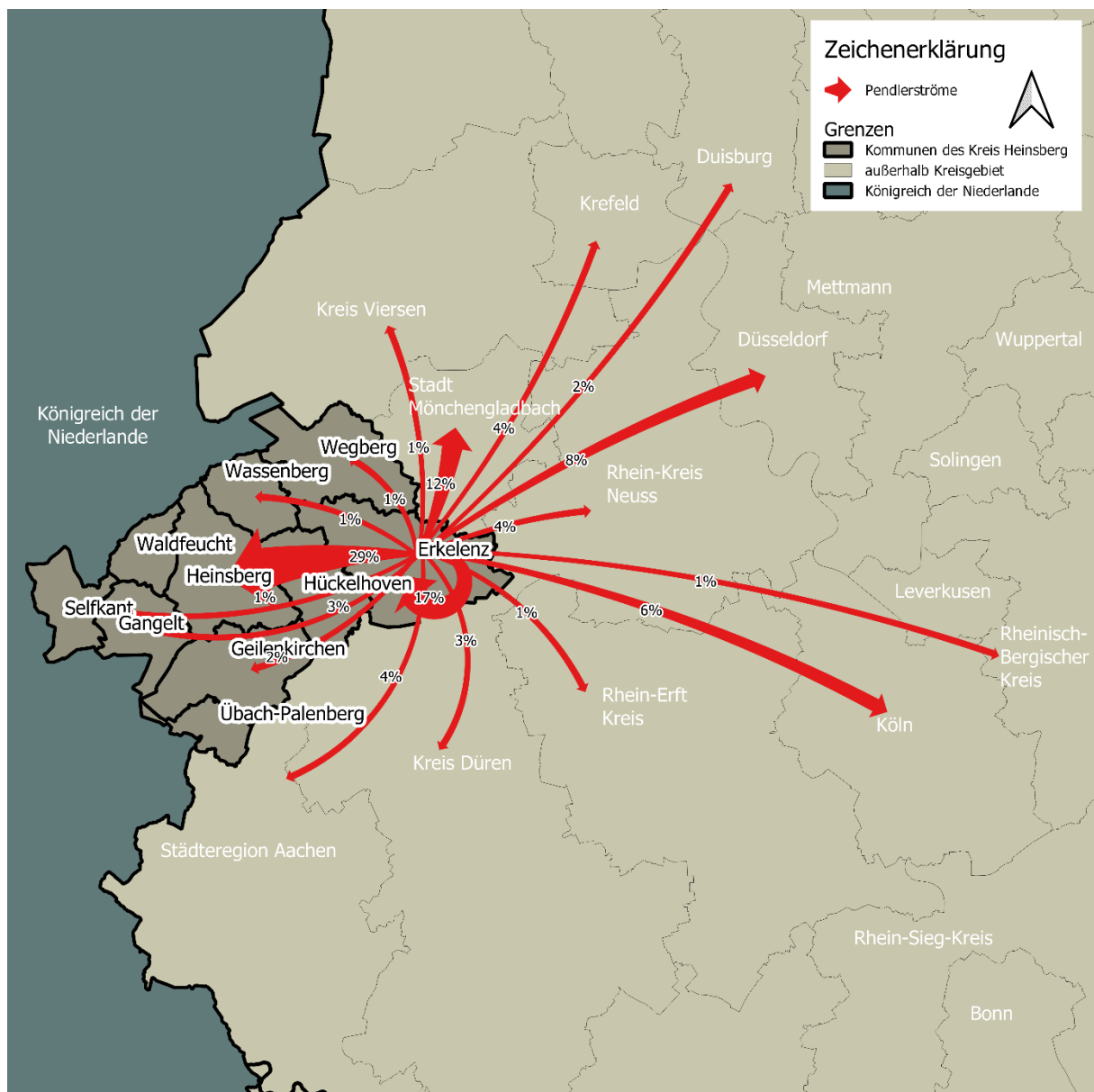


Abbildung 45: Pendlerströme Erkelenz  
(Quelle: Eigene Darstellung)

## Gangelt

Für die Gemeinde Gangelt konnten nach Auswertung der Umfrageergebnisse folgende Pendlerströme, wie in Abbildung 46 zu sehen, ermittelt werden. Durch die ausgewerteten Pendlerströme zeigt sich deutlich, dass die Berufspendler aus der Gemeinde Gangelt, in Bezug auf die Straßennutzung, vor allem auf die A46 in östlicher Richtung und B65n in westlicher Richtung zurückgreifen. Zudem stellt die N299 auf niederländischer Seite eine wichtige Verbindung zur Städteregion Aachen dar.

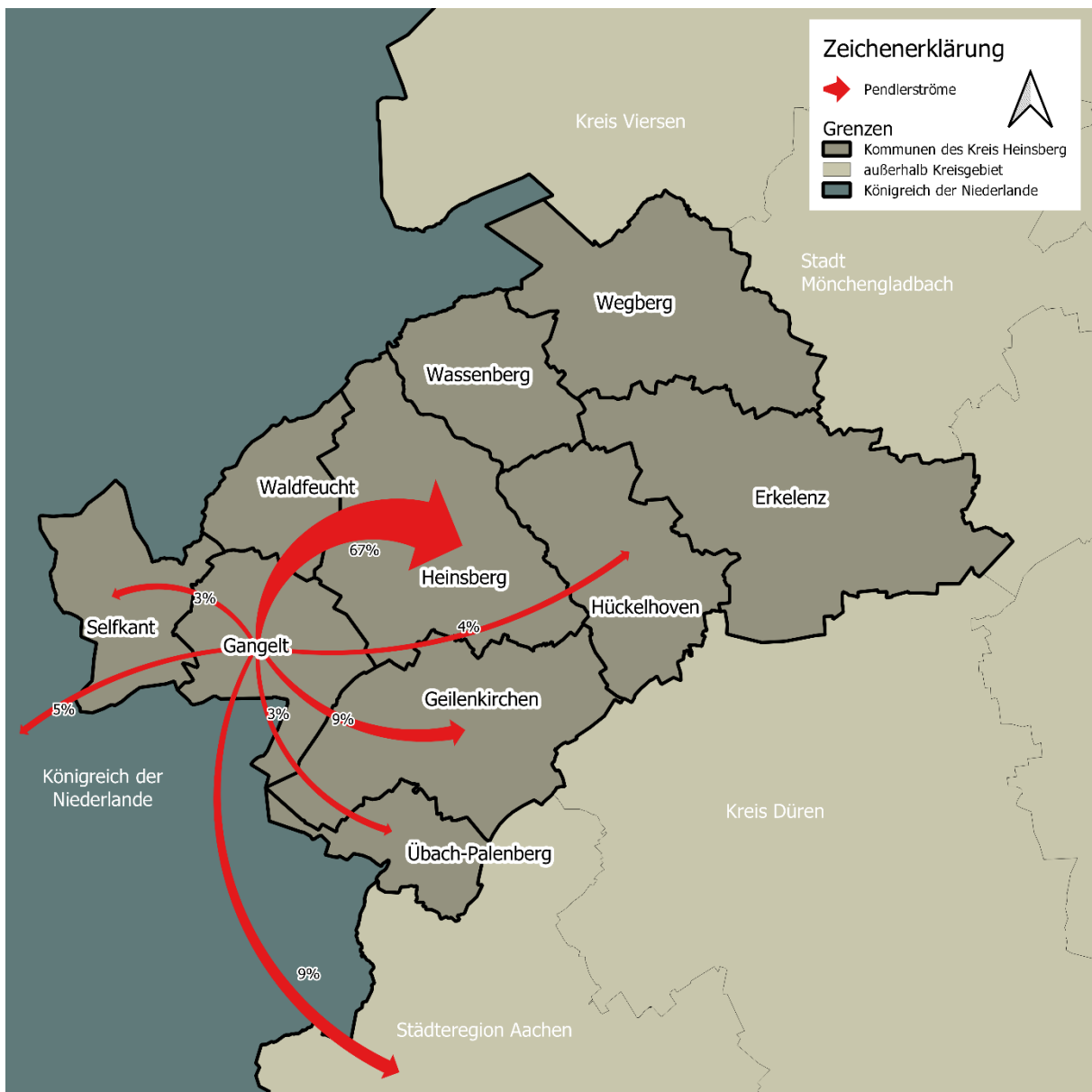


Abbildung 46: Pendlerströme Gangelt  
(Quelle: Eigene Darstellung)

## Geilenkirchen

Die Berufspendler der Stadt Geilenkirchen nutzen vor allem die B221, die eine direkte Verbindung in nördlicher Richtung zur Stadt Heinsberg und der A46, sowie in südlicher Richtung zur B57 und somit zur Städtereion Aachen darstellt. Durch die direkte Anbindung eines Bahnhofs wird neben dem genutzten Straßenverkehrsnetz ebenfalls die Nutzung der Zugstrecke RE4 in Richtung Mönchengladbach und Düsseldorf, sowie Aachen ersichtlich (vgl. Abbildung 47).

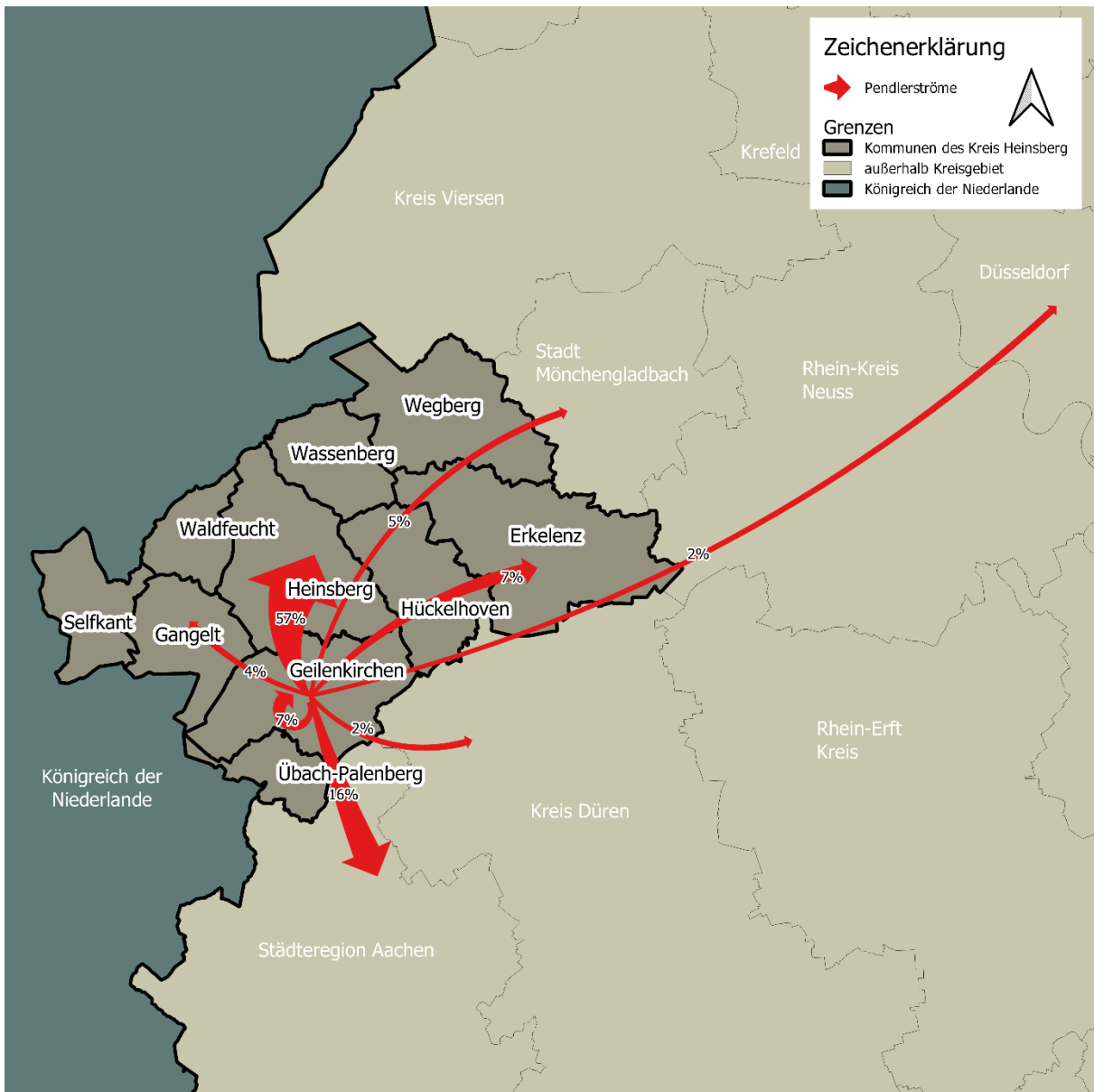


Abbildung 47: Pendlerströme Geilenkirchen  
(Quelle: Eigene Darstellung)

## Heinsberg

Die Stadt Heinsberg stellt neben der eindeutigen Mehrheit der Pendlerströme, die innerhalb dieser Kommune pendeln, eine gute Verbindung zu allen anderen umliegenden Arbeitsorten dar (siehe Abbildung 48). Mit direktem Anschluss an die A46 ist diese eine schnelle Verbindung zu allen Kommunen in östlicher Richtung. Die Kommunen, die in westlicher Richtung liegen, werden durch die B56n schnell erreicht. Zusätzlich können durch eine direkte Anbindung an die B221 die nördlich und südlich liegenden Kommunen bequem erreicht werden.

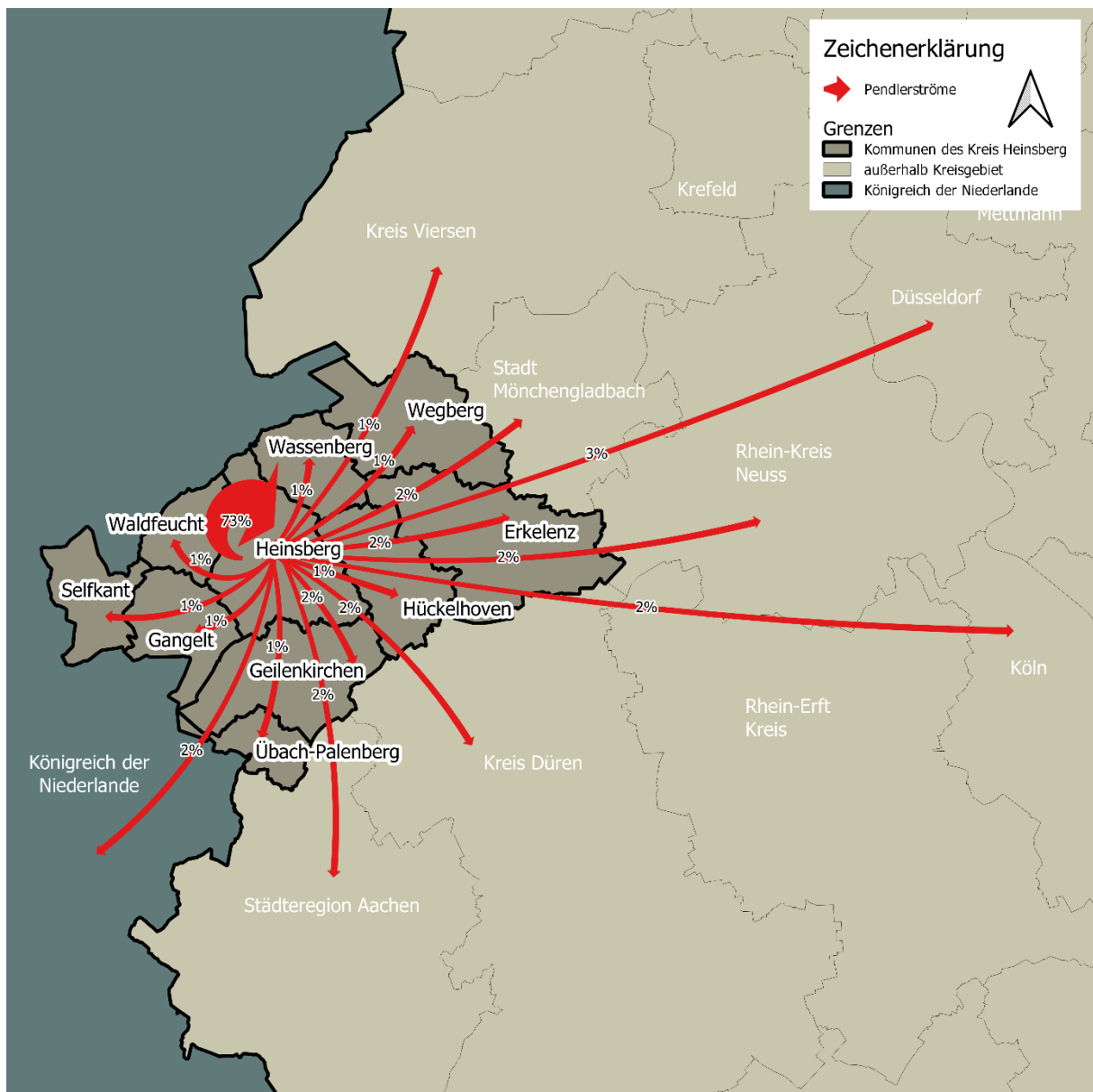


Abbildung 48: Pendlerströme Heinsberg  
(Quelle: Eigene Darstellung)



## Hückelhoven

Die Kommune Hückelhoven stellt im Vergleich zur vorherigen Kommune Heinsberg, wie in Abbildung 49 zu sehen, eine ähnliche Verteilung dar. Dort wird hauptsächlich die A46 als Verbindungsstrecke genutzt. Zusätzlich wird durch die Pendlerströme in nördlicher und südlicher Richtung die Bedeutung der B57 ersichtlich. Durch die direkte Anbindung an einen Bahnhof deuten die Pendlerströme neben der Nutzung des Straßenverkehrsnetzes ebenfalls auf die Nutzung der Zugstrecke des RE4 hin.

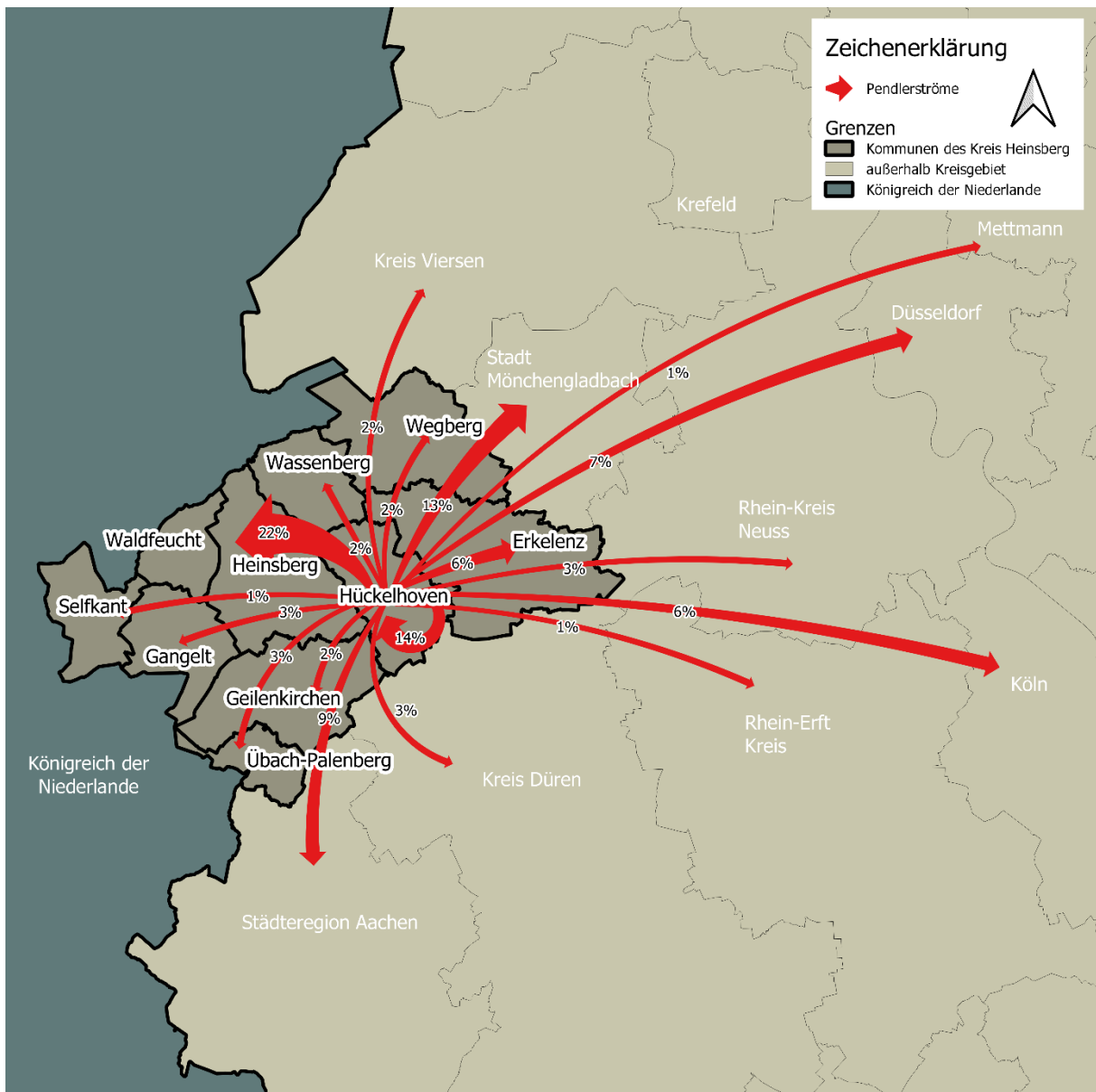


Abbildung 49: Pendlerströme Hückelhoven  
(Quelle: Eigene Darstellung)

## Selfkant

Für die Gemeinde Selfkant ist ersichtlich, dass durch die Pendlerströme Abbildung 50 vor allem die B65n in östlicher Richtung und die N299 in südlicher Richtung wichtige Verbindungen sind.

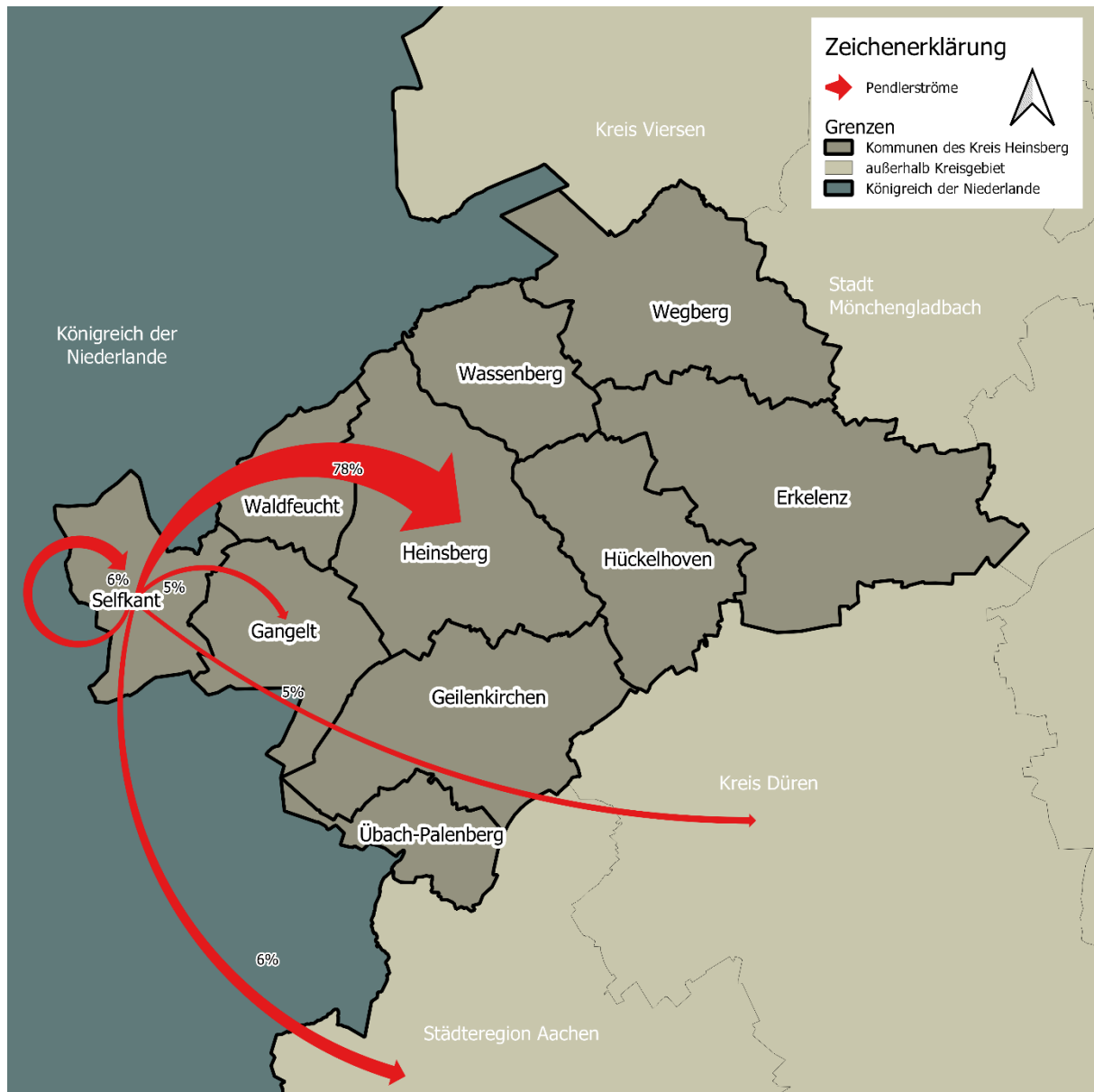


Abbildung 50: Pendlerströme Selfkant  
(Quelle: Eigene Darstellung)

## Übach-Palenberg

Die Verteilung der Pendelwege der Kommune Übach-Palenberg, siehe Abbildung 51, zeigt deutlich die Nutzung der B57 und der B221 in nördlich und südlicher Richtung. Durch die direkte Anbindung an einen Bahnhof sind die Pendlerströme ebenfalls auf die Nutzung der Zugstrecke des RE4 oder der Zugstrecke der RB33 Richtung Heinsberg zurückzuführen.

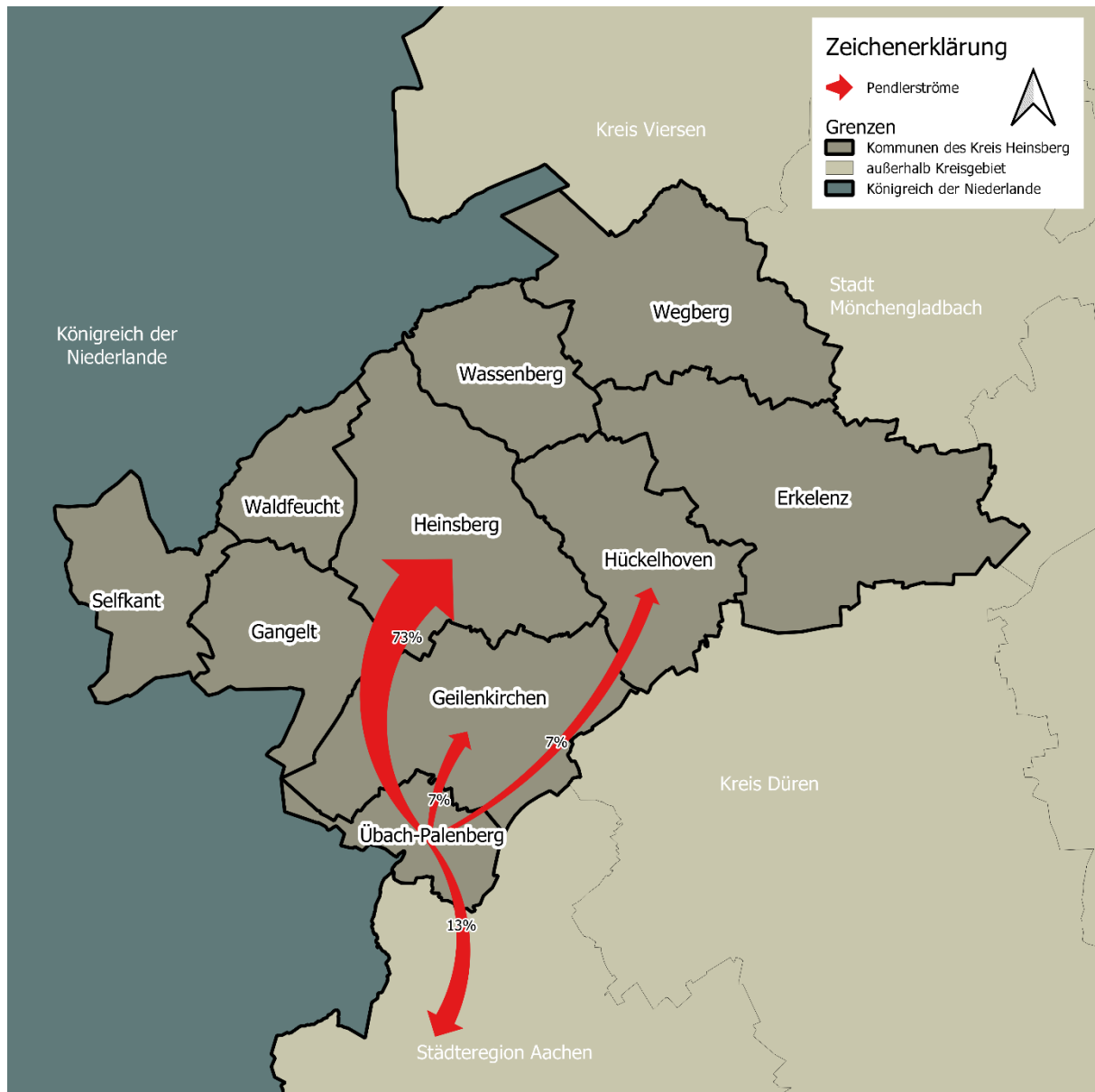


Abbildung 51: Pendlerströme Übach-Palenberg  
(Quelle: Eigene Darstellung)

## Waldfeucht

Für die Gemeinde Waldfeucht ist die direkte Anbindung an die B56n ein wichtiger Knotenpunkt für die dargestellten Pendlerströme, wie in Abbildung 52 zu sehen. Die Pendler nutzen in östlicher Richtung diese Verbindung, um zur A46 zu gelangen. Weitere wichtige Strecken, wie die N299 und N293, werden durch die Pendlerströme in nördlicher und südlicher Richtung ersichtlich.

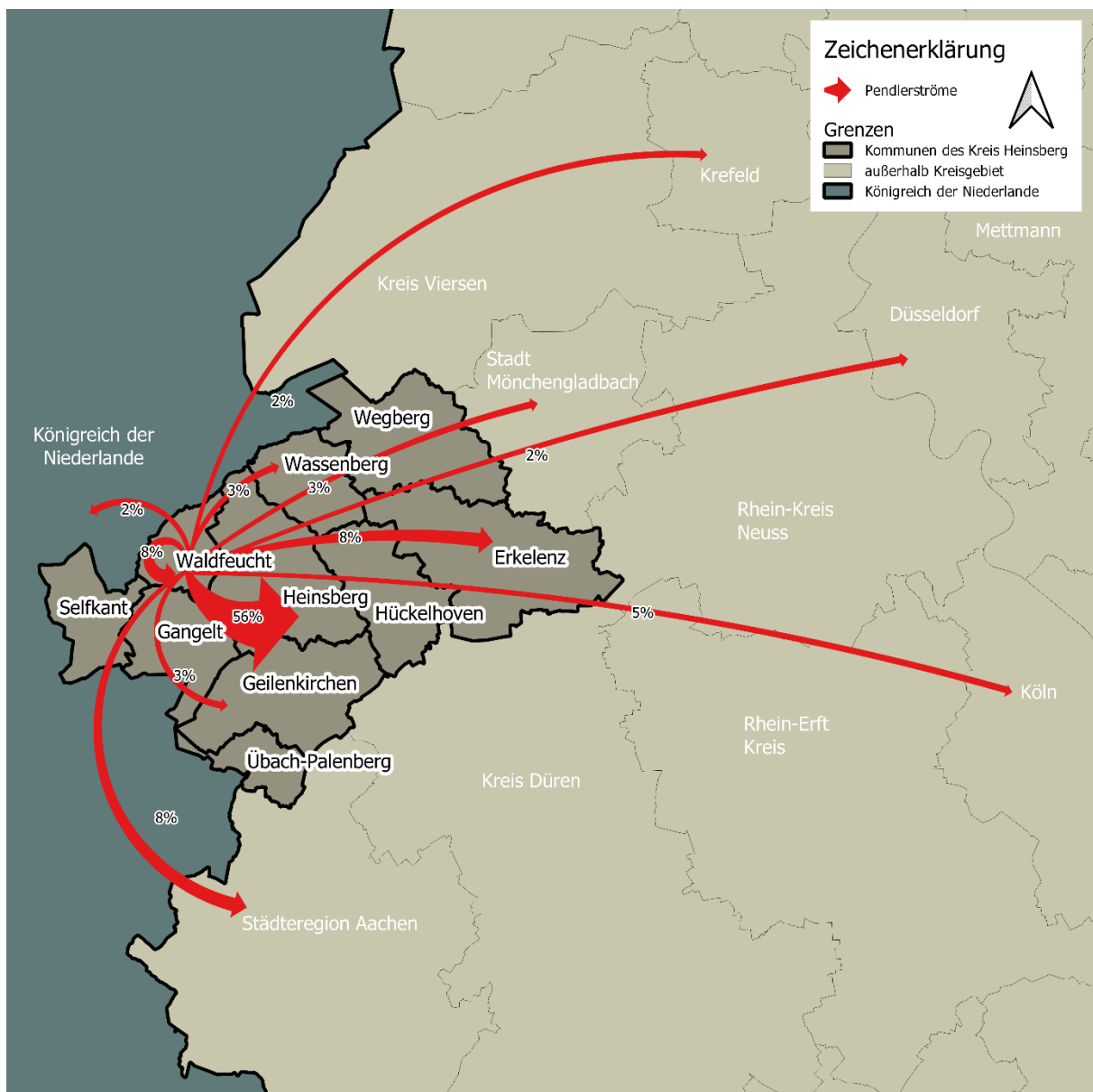


Abbildung 52: Pendlerströme Waldfeucht  
(Quelle: Eigene Darstellung)

## Wassenberg

Die Kommune Wassenberg zeigt durch ihre Pendlerströme, wie in Abbildung 53 zu sehen, vor allem die Nutzung der B221 in nördlicher und südlicher Richtung, sowie durch die direkte Anbindung an die N570 in westlicher Richtung zur Niederlande.

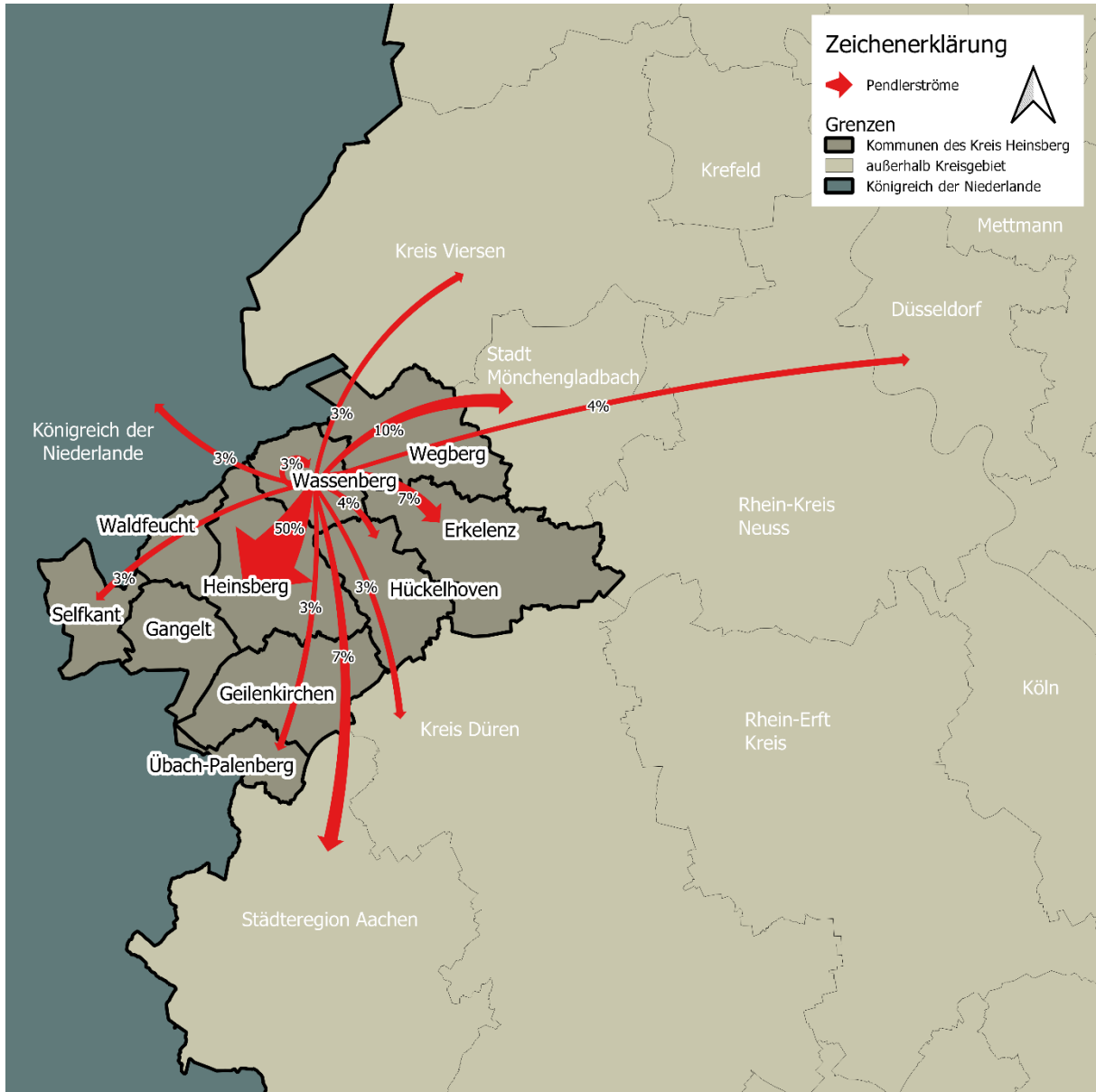


Abbildung 53: Pendlerströme Wassenberg  
(Quelle: Eigene Darstellung)

## Wegberg

Die letzte Kommune des Kreisgebietes, spiegelt die Verteilung Abbildung 54 der Kommune Wassenberg wieder. Dort wird neben der B221 in nördlicher und südlicher Richtung, vor allem die A46 als wichtiger Knotenpunkt für die Pendlerströme ersichtlich. Zusätzlich bildet die B57 eine wichtige Verbindung zur Stadt Mönchengladbach ab. Die kreisfreie Stadt Mönchengladbach ist, neben der Stadt Heinsberg, eines der häufigen Ziele der Berufspendler. Dies kann neben dem genutzten Straßennetz ebenfalls auf die Nutzung der Zugstrecke, durch den angesiedelten Bahnhof in Wegberg, zurückgeführt werden.

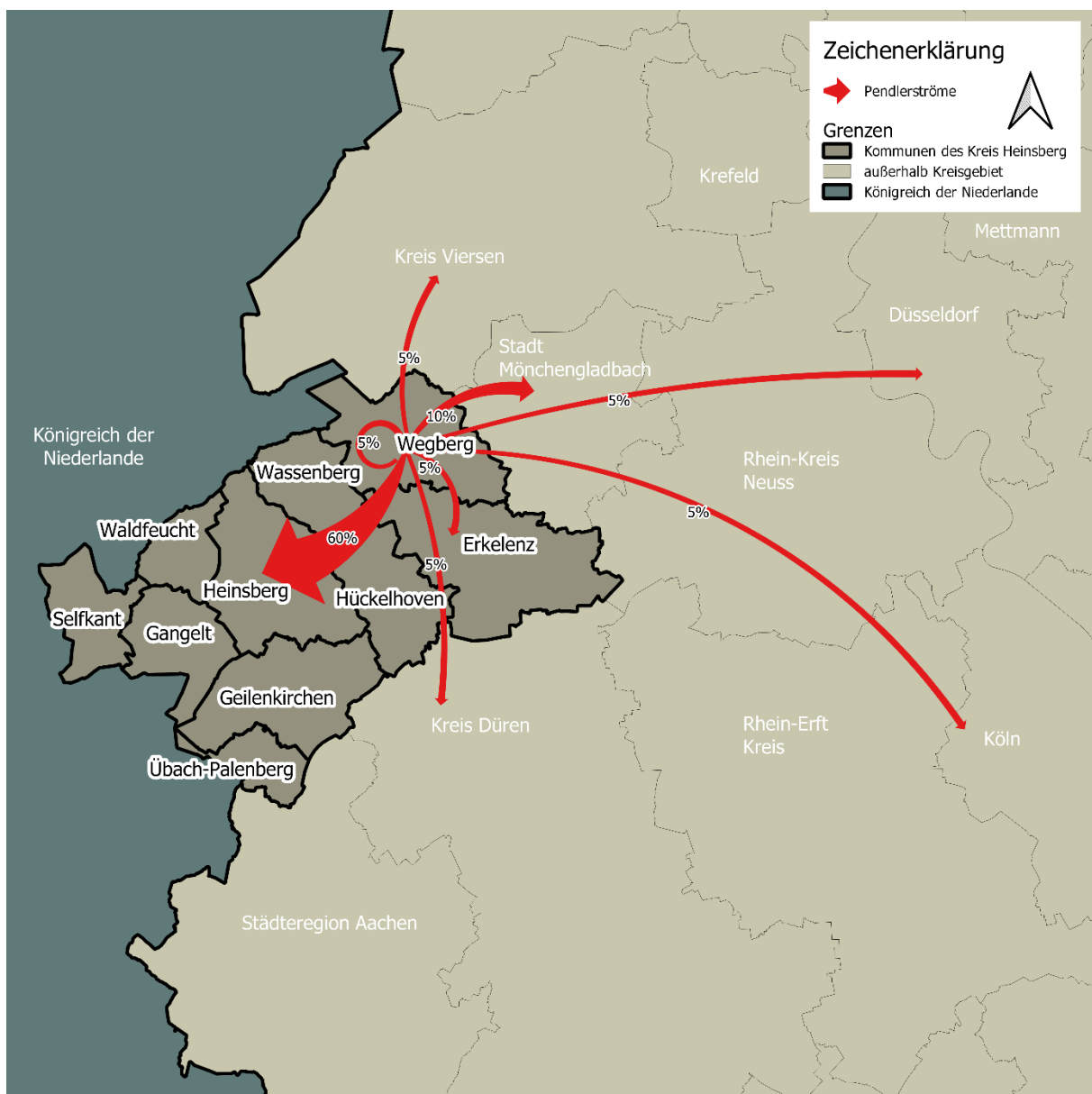


Abbildung 54: Pendlerströme Wegberg  
(Quelle: Eigene Darstellung)

Demnach hat nicht nur die Entfernung zum Arbeitsplatz eine große Auswirkung auf die Verkehrsmittelnutzung, sondern auch die Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes durch bestimmte Verkehrsmittel.

#### 4.1.5 Erreichbarkeit

Aus den Ergebnissen der Bewertungsmatrix in Bezug auf die Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes durch vorgegebene Verkehrsmittel geht hervor, dass lediglich der Pkw besonders gut abschneidet. Auffällig bei dieser Bewertungsmatrix ist die eher schlechte Bewertung der Erreichbarkeit des Arbeitsortes durch den ÖPNV. Verglichen mit der Mobilitätsuntersuchung aus dem Jahr 2018 (Frehn et al. 2019), bestätigt diese Bewertung die Damalige. Dort gaben mit 57% weitaus mehr der befragten Personen eine mangelhafte bis ungenügende Bewertung bzgl. der Erreichbarkeit durch den ÖPNV an (Frehn et al. 2019, S. 35). Da diese Ergebnisse und die vorherige Erreichbarkeitsanalyse des ÖPNV (Kapitel 3.2 Ergebnisse der Netzwerkanalyse Service Areas) eher für eine gute Versorgung sprechen, liegt die Ursache der negativ ausfallenden Bewertungsmatrix bzgl. des ÖPNV nicht bei der Lage der Haltestellen selbst. Bei genauer Betrachtung der Umfrageergebnisse, ob die Pendler während der Nutzung des ÖPNV mehrmals umsteigen müssten, um zu ihrem Arbeitsort zu gelangen, wird eine potenzielle Ursache für die schlechte Bewertung des ÖPNV in Bezug auf die Erreichbarkeit des Arbeitsortes ersichtlich. Wie zuvor schon beschrieben, ist nach Stock und Bernecker (2014, S. 24) der Anspruch der Ungebrochenheit im Pendlerverkehr ein wichtiger Faktor, der dem Pendler ein Gefühl von Flexibilität verschafft. Durch das mehrfache Umsteigen werden die Faktoren Zeit und Ungebrochen beeinflusst und wirken sich für den Pendler eher als negativer Einfluss auf die Fahrstrecke aus. Wie auch Krampe et al. (2010, S. 288) erläutert haben, „[...] dass aus der Sicht des Kunden die Reisezeit das bedeutendste Kriterium zur Bewertung des ÖPNV Angebotes ist.“ Durch die häufige Angabe der Umfrageteilnehmer, dass ein Umstieg vorgenommen werden muss, kann der hohe Anteil der Befragten erklärt werden, der die Erreichbarkeit des Arbeitsortes durch die Nutzung der Angebote im ÖPNV als eher schlecht bewertet, obwohl eine positive Erreichbarkeitsanalyse der Service Areas durchgeführt wurde. Doch neben der Erreichbarkeitsanalyse in Bezug auf die Service Areas, ergaben die Auswertungen der Beispielrouten innerhalb der Routinganalyse eher negative Ergebnisse. Für zwei Routen lag die Differenz in Bezug auf den Zeitfaktor im Vergleich zwischen der Nutzung des ÖPNV und des Pkws bei 28 Minuten bzw. 21 Minuten. Lediglich eine Route wies eine Differenz von 8 Minuten auf. Diese

Ergebnisse unterstreichen die Aussagen der Umfrageteilnehmer, dass diese eher unzufrieden mit der Erreichbarkeit des Arbeitsortes durch die Angebote des ÖPNV sind und eher auf den PKW zurückgreifen.

Laut Ghimire und Lancelin wirken sich zusätzlich finanzielle Anreize auf die tägliche Verkehrsmittelnutzung aus (Ghimire und Lancelin 2019, S. 104). Bietet der Arbeitgeber dem Arbeitnehmer finanzielle Anreize oder die Unterstützung bzgl. Fahrtkosten, eines Jobtickets oder ähnliches an, so hat dies Einfluss auf die Verkehrsmittelnutzung.

#### 4.1.6 Finanzielle Anreize

Durch den Vergleich der Angaben der Umfrageteilnehmer in Bezug auf finanzielle Unterstützung bzw. finanzielle Anreize durch den Arbeitgeber mit den tatsächlich genutzten Verkehrsmitteln ist ersichtlich, dass sich die finanziellen Anreize in Bezug auf den ÖPNV und das Fahrrad nicht durchsetzen bzw. nicht beansprucht werden. Die deutliche Mehrzahl nutzt den Pkw, um zur Arbeitsstätte zu gelangen. Insgesamt 84% geben die Nutzung des Pkws, trotz finanzieller Anreize in anderen Bereichen, an. Lediglich 11% der befragten Personen nutzen den ÖPNV, um zu ihrer Arbeit zu gelangen, obwohl 29% eine finanzielle Unterstützung in diesem Bereich wahrnehmen könnten. Weitere 5% nutzen das Fahrrad für den täglichen Arbeitsweg. Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Pendler, die finanzielle Anreize durch ihren Arbeitgeber erhalten, diese in der vorgegebenen Form nur zum Teil nutzen. Daher setzt sich, trotz Unterstützungsangebote in anderer Form, der Pkw als genutztes Verkehrsmittel unter den befragten Personen im Kreis Heinsberg schwerpunktmäßig durch.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass durch die verschiedenen Analysen und Untersuchungen dieser Arbeit aufgrund der Anwendung von deskriptiver Statistiken, Durchführung von Netzwerkanalysen und der Berechnung des Korrelationskoeffizienten, sowie durch theoretisch nachgewiesener Argumentationen, die Forschungsfrage beantwortet werden kann. Da bestimmte sozioökonomische Faktoren in Form des Familienstandes, des Alters, des Zusammenlebens und des ökonomischen Status, sowie räumlichen Gegebenheiten und der Faktor Zeit, als Einflussfaktoren auf das Pendlerverhalten der Berufspendler im Kreis Heinsberg ausgelegt werden können.



## 5. Fazit und Ausblick

Der Stand der Forschung hat ergeben, dass durch bestimmte Lebensereignisse bzw. Lebensabschnitte auf verschiedenen Ebenen der mobile Lebensstil beeinflusst wird. Einflussfaktoren sind auf der gesellschaftlichen Ebene durch kulturelle Leitbilder oder normativen Vorgaben zu finden. Auf der mesozialen Ebene beeinflussen Vorbilder in der die Familie oder generelle Einstellungen den mobilen Lebensstil. Zusätzlich wird der Pendler durch dessen persönlichen Einstellungen und Werte beeinflusst. Doch auch der ökonomische Status, sowie die darin enthaltene Kapitalausstattung können die Entscheidung und das daraus resultierende Verhalten in Bezug auf die Verkehrsmittelwahl beeinflussen. Ein besonderer Aspekt ist hierbei die Reizsetzung durch finanzielle Unterstützungen des Arbeitgebers. Weitere Einflussfaktoren sind ebenfalls soziodemografischer Natur. Das eigene Alter, sowie das Zusammenleben mit Kindern in einem gemeinsamen Haushalt wirkt sich auf die Verkehrsmittelnutzung aus. Zusätzlich geht aus der Literatur hervor, dass räumliche Gegebenheiten vor Ort und am Arbeitsplatz ebenfalls eine wichtige Rolle in Bezug auf die Verkehrsmittelnutzung spielen. Wie weit ist der Arbeitsort entfernt? Wie stellt sich die Erreichbarkeit des Arbeitsortes durch die Nutzung bestimmter Verkehrsmittel dar? Welche Faktoren können sich auf die Bewertung dieser Erreichbarkeit auswirken?

Die Forschungsfrage dieser Arbeit, ob die untersuchten und analysierten Einflussfaktoren sozioökonomischer oder räumlicher Natur für das Projektgebiet Kreis Heinsberg einen Einfluss auf das Mobilitätsverhalten haben, konnte durch den Vergleich der Umfrageergebnisse mit bestehender Mobilitätsuntersuchungen, sowie die Anwendung einer Korrelationsanalyse und durch die Netzwerkanalyse der Infrastruktur für den ÖPNV beantwortet werden. Hinzukommend wurden vorhandene Pendlerdaten aus dem Projektgebiet aufbereitet und neue Pendlerdaten mit Hilfe einer Umfrage und den Vorgaben einer Modal-Split-Erhebung gesammelt und erhoben. Die Ergebnisse der Umfrage wurden mit deskriptiven Statistiken ausgewertet und der Zusammenhang bestimmter Einflussfaktoren und der Ergebnisse dargestellt. Bei der Umfrage wurde auf die Methode der Online-Umfrage zurückgegriffen. Diese Methode stellte sich als effektiv und wenig zeitaufwändig dar. Zusätzlich konnte dadurch eine Alokalität verschiedener Pendlergruppen erreicht werden. Als Nachteil könnte bei dieser Methode die mangelnde Überprüfung bzgl. doppelter Datenangaben gesehen werden.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass sich die aus der Literatur vorgegebenen sozioökonomischen Faktoren, sowie räumlichen Gegebenheiten deutlich auf das Verhalten der Pendler und die daraus resultierende Verkehrsmittelnutzung auswirken.

Die Analyse für die Berufspendler im Kreis Heinsberg zeigt, dass nicht nur ein Zusammenhang zwischen dem Zusammenleben mit einem Kind im gemeinsamen Haushalt, sondern auch zwischen der räumliche Wohnlage, in diesem Fall der ländlichen Region und dem Besitz, sowie der Nutzung eines eigenen Pkws besteht. Zusätzlich zeigt die Analyse der Erreichbarkeit im ÖPNV, dass sich nicht nur der Faktor der Erreichbarkeit, sondern auch die damit zusammenhängenden Faktoren Zeit und Ungebrochenheit auf die letztendliche Bewertung und Nutzung eines bestimmten Verkehrsmittels auswirken.

Zudem wird deutlich, dass die Berufspendler im Projektgebiet schwerpunktmäßig mit dem Pkw zu ihrer Arbeit pendeln. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Mehrzahl in einer ländlichen Region wohnt und täglich über mehrere Kilometer zu ihrer Arbeitsstätte pendeln muss. Zusätzlich ist festzuhalten, dass die Ergebnisse dieser Untersuchung die Aussagen der Mobilitätsuntersuchung aus dem Jahr 2018 im Kreis Heinsberg (Frehn et al. 2019) und der Untersuchung MiD (Nobis und Kuhnimhof 2018) bestärken und verifizieren. Hierbei ist anzumerken, dass innerhalb eines Jahres für das gesamte Kreisgebiet keine deutlichen Veränderungen vorgenommen werden können. Zusätzlich ist es wichtig darauf hinzuweisen, dass die Ergebnisse der eigenen Umfrage auf 0,2% der Kreisbevölkerung beziehen und in der vergangenen Studie dies 0,5% waren.

Um eine Änderung im Pendlerverhalten vorzunehmen bzw. dieses von außen stärker zu beeinflussen, wären weitere Maßnahmen im ÖPNV anzudenken, die sich mehr auf die Punkte Zeit und Ungebrochenheit beziehen. Diese könnten in Form einer engeren Taktung der Fahrzeiten oder durch zusätzliche Streckenlinien verbessert werden. Dazu wären die Ergebnisse der anstehenden Diskussion zur nachhaltigen Mobilität, die am 19.03.2020 durch den Katholikenrath Heinsberg durchgeführt werden soll, mit der Aussage „Mobil sein im ländlichen Raum bedeutet für die Bürger\*innen in der Region Heinsberg: ins eigene Auto zu steigen – der schlecht ausgebaute öffentliche Nahverkehr stellt für viele keine Alternative dar“ (Katholikenrat Heinsberg et al. 2020), interessant.

Neben der Erreichbarkeit und Flexibilität sind die Kosten ebenfalls ein Faktor. Durch die Einführung eines School & Fun-Tickets möchte der Kreis Heinsberg Schüler von der Nutzung des ÖPNVs überzeugen. Diese sind die potenziellen Nahverkehrskunden von morgen und dadurch

soll eine kostengünstige Verkehrswende im Kreisgebiet geschafft werden (Gottfroh 2020). Die weitere Verfolgung der Einführung eines solchen Tickets wäre ebenfalls ein interessanter Aspekt, um Änderungen im Pendlerverhalten zu bewirken.

## Literaturverzeichnis

- Aachener Verkehrsbetriebe (2020): Opendata-Portal. Online verfügbar unter [http://opendata.avv.de/archive\\_STOPS/](http://opendata.avv.de/archive_STOPS/), zuletzt geprüft am 08.01.2020.
- AGFS (o.J.): Erlass zur Förderung kommunaler Modal-Split-Erhebungen. Arbeitsgemeinschaft fußgänger- und fahrradfreundlicher Städte, Gemeinden und Kreise in NRW. Online verfügbar unter <https://www.agfs-nrw.de/fachthemen/nahmobilitaet/modal-split-erhebung-in-nrw>, zuletzt geprüft am 18.11.2019.
- Beige, Sigrun; Axhausen, Kay W. (2008): Long-Term and Mid-Term Mobility Decisions during the life course: Experiences with a Retrospective Survey. In: *IATSS Research* 32 (2), S. 16–33. DOI: 10.1016/S0386-1112(14)60206-5.
- Beige, Sigrun; Axhausen, Kay W. (2017): The dynamics of commuting over the life course: Swiss experiences. In: *Transportation Research Part A: Policy & Practice* 104, S. 179–194. DOI: 10.1016/j.tratra.2017.01.015.
- Bezirksregierung Köln NRW (2020): ALKIS WFS-Dienst. Online verfügbar unter [https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk\\_internet/geobasis/liegenschaftskataster/alkis\\_vereinfachtes\\_shema/index.html](https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/geobasis/liegenschaftskataster/alkis_vereinfachtes_shema/index.html), zuletzt geprüft am 11.01.2020.
- Brost, Waldemar; Funke, Teresa; Lembach, Michael (2018): Räumliche Differenzierung des ÖPNV-Modalsplits zur Integration in die Standortbetrachtung für Ladeinfrastrukturen, S. 351–360. Online verfügbar unter [https://repository.corp.at/441/1/CORP2018\\_47.pdf](https://repository.corp.at/441/1/CORP2018_47.pdf), zuletzt geprüft am 23.02.2020.
- Bueno, Paola Carolina; Gomez, Juan; Peters, Jonathan R.; Vassallo, Jose Manuel (2017): Understanding the effects of transit benefits on employees' travel behavior: Evidence from the New York-New Jersey region. In: *Transportation Research Part A: Policy & Practice* 99, S. 14. DOI: 10.1016/j.tratra.2017.02.009.
- Clark, Ben; Lyons, Glenn; Chatterjee, Kiron (2016): Understanding the process that gives rise to household car ownership level changes. In: *Journal of Transport Geography* 55, S. 121. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2016.07.009.
- Dargay, Joyce; Hanly, Mark (2007): Volatility of car ownership, commuting mode and time in the UK. In: *Transportation Research Part A: Policy & Practice* 41, S. 948. DOI: 10.1016/j.tratra.2007.05.003.
- DSGVO (25.05.2018): Datenschutz-Grundverordnung, Art. 1 DSGVO - Gegenstand und Ziele. Online verfügbar unter <https://dsgvo-gesetz.de/art-1-dsgvo/>, zuletzt geprüft am 25.01.2020.
- Dennerlein, Rudolf K.-H.; Beratungsgesellschaft für Angewandte Systemforschung Augsburg (1992): Verkehrsmodelle vergleichende Bewertung ; Zwischenbericht im Auftrag des NFP 25 „Stadt und Verkehr“ und des Dienstes für Gesamtverkehrsfragen. Bern: GVF.
- Döring, Lisa. (Hg.) (2018): Mobilitätsbiografien und Mobilitätssozialisation : Eine quantitative Analyse von Sozialisations-, Alters-, Perioden- und Kohorteneffekten in Alltagsmobilität. 1st ed. 2018: Wiesbaden : Springer Fachmedien Wiesbaden : Imprint: Springer VS (Studien zur Mobilitäts- und Verkehrsforschung).
- PStG: Entwurf eines Gesetzes zur Neuregelung der Änderung des Geschlechtseintrags. Online verfügbar unter [https://www.bmjbv.de/SharedDocs/Gesetzgebungsverfahren/Dokumente/RefE\\_TSG\\_Reform.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bmjbv.de/SharedDocs/Gesetzgebungsverfahren/Dokumente/RefE_TSG_Reform.pdf?__blob=publicationFile&v=2), zuletzt geprüft am 25.01.2020.

ESRI Inc. (2020): ArcGIS Pro Network Analyst. Online verfügbar unter <https://pro.arcgis.com/de/pro-app/help/analysis/networks/what-is-network-analyst-.htm>, zuletzt geprüft am 01.02.2020.

FIS (2019): Qualitätsindikatoren des ÖPNV. Erschließungsqualität des ÖPNV. Unter Mitarbeit von Prof. Dr.-Ing. R. König. Hg. v. Forschungs-Informationssystem Mobilität und Verkehr. Online verfügbar unter <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/237226/>, zuletzt geprüft am 01.02.2020.

Frehn, Michael; Scheer, Julian; Weiß, Manuel; Pöpsel, Lukas (2019): Mobilitätsuntersuchung 2018. Kreis Heinsberg. Hg. v. Kreis Heinsberg. Planersocietät - Stadtplanung, Verkehrsplanung, Kommunikation. Dortmund. Online verfügbar unter [https://www.mobil-hs.de/fileadmin/red\\_da-teien/hs2018/Mobilitaetsuntersuchung\\_Heinsberg\\_2018\\_Endbericht.pdf](https://www.mobil-hs.de/fileadmin/red_da-teien/hs2018/Mobilitaetsuntersuchung_Heinsberg_2018_Endbericht.pdf), zuletzt geprüft am 16.11.2019.

Geofabrik GmbH (2020): Geofabrik Downloads. Download OpenStreetMap data. Online verfügbar unter <https://download.geofabrik.de/europe/germany/nordrhein-westfalen/koeln-regbez.html>, zuletzt geprüft am 01.02.2020.

Geurs, Karst T.; Montis, Andrea De; Reggiani, Aura (2015): Recent advances and applications in accessibility modelling. In: *Computers, Environment and Urban Systems* 49, S. 82–85. DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2014.09.003.

Ghimire, Ramesh; Lancelin, Colby (2019): The relationship between financial incentives provided by employers and commuters' decision to use transit: Results from the Atlanta Regional Household Travel Survey. In: *Transport Policy* 74, S. 114. DOI: 10.1016/j.tranpol.2018.11.005.

Gottfroh, Nicola (2020): Nicht alle vom School&Fun-Ticket überzeugt. In: *Rheinische Post* 2020, 24.01.2020 (20), 15C.

GTFS.org (2020): GTFS. Online verfügbar unter <https://gtfs.org/reference/static>, zuletzt geprüft am 10.02.2020.

IHK Düsseldorf (o.J.): Pendler. Pendlerbewegung auf Gemeindeebene. Unter Mitarbeit von Thomas Vieten. Online verfügbar unter <https://www.duesseldorf.ihk.de/standort/querschnittfragen/pendler-2593168>, zuletzt geprüft am 21.02.2020.

Information und Technik Nordrhein-Westfalen (14.11.2018): 52 Prozent der Erwerbstätigen pendelten 2017 in eine andere Gemeinde. Online verfügbar unter <https://www.it.nrw/nrw-52-prozent-der-erwerbstaetigen-pendelten-2017-eine-andere-gemeinde-93658>, zuletzt geprüft am 11.04.2019.

Information und Technik Nordrhein-Westfalen (24.10.2019): NRW: 2018 pendelte jede® zweite Erwerbstätige in eine andere Gemeinde. Online verfügbar unter <https://www.it.nrw/nrw-2018-pendelte-jeder-zweite-erwerbstaetige-eine-andere-gemeinde-97637>, zuletzt geprüft am 16.11.2019.

Ivan, Igor; Singleton, Alex; Horák, Jiří; Inspektor, Tomáš (2017): The Rise of Big Spatial Data: Cham : Springer International Publishing : Imprint: Springer (Lecture Notes in Geoinformation and Cartography). Online verfügbar unter <https://permalink.obvsg.at/AC12322585>.

Jaeger-Erben, Melanie (2013): Everyday life in transition: Biographical research and sustainability. In: *Methods of Sustainability Research in the Social Sciences*, S. 155–172.

Katholikenrat Heinsberg; Katholische Forum Mönchengladbach; Diözesanrat der Katholiken im Bistum Aachen (2020): Region Heinsberg macht mobil - Diskussion zur nachhaltigen Mobilität. Online verfügbar unter <https://dioezesanrat-aachen.de/aktuelles/veranstaltungen/a-event/Hueckelhoven->

[macht-mobil-Diskussion-zur-nachhaltigen-Mobilitaet/?instancedate=1584640800000](#), zuletzt geprüft am 01.02.2020.

Khodnenko, Ivan; Kudinov, Sergei; Smirnov, Egor (2018): Walking distance estimation using multi-agent simulation of pedestrian flows. In: *Procedia Computer Science* 136, S. 489–498. DOI: 10.1016/j.procs.2018.08.256.

Krampe, Stefan; Prinz, Thomas; Herbst, Stefan (2010): Erreichbarkeit und Angebotsbewertung im ÖPNV. Online verfügbar unter <https://permalink.obvsg.at/AC13157591>, zuletzt geprüft am 21.02.2020.

Kreis Heinsberg (o.J.): Kreisportrait. Kurzportrait. Hg. v. Kreis Heinsberg. Online verfügbar unter <https://www.kreis-heinsberg.de/kreisportrait/kurzportrait/>, zuletzt geprüft am 16.11.2019.

Landesdatenbank NRW (2019): Landesdatenbank NRW. Pendlerrechnung in Nordrhein-Westfalen. Hg. v. Information und Technik Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter [https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldb NRW/online/data;sid=9B66ED09A6C848ABC4872FDC2AE3CA6D.ldb2?operation=begriffsRecherche&suchanweisung\\_language=de&suchanweisung=pendlerrechnung+in+nordrhein-westfalen&x=8&y=9](https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldb NRW/online/data;sid=9B66ED09A6C848ABC4872FDC2AE3CA6D.ldb2?operation=begriffsRecherche&suchanweisung_language=de&suchanweisung=pendlerrechnung+in+nordrhein-westfalen&x=8&y=9), zuletzt geprüft am 16.11.2019.

Lange, Norbert (2013): Geoinformatik : in Theorie und Praxis. 3., vollst. überarb. u. akt. Aufl. 2013: Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg. Online verfügbar unter <https://permalink.obvsg.at/AC08987929>, zuletzt geprüft am 21.02.2020.

Lanzendorf, Martin (2003): Mobility biographies : A new perspective for understanding travel behaviour. In: *Paper presented at the 10<sup>th</sup> International Conference on Travel Behaviour Research, Lucerne, August 2003*. Online verfügbar unter <https://ci.nii.ac.jp/naid/10024449660/en/>, zuletzt geprüft am 21.02.2020.

Lanzendorf, Martin (2010): Key Events and Their Effect on Mobility Biographies: The Case of Childbirth. In: *International Journal of Sustainable Transportation* 4 (5), S. 272–292. DOI: 10.1080/15568310903145188.

Müggenburg, Hannah (Hg.) (2017): Lebensereignisse und Mobilität: Eine generationsübergreifende Untersuchung von Mobilitätsbiographien. Unter Mitarbeit von Matthias Gather, Andreas Kagermeier, Sven Kesselring, Martin Lanzendorf, Barbara Lenz und Mathias Wilde. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Mühlenbruch, Dr.-Ing. Iris (2009): Standards zur einheitlichen Modal Split-Erhebung in nordrhein-westfälischen Kommunen. Fassung 24.04.2009. Unter Mitarbeit von Michael Bläss, Andreas Demny, Steffen Geibhardt, Regina Jansen, Peter London, Andreas Meißner et al. Hg. v. P3 Agentur für Kommunikation und Mobilität und AGFS-interne Arbeitsgruppe. Online verfügbar unter [https://www.agfs-nrw.de/fileadmin/Fachthemen/Modal-Split-Erhebung/Standards\\_Modal\\_Split\\_240409.pdf](https://www.agfs-nrw.de/fileadmin/Fachthemen/Modal-Split-Erhebung/Standards_Modal_Split_240409.pdf), zuletzt geprüft am 18.11.2019.

Nobis, Claudia; Kuhnimhof, Tobias (2018): Mobilität in Deutschland - MiD Ergebnisbericht. Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15). Bonn, Berlin. Online verfügbar unter [http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017\\_Ergebnisbericht.pdf](http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf), zuletzt geprüft am 23.02.2020.

Oakil, Abu Toasin Md; Ettema, Dick; Arentze, Theo; Timmermans, Harry (2014): Changing household car ownership level and life cycle events: an action in anticipation or an action on occurrence. In: *Transportation* 41 (4), S. 889–904. DOI: 10.1007/s11116-013-9507-0.

Oakil, Abu Toasin Md; Ettema, Dick; Arentze, Theo; Timmermans, Harry (2016): Bicycle commuting in the Netherlands: An analysis of modal shift and its dependence on life cycle and mobility events. In: *International Journal of Sustainable Transportation* 10 (DOI: 10.1080/15568318.2014.905665), S. 384. DOI: 10.1080/15568318.2014.905665.

Pendleratlas NRW (2019): Pendleratlas NRW. Hg. v. Information und Technik Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter <https://www.pendleratlas.nrw.de/>, zuletzt geprüft am 16.11.2019.

Porst, Rolf (Hg.) (2014): Fragebogen: Ein Arbeitsbuch. Unter Mitarbeit von Heinz Sahner, Michael Bayer und Reinhold Sackmann. 4., erweiterte Aufl. 2014. Korr. Nachdruck 2013. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Prillwitz, Jan; Harms, Sylvia; Lanzendorf, Martin (2006): Impact of life-course events on car ownership. In: *Transportation Research Record* 1985, S. 77. DOI: 10.3141/1985-08.

Prinz, Thomas; Dollinger, Franz; Herbst, Stefan (2007): EuRegionale Raumindikatoren für die grenzübergreifende Infrastrukturplanung. In: *Angewandte Geoinformatik* 2007, S. 583–588. Online verfügbar unter <https://permalink.obvsg.at/AC06034307>, zuletzt geprüft am 23.02.2020.

Prinz, Thomas; Dollinger, Franz; Herbst, Stefan; Spitzer, Wolfgang (2010): EuRegionale Raumanalyse–ÖPNV Planungsgrundlagen für eine Stadtregion der kurzen Wege in der Europaregion Salzburg. In: *Angewandte Geoinformatik* 2010, S. 533–538. Online verfügbar unter <https://permalink.obvsg.at/AC08206505>, zuletzt geprüft am 23.02.2020.

Rau, Henrike; Manton, Richard (2016): Life events and mobility milestones: Advances in mobility biography theory and research. In: *Journal of Transport Geography* 52, S. 51–60. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2016.02.010.

rOpenSci (2020a): OpenTripPlanner. Advanced Features. Online verfügbar unter [https://docs.ro-pensci.org/opentripplanner/articles/advanced\\_features.html](https://docs.ro-pensci.org/opentripplanner/articles/advanced_features.html), zuletzt geprüft am 10.02.2020.

rOpenSci (2020b): OpenTripPlanner. getting started. Online verfügbar unter <https://docs.ro-pensci.org/opentripplanner/articles/opentripplanner.html>, zuletzt geprüft am 10.02.2020.

rOpenSci (2020c): OpenTripPlanner. Prerequisites. Online verfügbar unter <https://docs.ro-pensci.org/opentripplanner/articles/prerequisites.html>, zuletzt geprüft am 10.02.2020.

Schäfer, Martina; Jaeger-Erben, Melanie; Bamberg, Sebastian (2012): Life Events as Windows of Opportunity for Changing Towards Sustainable Consumption Patterns? In: *Journal of Consumer Policy* 35 (1), S. 65–84. DOI: 10.1007/s10603-011-9181-6.

Scheiner, Joachim (2014): Gendered key events in the life course: effects on changes in travel mode choice over time. In: *Journal of Transport Geography* 37, S. 47–60. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2014.04.007.

Scheiner, Joachim; Holz-Rau, Christian (2013a): A comprehensive study of life course, cohort, and period effects on changes in travel mode use. In: *Transportation Research Part A: Policy & Practice* 47, S. 167–181. DOI: 10.1016/j.tra.2012.10.019.

Scheiner, Joachim.; Holz-Rau, Christian. (2015): Räumliche Mobilität und Lebenslauf : Studien zu Mobilitätsbiografien und Mobilitätssozialisation. 1st ed. 2015: Wiesbaden : Springer Fachmedien Wiesbaden : Imprint: Springer VS (Studien zur Mobilitäts- und Verkehrsforschung).

Schneider, Norbert F.; Ruppenthal, Silvia; Lück, Detlev (2009): Beruf, Mobilität und Familie. In: *Zukunft der Familie. Prognosen und Szenarien. Opladen*, S. 111–136.

Schoenduwe, Robert; Mueller, Michel G.; Peters, Anja; Lanzendorf, Martin (2015): Analysing mobility biographies with the life course calendar: a retrospective survey methodology for longitudinal data collection. In: *Journal of Transport Geography* 42, S. 98–109. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2014.12.001.

Stock, Wilfried; Bernecker, Tobias (2014): Verkehrsökonomie : Eine volkswirtschaftlich-empirische Einführung in die Verkehrswissenschaft. 2., vollst. überarb. Aufl. 2014. Hg. v. Tobias Bernecker: Wiesbaden : Springer Fachmedien Wiesbaden. Online verfügbar unter <https://perma-link.obvsg.at/AC09000811>.

The R Foundation (o.J.): What is R? Online verfügbar unter <https://www.r-project.org/about.html>, zuletzt geprüft am 26.01.2020.

Thielsch, Meinold T.; Weltzin, Simone (2012): Online-Umfragen und Online-Mitarbeiterbefragungen. Hg. v. Universität Münster. Online verfügbar unter [http://www.thielsch.org/download/wirtschaftspsychologie/Thielsch\\_2012.pdf](http://www.thielsch.org/download/wirtschaftspsychologie/Thielsch_2012.pdf), zuletzt geprüft am 01.02.2020.

Tully, Claus; Baier, Dirk (2018): Mobilitätssozialisation. In: Oliver Schwedes (Hg.): Verkehrspolitik: Eine interdisziplinäre Einführung. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 225–241.

Tully, Claus J.; Baier, Dirk (2011): Mobilitätssozialisation. In: Oliver Schwedes (Hg.): Verkehrspolitik: Eine interdisziplinäre Einführung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 195–211. Online verfügbar unter [https://doi.org/10.1007/978-3-531-92843-2\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-531-92843-2_10).

Urban, Dieter; Mayerl, Jochen (2018): Angewandte Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Praxis. Unter Mitarbeit von Heinz Sahner, Michael Bayer und Reinhold Sackmann. 5., überarbeitete Aufl. 2018. Wiesbaden: Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

WestVerkehr GmbH (2020): MultiBus - Bei Anruf Bus. Online verfügbar unter <https://www.west-verkehr.de/index.php/de/ihr-bus/multibus>, zuletzt geprüft am 31.01.2020.



## Anhang

### Anhang I

Auflistung der einzelnen Buslinien im Kreisgebiet Heinsberg (Aachener Verkehrsbetriebe 2020)

<b>Buslinien im Kreis Heinsberg</b>		
<b>Buslinie</b>	<b>Von</b>	<b>Nach</b>
401	Heinsberg	Erkelenz
402	Heinsberg	Erkelenz
403	Heinsberg	Heinsberg
404	Wassenberg	Kempen
405	Erkelenz	Wassenberg
406	Erkelenz	Kleingladbach
407	Geilenkirchen	Erkelenz
408	Erkelenz	Niederkrüchten
409	Ratheim	Hückelhoven
410	Geilenkirchen	Heinsberg
411	Wegberg	Rath-Anhoven
412	Erkelenz	Wegberg
413	Wegberg	Heinsberg
418	Erkelenz	Niederkrüchten
423	Stahe	Birgden
430	Übach-Palenberg	Herzogenrath
431	Geilenkirchen	Baesweiler
433	Übach-Palenberg	Alsdorf
434	Geilenkirchen	Höngen
435	Geilenkirchen	Höngen
436	Selfkant	Heinsberg
437	Geilenkirchen	Höngen
439	Millen	Süsterseel
472	Gangelt	Heinsberg
474	Gangelt	Heinsberg
475	Heinsberg	Waldfeucht
491	Geilenkirchen	Übach-Palenberg
492	Hückelhoven	Heinsberg
493	Heinsberg	Heinsberg
497	Übach-Palenberg	Scherpenseel
EK1	Erkelenz	Erkelenz
EK2	Erkelenz	Katzem
EK3	Erkelenz	Erkelenz
EK4	Erkelenz	Erkelenz
GK1	Geilenkirchen	Loherhof
GK2	Geilenkirchen	Tripsrath
HÜ1	Rurich	Kleingladbach
SB1	Erkelenz	Übach-Palenberg
SB3	Geilenkirchen	Sittard (NL)
SB81	Erkelenz	Mönchengladbach
ÜP1	Boscheln	Frelenberg

**LimeSurvey**

0%

## Berufspendleranalyse im Kreis Heinsberg 2019

*Liebet/r\* Teilnehmer/In/*,  
mein Name ist Sarah Steffens und ich verfasse zurzeit meine Masterarbeit, in der ich eine Berufspendleranalyse im Kreis Heinsberg durchführe. Dazu würde ich von Ihnen gerne mehr zu Ihrer Mobilität und Ihrem täglichen Weg zur Arbeit erfahren.

Ich selber lebe ebenfalls im Kreis Heinsberg und pendle am Tag mehrere Kilometer zu meiner Arbeitsstätte. Aus diesem Grund interessiere ich mich sehr für das Verhalten der Berufspendler im Kreisgebiet.

Dieser Fragebogen umfasst 25 Multiple-Choice-Fragen. Bitte markieren Sie die Antwort bzw. mehrere Antworten, die auf Sie zutreffen mit einem Kreuzchen.

Die Bearbeitungsdauer dieser Umfrage beträgt etwa 5-10 Minuten. Die "Pflicht"-Fragen sind mit einem roten \* gekennzeichnet. Die Beantwortung der optionalen Fragen ist Ihnen freigestellt.

Für den Erfolg der Studie wäre es jedoch wichtig, dass Sie den Fragebogen vollständig ausfüllen und keine der Fragen auslassen.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme.

Sarah Steffens

In dieser Umfrage sind 25 Fragen enthalten.

**Dies ist eine anonyme Umfrage.**

In den Umfrageantworten werden keine persönlichen Informationen über Sie gespeichert, es sei denn, in einer Frage wird explizit danach gefragt.

Wenn Sie für diese Umfrage einen Zugangsschlüssel benutzt haben, so können Sie sicher sein, dass der Zugangsschlüssel nicht zusammen mit den Daten abgespeichert wurde. Er wird in einer getrennten Datenbank aufbewahrt und nur aktualisiert, um zu speichern, ob Sie diese Umfrage abgeschlossen haben oder nicht. Es gibt keinen Weg, die Zugangsschlüssel mit den Umfrageergebnissen zusammenzuführen.

## Fragen zu Ihrer Mobilität

\* 1 Wie zufrieden sind Sie mit Ihrem momentanen Verkehrsmittel, das Sie zur alltäglichen Fahrt zu Ihrem Arbeits-/Ausbildungs- oder Schulort nutzen?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- sehr zufrieden
- zufrieden
- weniger zufrieden
- unzufrieden

Weiter

## Fragen zu Ihrer Mobilität

\* 2 Welches Verkehrsmittel nutzen Sie hauptsächlich, um zu Ihrem Arbeits-/Ausbildungs- oder Schulort zu gelangen?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- Pkw
- Motorrad / Roller / Mofa
- Fahrrad
- E-Bike/Pedelec
- ÖPNV (Bus/Bahn)
- zu Fuß

Weiter

## Fragen zu Ihrer Mobilität

\* 3 Besitzen Sie einen Pkw-Führerschein?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ja
- nein

Weiter

## Fragen zu Ihrer Mobilität

\* 4 Besitzen Sie einen eigenen Pkw?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ja
- nein

Weiter

## Fragen zu Ihrer Mobilität

\* 5 Wenn ja, wie oft steht Ihnen der Pkw zur Verfügung?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- immer
- zeitweise
- nie

Weiter

## Fragen zu Ihrer Mobilität

\* 6 Besitzen Sie eine Zeitkarte für den ÖPNV (Bus/Bahn)?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ja
- nein

Weiter

## Fragen zu Ihrer Mobilität

7 Wenn ja, welche Art von Zeitkarte besitzen Sie für den ÖPNV (Bus/Bahn)?

Bitte wählen Sie die zutreffenden Antworten aus:

- Wochenkarte (auch im ABO)
- Monatskarte (auch im ABO)
- Jahreskarte (auch im ABO)
- Semesterticket (Studium)
- Jobticket
- Freifahrt durch Schwerbehindertenausweis
- Sonstiges:

Hier sind mehrere Antworten möglich.

## Fragen zu Ihrer Mobilität

\* 8 Erhalten Sie durch Ihren Arbeitgeber/Bildungseinrichtung finanzielle Anreize?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ja
- nein

Zum Beispiel durch Übernahme der Kosten des Zeittickets für den ÖPNV (Bus/Bahn) oder die Bereitstellung eines Dienstwagens

Weiter

## Fragen zu Ihrer Mobilität

9 Wenn ja, wodurch unterstützt Ihr Arbeitgeber / Ihre Bildungseinrichtung Sie?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- Jobticket (komplette Übernahme der Kosten)
- Zuschuss zur Zeitkarte im ÖPNV (Bus/Bahn)
- Semesterticket
- Dienstwagen (auch zur persönlichen Nutzung)
- kostenlose Parkplätze
- Sonstiges:
- Keine Antwort

Weiter

## Fragen zu Ihrer Mobilität

\* 10 Wie bewerten Sie die Erreichbarkeit Ihres Arbeits-/Ausbildungs- oder Schulortes durch die folgenden Verkehrsmittel?

(Bitte geben Sie für jedes Verkehrsmittel eine Bewertung zwischen 1 und 6 ab, unabhängig ob Sie dieses Verkehrsmittel nutzen oder nicht. (1 steht für "sehr gut" und 6 steht für "ungenügend"))

	1	2	3	4	5	6
Pkw	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Motorrad / Roller / Mofa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fahrrad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
E-Bike / Pedelec	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ÖPNV (Bus/Bahn)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
zu Fuß	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Weiter

## Fragen zu Ihrer Mobilität

\* 11 Wie viele Meter/Kilometer ist die nächste Bushaltestelle ungefähr von Ihrem Haushalt entfernt?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- 0 bis unter 500m
- 500m bis unter 1km
- 1km bis unter 2km
- 2km und mehr

Weiter

## Demographische Fragen

\* 12 In welcher Stadt/Gemeinde im Kreis Heinsberg wohnen Sie?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- Erkelenz
- Gangelt
- Geilenkirchen
- Heinsberg
- Hückelhoven
- Selfkant
- Übach-Palenberg
- Waldfeucht
- Wassenberg
- Wegberg

## Demographische Fragen

\* 13 Wohnen Sie eher in der Innenstadt oder eher am Stadtrand bzw. im ländlichen Raum?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- Innenstadt
- Stadtrand / ländlicher Raum

Weiter

## Demographische Fragen

\* 14 In welcher Stadt/Gemeinde befindet sich Ihr Arbeits-/Ausbildungs- oder Schulort?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- Erkelenz
- Gangelt
- Geilenkirchen
- Heinsberg
- Hückelhoven
- Selkant
- Übach-Palenberg
- Waldfeucht
- Wassenberg
- Wegberg
- Städteregion Aachen
- Mönchengladbach
- Düsseldorf
- Köln
- Kreis Düren
- Kreis Viersen
- Rhein-Kreis Neuss
- Rhein-Erft-Kreis
- Krefeld
- Kreis Mettmann
- Niederlande
- Sonstiges:

## Demographische Fragen

\* 15 Wenn Sie mit dem ÖPNV (Bus/Bahn) zum Arbeits-/Ausbildungs- oder Schulort gelangen würden, müssten Sie ein oder mehrmals umsteigen?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ja
- nein
- keine Angabe

Weiter



## Demographische Fragen

\* 16 Wie lange dauert ungefähr Ihre tägliche Anfahrt zum Arbeits-/Ausbildungs- oder Schulort?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- unter 30 Minuten
- 30 Minuten bis unter 1 Stunde
- 1 Stunde bis unter 1 Stunde 30 Minuten
- 1 Stunde 30 Minuten bis unter 2 Stunden
- 2 Stunden und mehr

Weiter

## Demographische Fragen

\* 17 Wie weit ist Ihr Arbeits-/Ausbildungs- oder Schulort ungefähr von Ihrem Wohnort entfernt?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- 5km bis unter 10km
- 10km bis unter 30km
- 30km bis unter 50km
- 50km bis unter 100km
- 100km bis unter 150km
- 150km und mehr

Weiter

## Demographische Fragen

\* 18 Welcher Altersgruppe gehören Sie an?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- unter 18 Jahre
- 18 Jahre bis unter 25 Jahre
- 25 Jahre bis unter 35 Jahre
- 35 Jahre bis unter 45 Jahre
- 45 Jahre bis unter 55 Jahre
- 55 Jahre bis unter 65 Jahre
- 65 Jahre und mehr

Weiter

## Demographische Fragen

\* 19 Geschlecht:

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- männlich
- weiblich
- divers

Weiter

## Demographische Fragen

\* 20 Leben Kinder mit Ihnen im gemeinsamen Haushalt zusammen?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ja
- nein

Weiter

## Demographische Fragen

21 Wenn ja, sind (Ihre) Kinder bereits volljährig?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ja
- nein
- unterschiedlich
- Keine Antwort

Weiter

## Demographische Fragen

★ 22 Bitte nennen Sie Ihre hauptsächliche Tätigkeit:

📌 Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- vollzeit berufstätig
- teilzeit berufstätig
- vorübergehend freigestellt (Mutterschutz / Elternzeit)
- Auszubildender
- Student
- Schüler
- Hausfrau/-mann
- arbeitssuchend/Kurzarbeit
- Sonstiges:

Weiter

## Demographische Fragen

23 Bitte nennen Sie Ihren höchsten Bildungsabschluss:

📌 Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- Kein Schulabschluss
- Hauptschulabschluss
- Realschule (Mittlere Reife)
- Fachhochschulreife
- Gymnasium (Abitur)
- Abgeschlossene Ausbildung
- Fachhochschulabschluss
- Hochschulabschluss
- Keine Antwort

Weiter

## Demographische Fragen

24 Bitte nennen Sie Ihr monatliches Netto-Einkommen:

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- unter 1000€
- 1000€ bis unter 1500€
- 1500€ bis unter 2000€
- 2000€ bis unter 2500€
- 2500€ bis unter 3000€
- 3000€ und mehr
- Keine Antwort

Weiter

## Demographische Fragen

25 Wie sind Sie auf diese Umfrage aufmerksam geworden?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- Social Media (Facebook/Instagram)
- Freunde / Bekannte
- Aushang
- von der Studentin selbst
- Sonstiges:
- Keine Antwort

Absenden



Vielen Dank für Ihre erfolgreiche Teilnahme an der Umfrage "Berufspendleranalyse im Kreis Heinsberg 2019"!

## Anhang III

Die Ergebnisse der Umfrage sind aus Datenschutzgründen für den gesamten Kreis Heinsberg zusammengefasst.

Ergebnisse der Umfrage:

<b>Antworten</b>	<b>Anzahl_der_Antworten*</b>
Frage_1:Sehr zufrieden	251
Frage_1:Zufrieden	202
Frage_1:Weniger zufrieden	50
Frage_1:Unzufrieden	8
Frage_2:Zu Fuß	11
Frage_2:Fahrrad	30
Frage_2:E-Bike	7
Frage_2:Motorrad	-
Frage_2:ÖPNV	28
Frage_2:Pkw	433
Frage_3:Ja	504
Frage_3:Nein	7
Frage_4:Ja	494
Frage_4:Nein	17
Frage_5:Immer	480
Frage_5:Zeitweise	14
Frage_5:Nie	-
Frage_6:Ja	40
Frage_6:Nein	471
Frage_7:Wochenkarte	-
Frage_7:Monatskarte	10
Frage_7:Jahreskarte	-
Frage_7:Semesterticket	21
Frage_7:Jobticket	-
Frage_7:Freifahrt	-
Frage_7:Sonstiges	-
Frage_8:Ja	78
Frage_8:Nein	435
Frage_9:Dienstwagen	13
Frage_9:Zuschuss_ÖPNV	11
Frage_9:Kostenlose_Parkplätze	20
Frage_9:Jobticket	-
Frage_9:Semesterticket	-
Frage_9:Sonstiges	18
Frage_9:Keine Antwort	-
Frage_10:PKW:1	378
Frage_10:PKW:2	82
Frage_10:PKW:3	27
Frage_10:PKW:4	9
Frage_10:PKW:5	-
Frage_10:PKW:6	-
Frage_10:Motorrad:1	238
Frage_10:Motorrad:2	102
Frage_10:Motorrad:3	68
Frage_10:Motorrad:4	25
Frage_10:Motorrad:5	28
Frage_10:Motorrad:6	50
Frage_10:Fahrrad:1	128
Frage_10:Fahrrad:2	48

Frage_10:Fahrrad:3	72
Frage_10:Fahrrad:4	55
Frage_10:Fahrrad:5	57
Frage_10:Fahrrad:6	151
Frage_10:E-Bike:1	132
Frage_10:E-Bike:2	62
Frage_10:E-Bike:3	81
Frage_10:E-Bike:4	58
Frage_10:E-Bike:5	51
Frage_10:E-Bike:6	127
Frage_10:ÖPNV:1	39
Frage_10:ÖPNV:2	58
Frage_10:ÖPNV:3	87
Frage_10:ÖPNV:4	98
Frage_10:ÖPNV:5	116
Frage_10:ÖPNV:6	113
Frage_10:zuFuß:1	56
Frage_10:zuFuß:2	23
Frage_10:zuFuß:3	23
Frage_10:zuFuß:4	22
Frage_10:zuFuß:5	44
Frage_10:zuFuß:6	343
Frage_11:0-500m	312
Frage_11:500m-1km	147
Frage_11:1km-2km	33
Frage_11:2km-mehr	19
Frage_12:Erkelenz	78
Frage_12:Gangelt	22
Frage_12:Geilenkirchen	44
Frage_12:Heinsberg	133
Frage_12:Hückelhoven	111
Frage_12:Selfkant	18
Frage_12:Übach-Palenberg	15
Frage_12:Waldfeucht	40
Frage_12:Wassenberg	30
Frage_12:Wegberg	20
Frage_13:Stadtrand/ländlich	430
Frage_13:Innenstadt	81
Frage_14	-
Frage_15:Ja	324
Frage_15:Nein	137
Frage_15:Keine Angabe	50
Frage_16:u30	342
Frage_16:30-u1	108
Frage_16:1-u1_30	40
Frage_16:1_30-u2	16
Frage_16:2-mehr	-
Frage_17:5-u10	175
Frage_17:10-u30	210
Frage_17:30-u50	63

Frage_17:50-u100		57
Frage_17:100-u150	-	
Frage_17:150-mehr	-	
Frage_18:U18	-	
Frage_18:18-U25		55
Frage_18:25-U35		141
Frage_18:35-U45		110
Frage_18:45-U55		107
Frage_18:55-U65		94
Frage_18:65-mehr	-	
Frage_19:Männlich		231
Frage_19:Weiblich		280
Frage_19:Divers	-	
Frage_20:Ja		209
Frage_20:Nein		302
Frage_21:Ja		41
Frage_21:Nein		140
Frage_21:Unterschiedlich		23
Frage_21:Keine Antwort	-	
Frage_22:Vollzeit		368
Frage_22:Teilzeit		101
Frage_22:Freigestellt	-	
Frage_22:Auszubildender		19
Frage_22:Student		12
Frage_22:Schüler	-	
Frage_22:Hausfrau/-mann	-	
Frage_22:Arbeitsuchend	-	
Frage_22:Sonstiges	-	
Frage_23:Hauptschulabschluss		12
Frage_23:Realschule		56
Frage_23:Gymnasium		51
Frage_23:Fachhochschulreife		47
Frage_23:Fachhochschulabschluss		101
Frage_23:Hochschulabschluss		94
Frage_23:Abgeschlossene_Ausbildung		143
Frage_23:Keine_Antwort		7
Frage_24:U1000		42
Frage_24:1000-U1500		46
Frage_24:1500-U2000		104
Frage_24:2000-U2500		106
Frage_24:2500-U3000		60
Frage_24:3000-mehr		91
Frage_24:Keine_Antwort		62
Frage_25:Studentin_selbst		71
Frage_25:Social_Media		118
Frage_25:Freunde/Bekannte		135
Frage_25:Aushang		20
Frage_25:Sonstiges		122
Frage_25:Keine_Antwort		45
*Antwortanzahlen unter 7 Antworten wurden unkenntlich gemacht		

## Anhang IV

### Erläuterungen zum Datenschutz der Umfrage

*Im Rahmen der Abschlussarbeit "Berufspendleranalyse im Kreis Heinsberg 2019 - Verhaltensanalyse aufgrund sozioökonomischer Faktoren und räumlicher Gegebenheiten" des berufsbegleitenden Studiums "Master of Science - Geographical Information Science and Systems" am Interfakultären Fachbereich Geoinformatik "Z\_GIS" der Paris-Lodron-Universität Salzburg, soll das Verhalten der Berufspendler im Kreis Heinsberg untersucht werden. Zur Untersuchung des Verhaltens wird eine Online-Umfrage durchgeführt um demographische Informationen und Daten zur Mobilität zu erheben.*

*Der Aufbau der Datenerhebung lehnt sich an die nordrhein-westfälischen Standards der Modal-Split-Erhebung mit der Fassung vom 24.04.2009 an.*

*Die Umfrage wird mit dem Online-Umfragetool "LimeSurvey" durchgeführt, welches auf den Universitäts-eigenen Servern bereitgestellt wird.*

*Insgesamt wird die Umfrage in einem Zeitraum vom 25.11.2019 bis 08.12.2019 durchgeführt.*

*In jedem Fall gilt:*

***Ihre Teilnahme an der Untersuchung ist freiwillig.*** Durch die Nichtteilnahme entstehen für Sie keine Nachteile.

***Ihre Teilnahme an der Umfrage ist anonym.*** Es werden keine personenbezogene Einzeldaten erfasst, die aufgrund bestimmter Merkmale direkt oder indirekt einen Rückschluss auf Ihre Person zulassen.

*Antwortmöglichkeiten sind so aufgebaut, dass Ihre Antworten lediglich zu Antwortkategorien bzw. Auswertungskategorien zugeordnet werden.*

*Demnach werden die Ergebnisse der einzelnen Fragen ausschließlich anonym und in Kategorien zusammengefasst dargestellt.*

***Ihre Antworten werden nach Beendigung der Studie gelöscht.*** Nach Auswertung der Ergebnisse und Fertigstellung der Abschlussarbeit, werden die erhobenen Daten der Umfrage gelöscht.

*Bei weiteren Fragen können Sie sich gerne an mich wenden.*

*Sarah Steffens: [sarah.steffens@stud.sbg.ac.at](mailto:sarah.steffens@stud.sbg.ac.at)*



## Anhang V

### Skript OpenTripPlanner

```
#Skript für die Nutzung des Opentripplanners
#Datum: 10.02.2020
#Installieren und laden der einzelnen Packages
install.packages("opentripplanner")
library(opentripplanner)
install.packages("tidyverse")
library(tidyverse)
install.packages("tmap")
library(tmap)
install.packages("sf")
library(sf)

#Ordnerstrukturpfad wird angegeben
path_data <- file.path("C:/Users/sarah/Masterthesis", "OTP")

#Ordnerstruktur wird erstellt
dir.create(path_data)

#die für das Tool benötigte Java-Datei wird heruntergeladen und im Zielordner abgelegt
path_otp <- otp_dl_jar(path_data)

#Ein Graph wird erstellt, dieser Graph beinhaltet den räumlichen Datenrahmen
#In der Ordnerstruktur sind die OSM-Straßendaten und die GTFS-Daten abgelegt.
#Daraus wird nun ein Graph erstellt.
log1 <- otp_build_graph(otp = path_otp, dir = path_data)

#Um den Opentripplanner nutzen zu können, muss ein Netzwerk zur Verfügung gestellt werden.
#Der der Localhost mit der Standardeinstellung port=8080 schon belegt ist, wird auf die Alternativen
#zurückgegriffen
log2 <- otp_setup(otp = path_otp, dir = path_data, port=8801, securePort = 8802)

#Im Anschluss wird eine Verbindung zum Netzwerk hergestellt, die den Graph beinhaltet.
otpcon <- otp_connect(hostname = "localhost",
                      router = "default",
                      port = 8801)

#Die Routen für das jeweilige Verkehrsmittel werden berechnet:
#Route Hückelhoven bis Aachen
route_HU_AC_OEPNV <- otp_plan(otpcon,
                             fromPlace = c(6.227382, 51.048416),
                             toPlace = c(6.079534, 50.778213),
                             mode = c("WALK", "TRANSIT"),
                             date_time = as.POSIXct(strptime("07:30", "%H:%M")))

route_HU_AC_PKW <- otp_plan(otpcon,
                             fromPlace = c(6.227382, 51.048416),
                             toPlace = c(6.079534, 50.778213),
                             mode = c("CAR"),
                             date_time = as.POSIXct(strptime("07:30", "%H:%M")))

#Route Erkelenz bis Heinsberg
route_ERK_HS_OEPNV <- otp_plan(otpcon,
                             fromPlace = c(6.314474, 51.076052),
                             toPlace = c(6.098160, 51.064484),
                             mode = c("WALK", "TRANSIT"),
                             date_time = as.POSIXct(strptime("07:30", "%H:%M")))

route_ERK_HS_PKW <- otp_plan(otpcon,
                             fromPlace = c(6.314474, 51.076052),
                             toPlace = c(6.098160, 51.064484),
                             mode = c("CAR"),
                             date_time = as.POSIXct(strptime("07:30", "%H:%M")))

#Route Walfeucht bis Aachen
route_WF_AC_OEPNV <- otp_plan(otpcon,
                             fromPlace = c(5.990476, 51.065082),
                             toPlace = c(6.079534, 50.778213),
                             mode = c("WALK", "TRANSIT"),
                             date_time = as.POSIXct(strptime("07:30", "%H:%M")))

route_WF_AC_PKW <- otp_plan(otpcon,
                             fromPlace = c(5.990476, 51.065082),
                             toPlace = c(6.079534, 50.778213),
                             mode = c("CAR"),
                             date_time = as.POSIXct(strptime("07:30", "%H:%M")))
```

```

#Als Ergebnis für die Nutzung des ÖPNV werden drei Routen zur Verfügung gestellt.
#Lediglich die schnellste Route wird im Vergleich berücksichtigt.
#Extrahieren der schnellsten Route
route_HU_AC_OEPNV <- route_HU_AC_OEPNV[c(1:5),]
route_WF_AC_OEPNV <- route_WF_AC_OEPNV[c(1:5),]
route_ERK_HS_OEPNV <- route_ERK_HS_OEPNV[c(1:3),]

#jeweilige Route in Kartendarstellung anzeigen
tmap_mode("view")
qtm(sf::st_zm(route_HU_AC_OEPNV), basemaps = "OpenStreetMap", lines.col = "green", lines.lwd = 3.5)
qtm(sf::st_zm(route_HU_AC_PKW), basemaps = "OpenStreetMap", lines.col = "yellow", lines.lwd = 3.5)
qtm(sf::st_zm(route_WF_AC_OEPNV), basemaps = "OpenStreetMap", lines.col = "green", lines.lwd = 3.5)
qtm(sf::st_zm(route_WF_AC_PKW), basemaps = "OpenStreetMap", lines.col = "yellow", lines.lwd = 3.5)
qtm(sf::st_zm(route_ERK_HS_OEPNV), basemaps = "OpenStreetMap", lines.col = "green", lines.lwd = 3.5)
qtm(sf::st_zm(route_ERK_HS_PKW), basemaps = "OpenStreetMap", lines.col = "yellow", lines.lwd = 3.5)

#Tabellen zusammenfügen
OEPNV <- rbind(route_HU_AC_OEPNV, route_WF_AC_OEPNV, route_ERK_HS_OEPNV)
PKW <- rbind(route_HU_AC_PKW, route_WF_AC_PKW, route_ERK_HS_PKW)

#Tabellen abspeichern
write.table(OEPNV, "C:/Users/sarah/Masterthesis/OEPNV.csv")
write.table(PKW, "C:/Users/sarah/Masterthesis/PKW.csv")

#Beenden der Netzwerkkumgebung des Opentripplanners
otp_stop()

```

## Anhang VI

### Skript zur Berechnung des Korrelationskoeffizienten

```
#Skript zur Berechnung des Korrelationskoeffizienten
#Datum: 15.02.2020
#Installieren der benötigten Packages
if(!require("moments")) install.packages("moments")
library("moments")
if(!require("maptools")) install.packages("maptools")
library("maptools")
if(!require("plotrix")) install.packages("plotrix")
library("plotrix")
if(!require("corrplot")) install.packages("corrplot")
library("corrplot")
if(!require("GGally")) install.packages("GGally")
library("GGally")

#Einlesen der Tabelle
Daten_nach_Kommunen <-
read.csv2("C:/Users/sarah/Desktop/UniGIS/Masterthesis/Auswertung/Auswertung/KreisHeinsberg_2.csv")

#Datenangaben aufbereiten
Daten_nach_Kommunen <- Daten_nach_Kommunen[1:10,c(6,81,128)]
colnames(Daten_nach_Kommunen)[1] <- "PKW"
colnames(Daten_nach_Kommunen)[2] <- "LAENDLICH"
colnames(Daten_nach_Kommunen)[3] <- "KINDER"
PKW <- as.numeric(Daten_nach_Kommunen$PKW)
LAENDLICH <- as.numeric(Daten_nach_Kommunen$LAENDLICH)
KINDER <- as.numeric(Daten_nach_Kommunen$KINDER)

#Berechnung des Korrelationskoeffizienten
cor(LAENDLICH, PKW, method="pearson")
cor(KINDER, PKW, method="pearson")
Korrelationstabelle <- cor(Daten_nach_Kommunen, method = 'pearson')
Korrelationstabelle <- round(Korrelationstabelle,2)

#Erstellung des Korrelationsplot
ggcorr(Daten_nach_Kommunen)
#Erstellen der Gegenüberstellung als Korrelationsplot
ggpairs(Daten_nach_Kommunen)
```