



Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Professur für Ökonometrie und Statistik

## Masterarbeit

# *Mobilitätsverhalten potentieller Radfahrer in Dresden - Eine empirische Analyse*

Rico Manteufel

Studienrichtung: Verkehrswirtschaft

Matrikelnummer: 3571139

Geburtsdatum: 14.06.1990

**Betreuer:**

*Dipl.-Verk.wirtsch. Stefanie Lösch*

**Verantwortlicher Hochschullehrer:**

*Prof. Dr. Ostap Okhrin*

Dresden, den 15.09.2015



# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	i
Abkürzungsverzeichnis.....	iii
1. Einleitung.....	1
2. Theoretischer Teil.....	4
2.1 Diskriminanzanalyse.....	4
2.1.1 Umsetzung im Zweigruppenfall.....	6
2.1.2 Umsetzung im Mehrgruppenfall.....	8
2.1.3 Güteprüfung.....	9
2.2 Datensatz.....	12
2.3 Literaturrecherche.....	15
3. Praktischer Teil.....	23
3.1 Deskriptive Analyse.....	24
3.1.1 Auswertung auf Personenebene.....	25
3.1.2 Auswertung auf Wegeebe.....	33
3.2 Diskriminanzanalyse.....	40
3.2.1 Anwendung auf Personenebene.....	40
3.2.2 Anwendung auf Wegeebe.....	48
4. Fazit.....	54
5. Kritische Würdigung.....	58
6. Ausblick.....	61
Literaturverzeichnis.....	I



# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Diskriminanzachse	7
Abbildung 2: Diskriminanzraum im Dreigruppenfall	8
Abbildung 3: Dresdner Infrastruktur & Pendler (Ausschnitt)	15
Abbildung 4: Dresdner Mobilitätskennwerte (Ausschnitt)	16
Abbildung 5: Verkehrsmittelwahl nach Entfernungsklassen	17
Abbildung 6: Verkehrsmittelwahl nach Wegezweck	17
Abbildung 7: Altersklassenverteilung	25
Abbildung 8: Alter	25
Abbildung 9: Schulausbildung	26
Abbildung 10: Berufsausbildung	26
Abbildung 11: Erwerbstätigkeit	27
Abbildung 12: Erwerbsklassen (Auswahl)	27
Abbildung 13: (gültige) Wege	28
Abbildung 14: Verkehrsleistung	28
Abbildung 15: Verfügbarkeiten von Rad, Pkw & ÖPV	29
Abbildung 16: Nutzungshäufigkeit von Rad, Pkw & ÖPV	30
Abbildung 17: ÖPV-Anbindung	31
Abbildung 18: Pro-Kopf-Einkommen	31
Abbildung 19: Pkw pro Person	32
Abbildung 20: Fahrräder pro Person	32
Abbildung 21: Modal-Split	33
Abbildung 22: Wegbeginn der Verkehrsmittel	34
Abbildung 23: Wegezweck nach Verkehrsmittel	35
Abbildung 24: Modal-Split nach Wegezweck	36
Abbildung 25: Weglänge Fuß	37
Abbildung 26: Weglänge MIV	37
Abbildung 27: Weglänge Rad	37
Abbildung 28: Weglänge ÖPV	37
Abbildung 29: Wedauer Fuß	38
Abbildung 30: Wedauer MIV	38

Abbildung 31: Wegedauer Rad	38
Abbildung 32: Wegedauer ÖPV	38
Abbildung 33: Geschwindigkeit Fuß	39
Abbildung 34: Geschwindigkeit MIV	39
Abbildung 35: Geschwindigkeit Rad	39
Abbildung 36: Geschwindigkeit ÖPV	39
Abbildung 37: Ausprägungen der Merkmalsvariablen	41
Abbildung 38: Gruppenmittelwerte	42
Abbildung 39: Relevanz der Diskriminanzfunktionen	42
Abbildung 40: Trennkraft der Variablen	43
Abbildung 41: Gruppencentroide 1	44
Abbildung 42: Gruppencentroide 2	44
Abbildung 43: Klassifikation (ungewichtet)	44
Abbildung 44: Klassifikation (gewichtet)	45
Abbildung 45: bereinigte Klassifikation (gewichtet)	46
Abbildung 46: Signifikanztests des Gesamtmodells	46
Abbildung 47: Ergebnisse der ANOVA	47
Abbildung 48: Ausprägungen der Merkmalsvariablen	48
Abbildung 49: Gruppenmittelwerte	49
Abbildung 50: Relevanz der Diskriminanzfunktionen	50
Abbildung 51: Trennkraft der Variablen	50
Abbildung 52: Gruppencentroide 1	51
Abbildung 53: Tab. Gruppencentroide	51
Abbildung 54: Klassifikation (ungewichtet)	51
Abbildung 55: Klassifikation (gewichtet)	52
Abbildung 56: bereinigte Klassifikation (gewichtet)	52
Abbildung 57: Signifikanztests des Gesamtmodells	53
Abbildung 58: Ergebnisse der ANOVA	53

## Abkürzungsverzeichnis

ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club
ADFC	Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club
ANOVA	Analysis of variance (Varianzanalyse)
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BYPAD	Bicycle Policy Audit
Difu	Deutsches Institut für Urbanistik
MIV	Motorisierter Individualverkehr
ÖPV	Öffentlicher Personenverkehr
SrV	System repräsentativer Verkehrsbefragungen (Mobilität in Städten)
TU	Technische Universität



# 1. Einleitung

Aufgrund wachsender Bevölkerungszahlen droht so manche deutsche Großstadt aus den Nähten zu platzen. In Dresden sind die Einwohnerzahlen ebenfalls seit vielen Jahren deutlich ansteigend und ein Ende dieses Trends ist noch nicht absehbar. Vermutlich auch wegen dieser Entwicklung bekommt das Fahrrad als flexibles und umweltfreundliches Verkehrsmittel in der Elbmetropole mittlerweile immer mehr Aufmerksamkeit. So wurde das Radwegenetz, welches vor der Wende quasi noch nicht existent war, seit den 90er Jahren konsequent ausgebaut. Im Jahr 1995 waren es knapp über 100km an Radwegen bzw. kombinierten Rad- und Gehwegen, zur Jahrtausendwende bereits 200km und im Jahr 2013 wurde erstmals die 400er-Marke überschritten.<sup>1</sup>

Dass die Politik ein gewisses Interesse daran hat den Radverkehr zu fördern, zeigt sich ebenfalls bei Betrachtung des städtischen Verkehrsentwicklungsplans 2025plus, der im November 2014 beschlossen wurde. In diesem sind zahlreiche Vorschläge für allgemeine bzw. spezifische Maßnahmen zur Verbesserung des Radverkehrs enthalten. Außerdem wurde in einer Szenario-Analyse, anhand der Strukturdaten von 2010, für das Vorzugsszenario eine Steigerung des Radverkehrsanteils im Binnen- und Quellverkehr von 17% auf 19,3% für das Jahr 2025 prognostiziert, was bezogen auf die absolute Anzahl an Wegen einem Zuwachs von über 20% (innerhalb von 15 Jahren) entsprechen würde.<sup>2</sup>

Um solche Ziele erreichen zu können müssen von politischer Seite allerdings auch die dafür benötigten finanziellen Mittel zu Verfügung gestellt werden, was in der Vergangenheit nur in begrenztem Maße geschehen ist. So betrug der Dresdner Haushaltsetat für den Radverkehr im Jahr 2014 nur 1.150.000€ bzw. rund 2,10€/Einwohner, was bspw. deutlich unter den Pro-Kopf-Investitionen von Chemnitz (fast doppelt so hoch) und Leipzig (etwa dreimal so hoch) liegt, während im internationalen Vergleich Städte wie London oder Paris mehr als 15 bzw. 13 Euro je Einwohner ausgeben um den Radverkehrsanteil zu erhöhen und die „Fahrrad-Stadt“ Kopenhagen 2014 sogar bei über 20€ je Einwohner steht.<sup>3</sup> Für den Doppelhaushalt 2015/2016 konnte, nach Intervention

---

<sup>1</sup> Landeshauptstadt Dresden: Verkehrsnetzestatistik (pdf); [https://www.dresden.de/media/pdf/statistik/Statistik\\_3501\\_Verkehrsnetze\\_2014.pdf](https://www.dresden.de/media/pdf/statistik/Statistik_3501_Verkehrsnetze_2014.pdf) [Abrufdatum: 28.08.2015]

<sup>2</sup> Landeshauptstadt Dresden: Verkehrsentwicklungsplan 2025plus (pdf), Grafik 16 & 17; [https://www.dresden.de/media/pdf/stadtplanung/verkehr/\\_85199/VEP\\_RT\\_\\_18\\_Beschluss\\_-\\_Text\\_Anlagen.pdf](https://www.dresden.de/media/pdf/stadtplanung/verkehr/_85199/VEP_RT__18_Beschluss_-_Text_Anlagen.pdf) [Abrufdatum: 28.08.2015]

<sup>3</sup> ADFC Sachsen: Reflektor Herbst 2015, S. 9

des ADFC Dresden, der Etat immerhin von 950.000 auf 2.950.000 Euro erhöht werden.<sup>4</sup> Jedoch zeigt die Tatsache, dass in den vergangenen Jahren gar nicht alle zur Verfügung gestellten Mittel verbaut wurden, dass solche Zahlen allein noch keine Garantie für die Verbesserung des Radverkehrs sind.<sup>5</sup> Den Umstand, dass das Wirken der Stadt bezüglich des Radfahrens nicht nur vom ADFC Dresden kritisch gesehen wird, zeigt bspw. auch der Internet-Blog „Dresden gegen Radfahrer“, bei dem unter anderem auf Mängel in der Radwegeplanung bzw. deren Umsetzung hingewiesen wird.

Dass von Seiten der Bürger grundsätzlich ein großes Interesse am Radverkehr besteht, zeigt unter anderem das Stadtradeln. Dies ist eine Kampagne des Vereins Klima-Bündnis, deren Ziel es ist die städtischen CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Förderung des Radverkehrs zu senken. Dresden belegte seit seiner ersten Teilnahme im Jahr 2011 stets den 1. Platz in der Kategorie „Fahrradaktivste Kommune mit den meisten Radkilometern“ und scheint diesen Titel auch im Jahr 2015 mit (innerhalb von 3 Wochen) über einer Million geradelter Kilometer verteidigt zu haben, wenn auch nur knapp vor Leipzig.<sup>6</sup> Auch wenn diese Ergebnisse kein Beweis für eine allgemeine Radbegeisterung sind, so zeigt sich doch, dass Dresden, trotz teilweise noch großem Nachholbedarf, ein großes Potential für den Radverkehr besitzt.

Mit dieser Arbeit soll nun untersucht werden, durch welche Merkmale sich die Dresdner Radfahrer beschreiben lassen und inwieweit noch Potentiale zur Steigerung des Radverkehrsanteils, hinsichtlich bestimmter Personengruppen oder Wegeklassen, bestehen. Dies soll in Form einer Datenauswertung der SrV-Untersuchung von 2013, auf die später noch eingegangen wird, geschehen, wobei nur „potentielle Radfahrer“<sup>7</sup> betrachtet werden sollen. Dabei soll, jeweils auf Personen- und Wegeebene, sowohl eine deskriptive Analyse erfolgen, als auch die Diskriminanzanalyse als statistisches Verfahren zur Anwendung kommen.

---

<sup>4</sup> ADFC Sachsen: Reflektor Sommer 2015, S. 12

<sup>5</sup> ADFC Dresden: Pressemeldung – Fahrradclub fordert Radfahrbüro in Dresden (Website); <http://www.adfc-dresden.de/index.php/neuigkeiten/pressemitteilungen/2118-fahrradclub-fordert-radfahrbuero-fuer-dresden-2> [Abrufdatum: 29.08.2015]

<sup>6</sup> Klima-Bündnis: Stadtradeln 2015 – Ergebnisse – Fahrradaktivste Kommune mit den meisten Radkilometern (Website); [https://www.stadtradeln.de/auswertung\\_radkilometer2015.html](https://www.stadtradeln.de/auswertung_radkilometer2015.html) [Abrufdatum: 09.09.2015]

<sup>7</sup> Deren Definition wird später noch erfolgen.

Um die gestellten Forschungsfragen beantworten zu können, sollen zunächst 4 Thesen aufgestellt werden, die im weiteren Verlauf der Arbeit überprüft werden sollen:

1. Personen die am Stichtag Rad gefahren sind, unterscheiden sich durch z. B. sozioökonomische Faktoren von denjenigen Personen, die am Stichtag keinen Weg mit dem Fahrrad zurückgelegt haben.
2. Wege die mit dem Fahrrad zurückgelegt wurden, unterscheiden sich in ihren Eigenschaften von solchen, die mit einem anderen Verkehrsmittel zurückgelegt wurden.
3. Personengruppen unterschiedlich häufiger Fahrradnutzung lassen sich anhand mehrheitlich soziodemografischer Merkmale unterscheiden.
4. Die am Stichtag zurückgelegten Wege lassen sich anhand ihrer Merkmale dem benutzten Verkehrsmittel zuordnen.

Zum Abschluss dieser Einleitung wird nun erläutert, wie die Arbeit gegliedert ist. Mit dem 2. Kapitel folgt der Theorieteil, der dreigeteilt sein wird. Zuerst soll dabei das Verfahren der Diskriminanzanalyse in den wichtigsten Punkten erläutert werden, was durch eine Untergliederung in den Zweigruppen-, Mehrgruppenfall und die Güteprüfungen gewährleistet werden soll. Im zweiten Abschnitt des Kapitels soll dann der Datensatz der SrV-Untersuchung vorgestellt werden, der im weiteren Verlauf der Arbeit als Datengrundlage verwendet wird. Als Drittes soll mit einer Literaturanalyse der derzeitige Stand aufgezeigt werden bzw. eine Einordnung des Dresdner Radverkehrs in Form eines Vergleichs mit anderen deutschen Großstädten erfolgen.

Im Praxisteil, dem 3. Kapitel, soll zunächst eine deskriptive Analyse erfolgen, die auf zwei Ebenen erfolgen soll: Personen- und Wegeauswertung. Im zweiten Abschnitt soll die Diskriminanzanalyse angewendet werden, wobei ebenfalls wieder eine Unterteilung hinsichtlich der Datenebene (Personen- und Wegedaten) vorgenommen wird.

Im 4. Kapitel, dem Fazit, sollen die Ergebnisse des vorherigen Kapitels zusammengefasst werden, wobei die zuvor aufgestellten Thesen wieder aufgegriffen und mit den Erkenntnissen aus der Literaturanalyse abgeglichen werden sollen. In Kapitel Nummer 5 soll dann in Form einer kritischen Würdigung das Vorgehen bzw. die Ergebnisse dieser Arbeit bewertet werden. Als 6. und letztes Kapitel soll noch ein Ausblick auf das Thema erfolgen, bei dem noch offene Fragen bzw. Forschungsfelder und die Zukunftsaussichten des Dresdner Radverkehrs kurz thematisiert werden sollen.

## 2. Theoretischer Teil

In diesem Kapitel sollen nun die theoretischen Grundlagen für die spätere Datenauswertung gelegt werden. Dabei soll zunächst das Verfahren der linearen Diskriminanzanalyse thematisiert werden, welches im späteren Verlauf der Arbeit zur Anwendung kommen wird. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf den wichtigsten theoretischen Grundlagen im Zwei- bzw. Mehrgruppenfall und den gebräuchlichsten Tests zur Überprüfung der Modellgüte.

Im 2. Gliederungspunkt soll der Datensatz, mit dem später gearbeitet wird, vorgestellt werden. Dabei sollen sowohl allgemeine Informationen zur Untersuchungsreihe genannt werden, sowie konkrete Hinweise zum verwendeten Datensatz von Dresden aus dem Jahr 2013 gegeben werden. Diesbezüglich soll näher auf das Umfrageverfahren und die Definitionen der wichtigsten Begriffe eingegangen werden.

Im letzten Abschnitt dieses zweiten Kapitels soll dann mittels einer Literaturrecherche ein Überblick über den derzeitigen Forschungsstand bezüglich Radfahren in deutschen Großstädten gegeben werden. Das Hauptaugenmerk soll dabei natürlich auf der Stadt Dresden liegen und als Datengrundlage sollen hauptsächlich die allgemeinen SrV-Ergebnisse genutzt werden.

### 2.1 Diskriminanzanalyse

Bevor auf die Besonderheiten der Diskriminanzanalyse näher eingegangen wird, erfolgt eine kurze Einordnung im Rahmen der Statistik. „Die Diskriminanzanalyse ist ein multivariates Verfahren zur Analyse von Gruppenunterschieden.“<sup>8</sup> Sie gehört daher zu den strukturprüfenden Verfahren und ist damit Teil der Induktiven Statistik. Unter dem Begriff Diskriminanzanalyse versteht man im weiteren Sinne eine Sammlung von Verfahren, deren Ziel es ist, Objekte anhand ihrer Merkmale in Gruppen einzuordnen und diese Separation näher zu analysieren.<sup>9</sup> Die Untersuchung der Gruppen kann in zwei Begriffen zusammengefasst werden: Diskrimination & Klassifikation.<sup>10</sup>

---

<sup>8</sup> Backhaus, S. 182

<sup>9</sup> Vgl. Nothnagel, S. 1

<sup>10</sup> Vgl. Eckey, S. 289

Ersteres untersucht die Fragen, ob sich die Gruppen signifikant voneinander unterscheiden und inwieweit die einzelnen Variablen zur Gruppentrennung beitragen. Bei der Klassifizierung wird dagegen prognostiziert, in welche Gruppe ein (neues) Untersuchungselement gehört. Aufgrund ihres im Allgemeinen einfachen Aufbaus bietet die Diskriminanzanalyse eine Vielzahl von praktischen Anwendungsgebieten, wobei sie nicht auf einzelne Fälle angewendet werden sollte, da sie nur bei hinreichend großen Stichproben ihr statistisches Potential ausspielen kann.<sup>11</sup> Weiterhin bildet sie gewissermaßen das Gegenstück zur Clusteranalyse und eignet sich daher hervorragend zur Güteprüfung derselbigen.<sup>12</sup>

Zu den Besonderheiten der Diskriminanzanalyse zählt, dass die Gruppenvariable nominal skaliert ist, wohingegen die Merkmalsvariablen möglichst metrisch skaliert sein sollten um eine gute Gruppentrennung zu ermöglichen. Eine wichtige Voraussetzung für die Gruppenvariable ist hierbei, dass die Zuordnung eindeutig sein muss, also sich jedes Element nur genau einer Gruppe zuordnen lässt. Die Anzahl der Gruppen muss, trivialerweise, mindestens Zwei betragen und kann, zumindest in der Theorie, darüber hinaus beliebig groß sein.<sup>13</sup> Allerdings sollte sie immer geringer sein als die Anzahl der Merkmalsvariablen und die Zahl der Datenelemente sollte noch einmal deutlich höher liegen.<sup>14</sup> Diese Empfehlungen können über folgende Ungleichungen beschrieben werden:

$$1 < \textit{Gruppenzahl} < \textit{Anz. Merkmalsvariablen} \ll \textit{Zahl der Datensätze} \quad [F.0]$$

Wird diesen Empfehlungen Folge geleistet, so berechnet sich die Zahl der zu bildenden Diskriminanzfunktionen aus der Anzahl der Gruppen verringert um Eins. Im einfachsten, also dem Zweigruppen-, Fall muss also nur eine Diskriminanzfunktion aufgestellt werden, worauf im nächsten Gliederungspunkt näher darauf eingegangen werden soll.

---

<sup>11</sup> Vgl. Nothnagel, S. 1

<sup>12</sup> Allerdings sollten dabei andere Merkmale ausgewählt werden, da aufgrund der meist sehr ähnlichen Gruppierungsverfahren sonst kein wirklicher Erkenntnisgewinn zustande kommt.

<sup>13</sup> Im Normalfall ist die Gruppenzahl einstellig. Eine größere Anzahl an Gruppen ist unüblich und auch nur in Ausnahmefällen (bei entsprechend großem Datensatz) sinnvoll.

<sup>14</sup> Vgl. Backhaus, S. 233

### 2.1.1 Umsetzung im Zweigruppenfall

Zu Beginn des Verfahrens sollte die Diskriminanzfunktion aufgestellt werden. Diese hat im Normalfall eine lineare Form, aber auch ein quadratischer, logarithmischer oder sonstiger Ansatz ist prinzipiell möglich. In diesem Kapitel soll sich allerdings auf den linearen Fall konzentriert werden, der bspw. so dargestellt werden kann:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_jX_j \quad [F. 1]$$

Hierbei beschreibt  $Y$  die Diskriminanzvariable, die  $b_j$  die Diskriminanzkoeffizienten (wobei  $b_0$  das konstante Glied darstellt) und die  $X_j$  die verschiedenen Merkmalsvariablen.

Im nächsten Schritt sollten die nominale Gruppenvariable und diejenigen Merkmalsvariablen ausgewählt werden, die potentiell zur Separation der verschiedenen Gruppenausprägungen beitragen könnten. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass möglichst keine Korrelationen zwischen ihnen auftreten, da diese die Ergebnisse verfälschen können.<sup>15</sup>

Auf Grundlage der verwendeten Daten werden anschließend die Diskriminanzkoeffizienten simultan geschätzt, worauf später noch einmal genauer eingegangen werden soll. Dabei wird anhand von  $F. 1$  für jedes Element ein Diskriminanzwert errechnet. Ein Trennwert, auch kritischer Diskriminanzwert genannt, sorgt für die Aufteilung auf beide Gruppen. Diese besitzen jeweils noch einen Schwerpunkt (auch Centroid genannt), der als mittlerer Diskriminanzwert definiert ist. Dieser kann für beide Gruppen wie folgt berechnet werden:

$$\bar{Y}_g = \frac{1}{I_g} \sum_{i=1}^{I_g} Y_{gi} \quad [F. 2]$$

$Y_g$  steht dabei für den Schwerpunkt von Gruppe  $g$ ,  $I_g$  für die Zahl der Beobachtungen in Gruppe  $g$  und  $Y_{gi}$  für den Diskriminanzwert von Element  $i$  in Gruppe  $g$ .

Sofern gleiche Streuung innerhalb der Gruppen angenommen werden kann, liegt der kritische Diskriminanzwert  $Y_T$  genau in der Mitte zwischen den Centroiden. Dieser Trennwert kann, neben den einzelnen Diskriminanzwerten und den beiden Schwerpunkten, im Zwei-Gruppen-Fall auf der sogenannten Diskriminanzachse abgetragen

---

<sup>15</sup> Vgl. Kobelt, S. 34

und somit grafisch veranschaulicht werden, wie es in der folgenden Abbildung beispielhaft dargestellt ist:



Abbildung 1: Diskriminanzachse<sup>16</sup>

Anhand des Abstandes der Centroide lässt sich bereits auf die Größe des Unterschieds beider Gruppen schließen.<sup>17</sup> Ein besseres Maß für die Gruppenunterschiedlichkeit ist aber das Diskriminanzkriterium, welches die Streuungen als Berechnungsgrundlage verwendet. Dieses kann folgendermaßen beschrieben werden:

$$\Gamma = \frac{\text{Streuung zw. den Gruppen}}{\text{Streuung in den Gruppen}} \text{ bzw. } \frac{\text{erklärte}}{\text{unerklärte}} \text{ Streuung} \quad [F.3]$$

Um eine optimale Trennung der Gruppen zu erreichen, müssen die bisher unbekanntes Diskriminanzkoeffizienten  $b_j$  so geschätzt werden, sodass das Diskriminanzkriterium  $\Gamma$  maximiert wird.

Nach dieser Schätzung lässt sich beurteilen, welchen Einfluss die verschiedenen Variablen auf die Gruppentrennung haben. Das konstante Glied  $b_0$  besitzt hierbei keinen Einfluss, sondern bewirkt nur eine Verschiebung sämtlicher Werte auf der Diskriminanzachse.<sup>18</sup> Das Vorzeichen der Koeffizienten dient nur als Hinweis auf die Wirkrichtung der Merkmalsvariablen hinsichtlich der Gruppen. Die eigentliche Aussagekraft der Trennwirkung liegt im Betrag der Diskriminanzkoeffizienten. Um einheitenbedingte Verzerrungen auszuschließen, müssen diese allerdings unter Einbeziehung der jeweiligen Standardabweichung  $s_j$  standardisiert werden:

$$b_j^* = b_j \times s_j \quad [F.4]$$

Ein hoher Betrag für  $b_j^*$  bedeutet hierbei eine starke Trennkraft, während Werte nahe Null auf keine signifikante Trennwirkung hindeuten. Am besten erfolgt die Beurteilung einer Variablen über ihren relativen Anteil an der Betragssumme der standardisierten Diskriminanzkoeffizienten.

<sup>16</sup> Eigene Darstellung anhand fiktiver Werte (ohne Anspruch auf Genauigkeit)

<sup>17</sup> Vgl. Schulze, S. 183

<sup>18</sup> Deshalb ist die Lösung nie eindeutig, sondern es gibt jeweils unendlich viele gleichwertige Lösungen.

## 2.1.2 Umsetzung im Mehrgruppenfall

Wie bereits erwähnt, werden bei mehr als zwei Gruppen normalerweise mehrere Diskriminanzfunktionen gebildet. Dabei wird versucht mit jeder weiteren Funktion den maximalen Anteil der noch verbliebenen Streuung zu erklären. Damit sinkt der Eigenwert  $\gamma$ , wie das maximale Diskriminanzkriterium auch genannt wird, im Normalfall mit steigender Nummer der Funktion immer mehr ab.

Die Interpretation der Diskriminanzkoeffizienten erfolgt im Mehr-Gruppen-Fall üblicherweise über den Anteil des gewogenen Mittels der standardisierten Koeffizienten hinsichtlich der Eigenwerte der dazugehörigen Diskriminanzfunktion. Die Formel für diesen mittleren Diskriminanzkoeffizienten kann so formuliert werden:

$$\bar{b}_j = \sum_{k=1}^K |b_{jk}^*| \times EA_k \quad [F. 5]$$

Dabei beschreibt  $b_{jk}^*$  den standardisierten Diskriminanzkoeffizienten der Merkmalsvariable  $j$  für die  $k$ -te Diskriminanzfunktion und  $EA_k$  den Eigenwertanteil von Diskriminanzfunktion  $k$ .

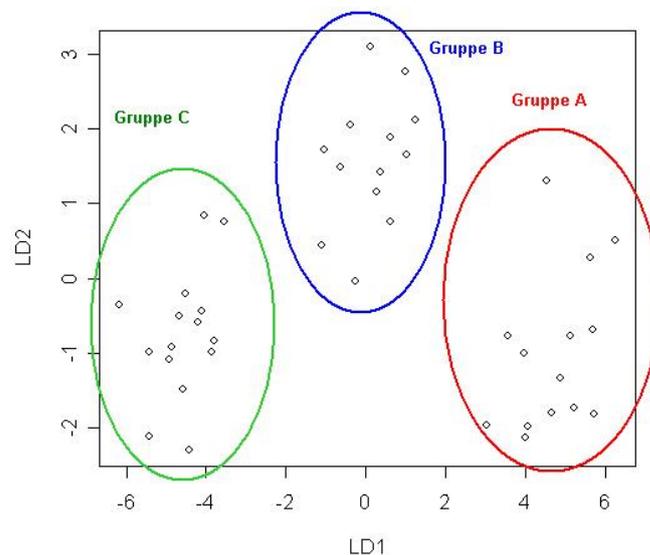


Abbildung 2: Diskriminanzraum im Dreigruppenfall<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Bildquelle: [http://www.faes.de/Basis/Basis-Lexikon/Basis-Lexikon-Multivariate/Basis-Lexikon-Diskriminanz/Diskriminanz\\_Bild5.jpg](http://www.faes.de/Basis/Basis-Lexikon/Basis-Lexikon-Multivariate/Basis-Lexikon-Diskriminanz/Diskriminanz_Bild5.jpg) [Abrufdatum: 17.06.2015]

In diesem Beispiel erweist sich die erste Diskriminanzfunktion als völlig ausreichend, denn sie trennt die drei Gruppen bereits hervorragend. Die auf der vertikalen Achse abgetragene zweite Diskriminanzfunktion weist hingegen keine nennenswerte Signifikanz auf.

Zur grafischen Darstellung lässt sich anmerken, dass diese eben nur bei 2 oder 3 Diskriminanzfunktionen noch sinnvoll anzuwenden ist. Bei ersterem Fall werden die Gruppen mit ihrem jeweiligen Centroiden in einem zweidimensionalen Koordinatensystem dargestellt, bei der die Gruppentrennung über mehrere Geraden erfolgt, wie *Abbildung 2* es beispielhaft zeigt.

Bei drei Diskriminanzfunktionen geschieht die Abbildung dementsprechend im dreidimensionalen Raum und die Gruppen werden durch Ebenen voneinander abgegrenzt. Da sich der Eigenwert mit steigender Nummer der Diskriminanzfunktion meist stark verringert, erweisen sich oftmals die „hinteren“ Funktionen als nicht mehr signifikant und können daher unberücksichtigt bleiben.<sup>20</sup> Somit lassen sich rechnerische Vereinfachungen erreichen bzw. die grafische Darstellung ermöglichen. Wie die Signifikanz einzelner Diskriminanzfunktionen getestet werden kann, soll, unter anderem, im folgenden Abschnitt erläutert werden.

### 2.1.3 Güteprüfung

Um die Güte des Verfahrens zu bewerten bietet es sich an zuerst die Klassifikation, also die Prognose der Gruppenzugehörigkeit von Beobachtungselementen, zu betrachten. Für diese gibt es mehrere Möglichkeiten und die 3 wichtigsten Verfahren sollen im Folgenden kurz erläutert werden sollen.

Die wohl einfachste Vorgehensweise sind die Klassifizierungsfunktionen nach R. A. Fisher. Dabei werden die Elemente direkt anhand ihrer Merkmalsausprägungen klassifiziert. Dies erfolgt über mehrere lineare Funktionen, wodurch eine Verwechslungsgefahr mit den Diskriminanzfunktionen besteht. Im Gegensatz zu diesen gibt es hierbei jedoch für jede Gruppe eine eigene Funktion.<sup>21</sup> Die Koeffizienten sind dahingehend optimiert, dass die größtmögliche Trefferquote bei der Einordnung erreicht wird. Ein Element wird dabei derjenigen Gruppe zugeordnet, dessen Fisher-Funktion den größten Wert aufweist, wobei der Funktionswert direkt keine Interpretationen erlaubt.<sup>22</sup> Um das Klassifikationsergebnis zu verbessern können gruppenspezifische a-priori-

---

<sup>20</sup> Vgl. Backhaus, S. 201

<sup>21</sup> Im Normalfall gibt also immer eine Klassifikationsfunktion mehr, als es Diskriminanzfunktionen gibt.

<sup>22</sup> Vgl. Backhaus, S. 209

Wahrscheinlichkeiten<sup>23</sup> berücksichtigt werden. Eine Voraussetzung für die optimale Klassifikation dieses Verfahrens ist jedoch eine identische Streuung der Gruppen untereinander.

Ebenfalls gleiche Streuung wird beim Distanzkonzept unterstellt. Bei diesem wird ein Element derjenigen Gruppe zugeordnet, dessen Centroid am Nächsten liegt. Als Distanzmaße werden dabei meistens die quadrierte euklidische oder die Mahalanobis-Distanz verwendet. Ob die Streuung zwischen den Gruppen gleich ist, kann bspw. mittels des Box's-M-Test festgestellt werden. Herrschen unterschiedliche Streuungen vor, so kann im Gegensatz zu den Klassifikationsfunktionen jedoch eine Anpassung erfolgen um das Klassifikationsergebnis zu verbessern.

Das wohl flexibelste Verfahren ist jedoch das Wahrscheinlichkeitskonzept, welches auf dem Distanzkonzept aufbaut. Dieses kann nämlich, neben der Berücksichtigung verschiedener Streuungen, zusätzlich die a-priori-Wahrscheinlichkeiten der Gruppen und sogar Fehlklassifikationskosten mit in die Berechnung einfließen lassen. Letzteres kann dann sinnvoll eingesetzt werden, wenn falsche Einordnungen in der Praxis unterschiedlich schwere Folgen hätten.<sup>24</sup> Die Berechnung der a-posteriori-Wahrscheinlichkeiten  $P(g|Y_i)$ , also die prognostizierte Wahrscheinlichkeit aufgrund von bekannten Ausgangsdaten, erfolgt mithilfe des Theorems von Bayes:

$$P(g|Y_i) = \frac{P(Y_i|g)P_i(g)}{\sum_{g=1}^G P(Y_i|g)P_i(g)} \quad [F. 7]$$

Hierbei beschreibt  $P_i(g)$  die a-priori-Wahrscheinlichkeit, während  $P(Y_i|g)$  die bedingten Wahrscheinlichkeiten widerspiegelt. Die kumulierten a-posteriori-Wahrscheinlichkeiten ergeben immer Eins und ein Element wird derjenigen Gruppe zugeordnet, die den größten Wahrscheinlichkeitswert aufweist.

---

<sup>23</sup> Ursprungswahrscheinlichkeit: Im Falle eines normalen Würfels wäre diese z. B. mit je einem Sechstel nicht ergebnisrelevant. Ist der Würfel jedoch „gezinkt“ so sind die a-priori-Wahrscheinlichkeiten nicht mehr gleich und das Wissen um die veränderten Eigenschaften des Würfels kann die Prognose zukünftiger Würfel-Durchgänge verbessern. Ebenso kann im Klassifikationsverfahren der Diskriminanzanalyse die Trefferquote verbessert werden, wenn die korrekten Ursprungswahrscheinlichkeiten in die Klassifizierung einfließen.

<sup>24</sup> Ein einfaches Beispiel hierfür wäre eine Verträglichkeitsstudie von Medikamenten. Eine falsche Prognose guter Verträglichkeit hat grundsätzlich gravierendere, weil potentiell tödliche, Folgen als andersherum, wenn fälschlicherweise eine Unverträglichkeit vorausgesagt wird und daher nur auf ein anderes Medikament zurückgegriffen werden muss.

Damit offenbart sich eine Problematik die alle drei Verfahren miteinander vereint: die Identifikation von Ausreißerwerten. Da alle Elemente jeweils einer Gruppe zugewiesen werden, muss eine Ausreißerdiagnostik also in jedem Falle separat erfolgen. Beim Wahrscheinlichkeitskonzept könnte dies bspw. durch das Aufsuchen sehr geringer bedingter Wahrscheinlichkeiten erfolgen.<sup>25</sup>

Die Güte der Analyse zeigt sich unabhängig vom Klassifikationsverfahren in der Trefferquote der Klassifizierung. Diese sollte in jedem Fall höher liegen als der Kehrwert der Gruppenzahl, weil sonst durch die Diskriminanzanalyse keine Verbesserung bezüglich der Prognosefähigkeit zur Einordnung neuer Elemente stattgefunden hat.<sup>26</sup> Außerdem ist zu beachten, dass die Trefferquote, wenn die Klassifikation mit demselben Datensatz wie bei der Diskrimination erfolgt, überhöht ist und daher nur bedingt Aussagekraft besitzt. Sofern ein ausreichend großer Datensatz vorhanden ist, sollte die Möglichkeit genutzt werden diesen in eine Lern- und eine Kontrollgruppe aufzuteilen.<sup>27</sup> Die Koeffizienten werden dann anhand der Lerngruppe geschätzt, während die Klassifikation mit der Kontrollgruppe durchgeführt wird. Die daraus resultierende Trefferquote zeigt ein deutlich zuverlässigeres Bild der Modellgüte auf.

Neben der Klassifikation stehen noch einige weitere Verfahren zur Güteprüfung parat. Das dabei wohl am häufigsten genutzte Kriterium zur Überprüfung des Gesamtmodells ist Wilks' Lambda, welches sich wie folgt berechnet:

$$\Lambda = \frac{1}{1 + \gamma} = \frac{\text{unerklärte Streuung}}{\text{Gesamtstreuung}} \quad [F. 8]$$

Da ein möglichst großer Teil der Gesamtstreuung erklärt werden soll, stehen bei dieser Prüfgröße hohe Werte für eine kleine Trennkraft. Der große Vorteil dieses Verfahrens ist, dass sich die Variable so transformieren lässt, dass sie annähernd Chi-Quadratverteilt ist und somit einer Signifikanzprüfung unterzogen werden kann.<sup>28</sup>

---

<sup>25</sup> Beim Distanzkonzept kann die Identifikation entsprechend durch eine große Distanz zum nächstgelegenen Centroiden erfolgen. Bei den Klassifikationsfunktionen ist die Suche jedoch schwierig, da die Funktionswerte eben keine wirkliche Interpretation zulassen. Zumindest verdächtig sind jedoch über alle Gruppen ähnlich große Werte.

<sup>26</sup> Besser wäre noch eine Trefferzahl oberhalb der Anzahl der Elemente aus der größten Gruppe.

<sup>27</sup> Die Lernstichprobe sollte dabei deutlich mehr Beobachtungen umfassen (ca. 80-90%). Die Aufteilung sollte normalerweise nach dem Zufallsprinzip erfolgen, damit es zu keinen Verzerrungen kommt.

<sup>28</sup> Vgl. Backhaus, S. 204

Im Mehrgruppenfall können die Funktionen zwar ebenfalls einzeln getestet werden, um sie aber in ihrer Gesamtheit (bzw. die ersten zwei oder drei Diskriminanzfunktionen im Verbund) zu testen, muss das multivariate Wilks' Lambda verwendet werden, welches folgendes Aussehen besitzt:

$$\Lambda = \prod_{k=1}^K \frac{1}{1 + \gamma_k} \quad [F. 9]$$

Auch mit dieser Größe lässt sich anhand einer Transformation die Signifikanz testen um die Güte der Diskrimination beurteilen zu können.

Gewissermaßen das Gegenstück zu Wilks' Lambda ist der kanonische Korrelationskoeffizient, der ebenfalls von 0 bis 1 normiert ist:

$$c = \sqrt{\frac{\gamma}{1 + \gamma}} \quad [F. 10]$$

Da hierbei die erklärte Streuung durch die Gesamtstreuung geteilt wird, weisen niedrige Werte auf eine schlechte Separation der Gruppen hin.

Weiterhin ist es sinnvoll die Signifikanz der Merkmalsvariablen univariat zu testen um diese Ergebnisse mit denen aus der Diskriminanzanalyse zu vergleichen. Sind die Resultate der univariaten Analyse nicht deutlich schlechter als die der multivariaten Betrachtung, so kann das Diskriminanzverfahren nicht als wirkungsvoll eingestuft werden, da die gleichzeitige Betrachtung der verschiedenen Variablen keinen relevanten Vorteil gebracht hat.

## 2.2 Datensatz

Das „System repräsentativer Verkehrsbefragungen“, kurz SrV, ist ein Erhebungsinstrument des Lehrstuhls für Verkehrs- und Infrastrukturplanung der TU Dresden zur Erforschung des Mobilitätsverhaltens in deutschen Städten und Kommunen. „Die als „System repräsentativer Verkehrsbefragungen“ begründete Zeitreihenuntersuchung dient der Erhebung und Analyse des Verkehrsverhaltens der Wohnbevölkerung sowie der Gewinnung von Erkenntnissen und der Bereitstellung wichtiger Grunddaten für

die integrierte Verkehrsentwicklungsplanung.<sup>29</sup> Die Daten werden dabei aus einer Haushaltsbefragung auf Grundlage des Einwohnermelderegisters gewonnen, die erstmalig 1972 stattfand und 2013 zum mittlerweile 10. Mal durchgeführt wurde. Bei diesem aktuellen Durchgang wurden über 300 Städte, Gemeinden und Verwaltungsgemeinschaften aus Deutschland untersucht, wobei in einer Telefon- bzw. Online-Umfrage jeweils Haushalts- Personen- und Wegedaten erhoben wurden.

„Die Grundgesamtheit der Erhebung besteht aus allen Einwohnerinnen und Einwohnern des jeweiligen Untersuchungsraumes. Es gibt keine Einschränkung in Bezug auf Alter, Geschlecht, Nationalität sowie Haupt- oder Nebenwohnsitz. Gegenstand der Untersuchung ist das Verkehrsverhalten der Wohnbevölkerung der teilnehmenden Gebietskörperschaften. Von zufällig ausgewählten Haushalten werden alle Personen befragt. Dabei findet der Haushaltskontext explizit Berücksichtigung. Als Untersuchungseinheiten treten somit Haushalte mit allen darin lebenden Personen und deren realisiertes Verkehrsverhalten auf.“<sup>30</sup>

„In Bezug auf einen konkreten Untersuchungsraum (Stadt oder Gemeinde) gilt diejenige Person als mobil, die an dem ihr vorgegebenen Stichtag Ortsveränderungen am, zum bzw. ausgehend vom konkreten Untersuchungsraum durchführt. Nichtmobil im Sinne des SrV sind befragte Personen, die am Stichtag am Wohnort waren, jedoch keine Ortsveränderungen durchgeführt haben (engere Mobilitätsdefinition) bzw. Personen die am Stichtag überhaupt nicht am Wohnort waren (erweiterte Mobilitätsdefinition).“<sup>31</sup> Damit liegt das Hauptaugenmerk auf der Mobilität der Wohnbevölkerung, währenddessen die Ortsveränderungen von Touristen oder Einpendlern gar nicht erfasst werden.<sup>32</sup> Auch der Wirtschaftsverkehr wird nur in begrenzten Maße abgebildet, obwohl er oftmals eine nicht unerhebliche Rolle im städtischen Verkehr einnimmt.

Der Erhebungszeitraum begann im Januar 2013 und endete im Dezember desselben Jahres, wobei im Allgemeinen nur ein mittlerer Werktag (also Dienstag, Mittwoch oder Donnerstag) als Stichtage in Frage kam. Ein solcher Tag wurde jedoch nicht ausgewählt, sofern in dem jeweiligen Bundesland gerade Ferien waren oder ein Feiertag lag bzw. der Tag an einen solchen angrenzte.<sup>33</sup>

---

<sup>29</sup> Ahrens, Methodenbericht, S. 1

<sup>30</sup> Ebd., S. 7

<sup>31</sup> Ebd., S. 10

<sup>32</sup> Vgl. ebd., S. 7

<sup>33</sup> Vgl. ebd., S. 17

Um Messfehler zu minimieren und damit, neben einer möglichst großen Repräsentativität, auch eine hohe Datenqualität zu erreichen, wurden diverse Plausibilitätskontrollen durchgeführt. Damit können jedoch nur teilweise Falschaussagen, ob bewusst oder unbewusst, identifiziert werden. Eine größere Sicherheit könnte nur durch Messungen erreicht werden, die bei dem Datenumfang allerdings viel zu aufwendig und kostspielig wären. Bei einem systematischen Vergleich der angegebenen Weglängen mit berechneten Angaben (unter Verwendung von Google Maps) zeigte sich jedoch kein genereller Trend der Über- oder Unterschätzung.<sup>34</sup>

„Ein Weg im Sinne des SrV ist eine Ortsveränderung, deren Quelle und/oder Ziel außerhalb des Grundstückes liegt, auf dem die zu befragende Person ihren Wohnsitz hat.“<sup>35</sup> Dazu zählen also sehr kurze Wege (z.B. der Weg zum Briefkasten), aber auch Rundwege wie Spaziergänge oder Radtouren, wobei Letztere als zwei (gleichlange) Wege erfasst werden. Weiterhin können Wege aus mehreren Teilwegen mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln bestehen, sofern das Ziel des Weges sich nicht verändert.<sup>36</sup> Neben dem Zweck wird jedem Weg auch ein Hauptverkehrsmittel zugewiesen, welches sich anhand einer vorgegebenen Hierarchie ableitet. Den Wegen wird hierbei das Verkehrsmittel mit dem höchsten Rang bzw. der niedrigsten –Ziffer eines Teilweges zugeordnet. Die Rangfolge beginnt dabei mit den verschiedenen öffentlichen Verkehrsmitteln, dann folgen die Formen des MIV (z. B. beim Pkw: als Fahrer oder Beifahrer) und am Ende werden noch das Fahrradfahren und das zu Fuß gehen aufgeführt.<sup>37</sup> Durch diese Festlegung werden Wege auch dem motorisierten Verkehr zugeordnet, wenn diese bspw. einen längeren Teilweg zu Fuß enthalten.

Als weitere wichtige Definition gelten die Entfernung als Tür-zu-Tür-Abstand eines Weges und ebenso die Dauer als verstrichene Zeit zwischen Start- und Endpunkt, mit samt allen Wartezeiten. Die dem Weg zugeordnete Geschwindigkeit ermittelt sich dementsprechend aus dem Quotient der beiden Größen. Als gültige Wege werden darüber hinaus alle Wege unter 100km definiert, denen neben der Entfernung auch eine Dauer zugeordnet werden kann, sodass die Geschwindigkeit berechnet werden kann.

Bei der aktuellen Untersuchung wurden außerdem zahlreiche Neuerungen zur Weiterentwicklung/Verbesserung der Umfrage eingeführt, ohne dabei die Vergleichbarkeit

---

<sup>34</sup> Vgl. Ahrens, Methodenbericht, S. 64

<sup>35</sup> Ebd., S. 11

<sup>36</sup> Vgl. ebd., S. 11

<sup>37</sup> Vgl. ebd., S. 13/14

zu den älteren Auflagen gefährden zu wollen. Trotzdem wurde deutschlandweit einem systematisches Plus von 0,35 Wegen pro Person und Tag festgestellt, das sich aus den Zuwächsen von Wegen zu Fuß (+0,2) und dem MIV (+0,15) zusammensetzt.<sup>38</sup>

Neben den Standardfragen aus den drei Datensatzteilen konnten auf Personenebene regional Zusatzfragen integriert werden. Im Dresdner Datensatz wurde so auch die Nutzungshäufigkeiten von Fahrrad, Pkw und ÖPV erfragt, welche im praktischen Teil der Arbeit noch Anwendung finden werden. Insgesamt wurden für Dresden die Daten von 1.345 Haushalten, 3.225 Personen und fast 10.600 Wegen erhoben. Diese Anzahl an Beobachtungen wird in Anbetracht der Aufgabenstellung allerdings noch reduziert werden, was in 3. Kapitel näher erläutert werden soll.

## 2.3 Literaturrecherche

Um die späteren Ergebnisse richtig einordnen zu können, sollen in diesem Kapitel zunächst einige Kennwerte bzw. Vergleichsdaten zur Einordnung des Dresdner Radverkehrs zusammengetragen werden, wie z. B. von den bisher veröffentlichten Ergebnisse der SrV-Untersuchung von 2013.<sup>39</sup>

	<b>2008</b>	<b>2013</b>
Einwohner	502.000	530.700 (+6%)
Länge Radwegenetz	366 km	409 km (+43 km)
Einpendler	83.600	86.600 (+4%)
Auspendler	42.800	48.400 (+13%)

*Abbildung 3: Dresdner Infrastruktur & Pendler (Ausschnitt)<sup>40</sup>*

In Bezug auf Dresden muss festgehalten werden, dass sich die Einwohnerzahl im Vergleich zu 2008 um 6% bzw. fast 30.000 Einwohner erhöht hat, was v. a. in zentralen Bereichen der Stadt zu einer zusätzlichen Verdichtung führt. In dieser Zeit wurde das Radwegenetz um 43km auf insgesamt 409km ausgebaut, was einer Steigerung von fast 12% entspricht. Auch die Zahl der (täglichen) Einpendler hat sich um 3000 erhöht, was zur Folge hat, dass eine noch größere Zahl an Wegen in Dresden bei der SrV-Untersuchung unberücksichtigt blieb.

<sup>38</sup> Vgl. Ahrens, die Stunde der Wahrheit, F. 10

<sup>39</sup> Hierbei ist noch einmal auf die Bezugsgröße des (normalen) mittleren Werktages hinzuweisen.

<sup>40</sup> Landeshauptstadt Dresden, F. 12

	<b>2008</b>	<b>2013</b>
Befragte Personen:	2.641	3.225
Wege pro Person und Tag Gesamtverkehr:	3,39	3,55
Entfernung pro Weg:	6,3 km	5,8 km
Dauer pro Weg:	23 min	22 min
Zeit im Verkehr pro Tag:	68 min	77 min
Kfz/ 1000 Einwohner:	433	473
Fahrräder / 1.000 Einwohner:	750	884

*Abbildung 4: Dresdner Mobilitätskennwerte (Ausschnitt)<sup>41</sup>*

Bei der SrV-Umfrage in Dresden hat sich die Zahl der Befragten im Vergleich zu 2008 um 22%, also ein deutlich größerer Anteil als der Einwohnerzuwachs, erhöht, womit auch die Repräsentativität weiter angestiegen sein dürfte. Als Ergebnis wurde unter anderem ermittelt, dass sich die Mobilitätsrate um ca. 5% erhöht hat. Dafür ging die durchschnittliche Entfernung pro Weg deutlich zurück und auch die Dauer sank leicht ab. Trotzdem soll die täglich im Verkehr verbrachte Zeit um etwa 13% gestiegen sein, was aufgrund der nur geringfügig erhöhten Wegezahl allerdings so nicht zu erklären ist.<sup>42</sup> Ein wichtiger Parameter ist mit 3,9 Wegen/Tag noch die Wegezahl der mobilen Personen.<sup>43</sup>

Deutlich gestiegen ist die Kfz-Rate pro 1.000 Einwohner mit einem Zuwachs von fast 10% auf fast 475 Fahrzeuge. Ein noch größerer Anstieg, ca. 18%, ist hingegen bei der Anzahl der Fahrräder pro 1.000 Einwohner festzustellen. Diese liegt nun bei fast 0,9 Fahrrädern je Einwohner und ist somit bald doppelt so hoch wie die Quote der Kraftfahrzeuge.

Bezüglich des Modal-Splits lässt sich sagen, dass der MIV-Anteil seit 2003 um ca. 4%, also etwa einem Zehntel, zurückging und dafür der Anteil des öffentlichen Verkehrs deutlich angestiegen ist.<sup>44</sup> Der im Vergleich zu 2008 um 2% zurückgegangene Radverkehrsanteil wird dagegen auf das schlechte Wetter im Jahr 2013 zurückgeführt.<sup>45</sup>

<sup>41</sup> Landeshauptstadt Dresden, F. 15

<sup>42</sup> Diese Diskrepanz ist wohl dadurch zu erklären, dass aufgrund der systematischen Differenz zum 2013er-Durchgang zwar die Mobilitätsrate von 2008 nach oben korrigiert wurde, dies im Falle der täglich im Verkehr verbrachten Zeit allerdings nicht berücksichtigt wurde.

<sup>43</sup> Ahrens, Städtevergleich, Tab 1 (a)

<sup>44</sup> Landeshauptstadt Dresden, F. 16

<sup>45</sup> Vgl. ebd.

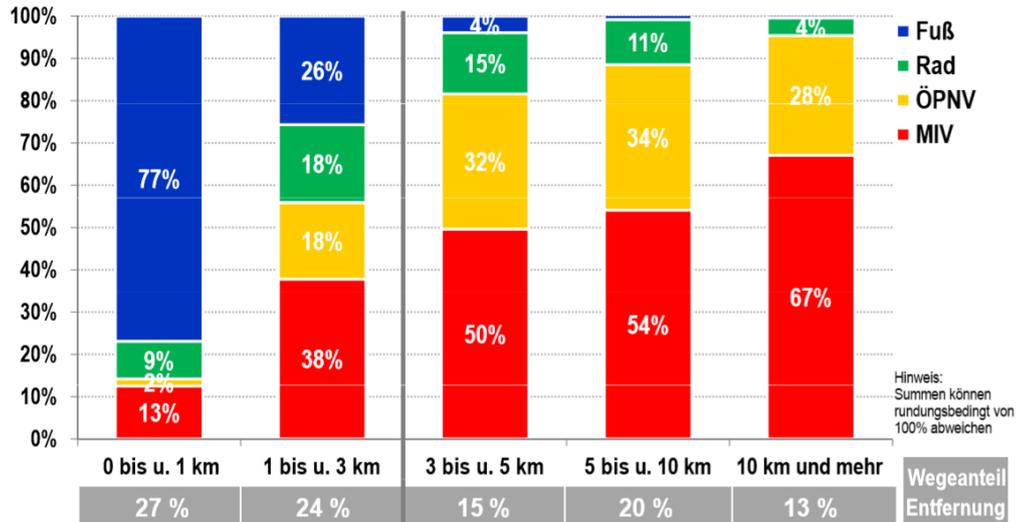


Abbildung 5: Verkehrsmittelwahl nach Entfernungsklassen<sup>46</sup>

Hinsichtlich der Entfernungsklassen ist festzustellen, dass der Radverkehr mit einem Anteil von 18% bei einer Distanz von einem bis unter drei Kilometern seinen Höchstwert erreicht, aber auch bei Wegen mit 10km oder mehr noch einem Anteil von 4% vorweisen kann. Er liegt dabei in allen Klassen hinter den Wegezahlen des MIV und besitzt auch nur bei den sehr kurzen Wegen einen höheren Anteil als der ÖPNV.

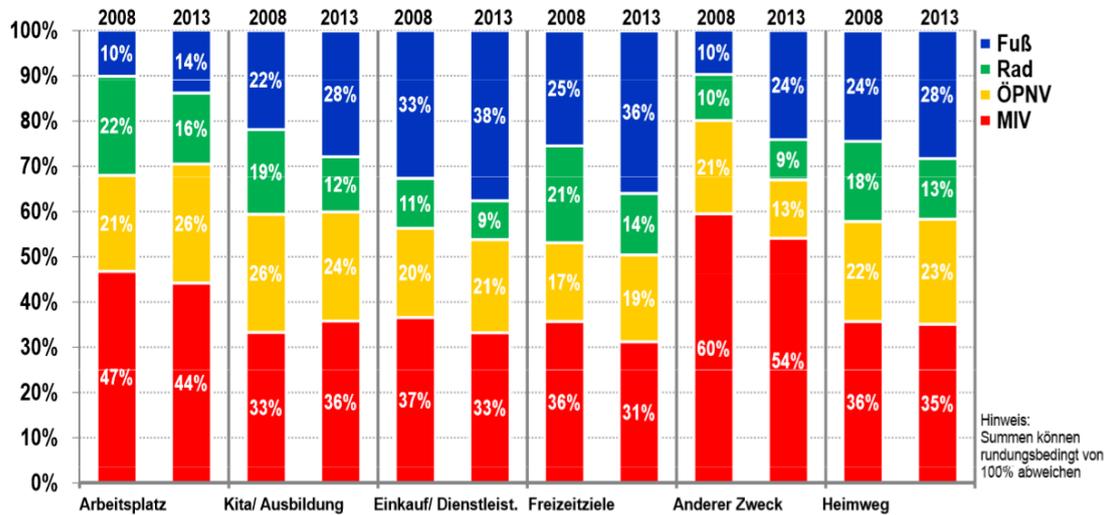


Abbildung 6: Verkehrsmittelwahl nach Wegezweck<sup>47</sup>

Bei der Einordnung nach dem Wegezweck fällt auf, dass im Vergleich zu 2008 der Radverkehrsanteil in sämtlichen Klassen mehr oder weniger stark gesunken ist. Der

<sup>46</sup> Landeshauptstadt Dresden, F. 17

<sup>47</sup> Ebd., F. 18

höchste Anteil ist bei den Wegen zum Arbeitsplatz zu finden, wohingegen bei Einkäufen/Dienstleistungen und sonstige Zielen deutlich seltener auf das Fahrrad zurückgegriffen wird.

Hinsichtlich der geschlechterspezifischen Verfügbarkeiten kann festgehalten werden, dass Männer mit 74% deutlich häufiger den Zugang zu einem Fahrrad haben als Frauen mit 65%.<sup>48</sup> Ähnlich verhält es sich bei den Anteilen für die Pkw-Verfügbarkeit, die mit 70 bzw. 62 Prozent jeweils etwas niedriger liegen.<sup>49</sup> Bei einer Zeitkarte für den öffentlichen Verkehr ist jedoch der Verfügbarkeitsanteil der Frauen mit 47% fast 20% höher als der 39%-Anteil der Männer, während Elektrofahrräder mit einer Verfügbarkeit von nur 1% bei beiden Geschlechtern noch keine große Verbreitung aufweisen können.<sup>50</sup>

Als Fazit wurde für Dresden unter anderem festgestellt, dass die Nutzungshäufigkeit des Pkw, trotz höherer Verfügbarkeit, sinkt und dadurch die umweltfreundlicheren Alternativen profitieren, was zumindest teilweise auch auf die im Mittel gesunkenen Weglängen zurückzuführen ist.<sup>51</sup>

Um die Kennwerte für Dresden besser einordnen zu können, werden diese nun mit der Stadtgruppe der Großstädte über 500.000 Einwohnern (außer Berlin) verglichen, in der neben Dresden noch Bremen, Düsseldorf, Frankfurt am Main und Leipzig vertreten sind. Die Wegehäufigkeit zeigt mit durchschnittlich 3,5 Wegen pro Person und Tag bzw. einem Wert von 3,8 für mobile Personen keine großen Auffälligkeiten.<sup>52</sup> Interessant sind hingegen die Mittelwerte bezüglich Dauer, Entfernung und Geschwindigkeit der Wege.<sup>53</sup> Die Dauer ist im Schnitt der Städtegruppe nämlich trotz längerer Wege geringer, was zu einer um ca. 2km/h höheren Durchschnittsgeschwindigkeit und darüber hinaus auch noch zu einer im Mittel fast 5min kürzeren täglich im Verkehr verbrachte Zeit führt.<sup>54</sup>

---

<sup>48</sup> Landeshauptstadt Dresden, F. 20

<sup>49</sup> Ebd.

<sup>50</sup> Ebd.

<sup>51</sup> Vgl. Landeshauptstadt Dresden, F. 23

<sup>52</sup> Ahrens, SrV-Stadtgruppe: Oberzentren, Tab 1.1

<sup>53</sup> Hierbei wurden nur die gültigen Wege betrachtet, was für die Auswertungen aus Dresden jedoch auch zutreffen sollte.

<sup>54</sup> Ahrens, SrV-Stadtgruppe: Oberzentren, Tab 1.1

Für die Anzahl der herkömmlichen Fahrräder wurde ermittelt, dass diese bei ca. 1,62 pro Haushalt liegt, während der Wert für Elektroräder erst bei 0,02 steht.<sup>55</sup> Damit liegen beide Werte jeweils nur knapp über dem Dresdner Schnitt von 1,6 bzw. 0,01 (Elektro-) Fahrrädern je Haushalt.<sup>56</sup>

Leihräder werden generell von nur 3,3% aller Personen über 14 Jahren genutzt, wobei mit knapp über 5% der größte Anteil bei den 25 bis unter 45-jährigen zu finden ist.<sup>57</sup> In Dresden sind es insgesamt jedoch nur 1,2%<sup>58</sup>, was auf einen deutlichen Nachholbedarf der Landeshauptstadt hinweist

Im Modal-Split über alle Wege weist der Radverkehr einen Anteil von fast 15% auf, während im reinen Binnenverkehr noch 1,5% mehr zu verzeichnen sind, wohingegen beim Quell-/Zielverkehr der Anteil nur bei ca. 4% liegt.<sup>59</sup> Dieser Anteil am Modal-Split liegt dann doch deutlich über den Dresdner Werten von 11,7 bzw. 12,6 Prozent<sup>60</sup>, was aber, wie schon erwähnt, durchaus eine wetterbedingte Ursache haben könnte.

Bezüglich der verschiedenen Wegeziele wurde ermittelt, dass mit 17,3 bzw. 16,5 Prozent die größten Anteile des Radverkehrs bei den Wegen zur Kita/Schule/Ausbildung bzw. zum eigenen Arbeitsplatz liegen, während mit ca. 12% die niedrigsten Werte bei Einkauf/Dienstleistungen und sonstigen Wegen liegen.<sup>61</sup> Damit liegen die Dresdner Werte bezüglich der Wegeziele (eigener) Arbeitsplatz und Freizeit etwa auf dem Niveau des Städteschnitts, während v. a. der Anteil für Wege zur Kita, Schule oder Ausbildungsstätte etwa 5% weniger beträgt und somit deutlich geringer ausfällt.

Ein interessanter Punkt ist wetterbedingt die Verteilung des Modal-Splits über die Quartale. So nutzen von Januar bis März nur etwa 7,5% das Fahrrad, während es von April bis Juni annähernd 20% sind.<sup>62</sup> Von Juli bis September beträgt der Anteil mit fast 18% dann etwas weniger und im letzten Quartal wird mit knapp 15 Prozent nur noch ein durchschnittlicher Wert erreicht.<sup>63</sup> Das bedeutet, dass das Fahrrad in den aus-

---

<sup>55</sup> Ahrens, SrV-Stadtgruppe: Oberzentren, Tab 2.1

<sup>56</sup> Ahrens, Städtevergleich, Tab 8 (a)

<sup>57</sup> Ahrens, SrV-Stadtgruppe: Oberzentren, Tab 3.20

<sup>58</sup> Ahrens, Städtevergleich, Tab 15 (a)

<sup>59</sup> Ahrens, SrV-Stadtgruppe: Oberzentren, Tab 5.3

<sup>60</sup> Ahrens, Städtevergleich, Tab 11 (a) & 12 (a)

<sup>61</sup> Ahrens, SrV-Stadtgruppe: Oberzentren, Tab 5.5

<sup>62</sup> Ebd., Tab 6.16

<sup>63</sup> Ebd.

gewählten Städten zwar durchaus auch in den Wintermonaten genutzt wird, eine saisonale Komponente jedoch nicht von der Hand zu weisen ist, was auf die anderen drei Verkehrsmittel nur in Teilen zutrifft.

Ein wichtiger Punkt sind noch die durchschnittlichen Kennwerte zu Dauer, Entfernung und Geschwindigkeit der verschiedenen Verkehrsmittel.<sup>64</sup> Hierbei liegt das Fahrrad mit bei einer Weglänge von 3,3km und einer Dauer von 17min, was zu einer Geschwindigkeit von 11,5km/h führt, jeweils an 3. Stelle der Verkehrsmittel.<sup>65</sup> Für Dresden ergeben sich mit einer durchschnittlichen Entfernung von 4km bei einer Dauer von 20min und einer Geschwindigkeit von 12km/h durchgängig höhere Werte (v. a. für Dauer und Distanz)<sup>66</sup>, was grundsätzlich für den Radverkehr in Dresden spricht.

In Bezug auf die Entfernung ist festzustellen, dass über 2/3 aller Radfahrten bei einer Distanz von bis zu 3km stattfinden und mit wachsender Kilometerzahl der Anteil relativ kontinuierlich abnimmt.<sup>67</sup> Verglichen mit den anderen Verkehrsmitteln kommt der Radverkehr bei den Wegen zwischen mehr als einem und max. 3 Kilometern mit fast 27% auf den zweithöchsten Anteil, ebenso wie bei der Entfernungsklasse bis einen Kilometer mit allerdings nicht einmal 13%, während zwischen über 3km und 5km als dritthäufigstes Verkehrsmittel immerhin ein Anteil von etwa 18,5% erreicht wird.<sup>68</sup>

Für die Verkehrsleistung, unter Berücksichtigung aller gültigen Wege, ergibt sich für das Fahrrad ein Wert von 1,8km je Person und Tag, was einem Gesamtanteil von etwa 8,4% entspricht.<sup>69</sup> Für die spezifische Verkehrsleistung der Radfahrten von Dresden wurde ein minimal geringerer Wert von 1,7km bzw. 8,2%-Gesamtanteil ermittelt.<sup>70</sup>

Ein letzter wichtiger Punkt sind die Anteile des Radverkehrs an den unterschiedlichen Quelle-Ziel-Gruppen. Relativ hohe Werte (zwischen 18,4% und 19,7%) werden in den Gruppen Wohnen – Arbeiten, Wohnen – Bildung und Wohnen – Dienstlich bzw. deren Rückwegen erreicht, während für Wege (bzw. deren Rückwege) wie Wohnen – Einkaufen, Sonstiges – Arbeiten und Sonstiges – Sonstiges nur relativ niedrige Anteile (zwischen 9,4% und 12,8%) erzielt werden.<sup>71</sup>

---

<sup>64</sup> Dabei wurden erneut nur die gültigen Wege herangezogen.

<sup>65</sup> Ahrens, SrV-Stadtgruppe: Oberzentren, Tab 7.4.1

<sup>66</sup> Ahrens, Städtevergleich, Tab 16 (a), 17 (a) & 18 (a)

<sup>67</sup> Ahrens, SrV-Stadtgruppe: Oberzentren, Tab 10.1 (wieder nur gültige Wege)

<sup>68</sup> Ebd., Tab 10.2 (wieder nur gültige Wege)

<sup>69</sup> Ebd., Tab 14.2 (wieder nur gültige Wege)

<sup>70</sup> Ahrens, Städtevergleich, Tab 13 (a)

<sup>71</sup> Ahrens, SrV-Stadtgruppe: Oberzentren, Tab 18.1

Eine gute, wenn auch nicht so wissenschaftliche, Vergleichsmöglichkeit deutscher Städte hinsichtlich des Radverkehrs bietet der ADFC-Fahrradklima-Test. Diese Untersuchung findet, ähnlich wie beim SrV, in Form einer Umfrage statt, nur dass dabei die Grundgesamtheit als mehrheitlich fahrradaffin eingeschätzt werden muss. Die Bewertung der Städte und Gemeinden erfolgt über Fragen zu verschiedensten fahrradbezogenen Themen mittels des Schulnotensystems, bei dem am Ende anhand der Durchschnittsnote ein Ranking aufgestellt wird. Dresden belegte im Test des letzten Jahres, ähnlich wie bei der vorherigen Auflage von 2012, mit einer Gesamtnote von 3,92 und Platz 20 von 39, nur einen Mittelfeldplatz im Ranking der Städte über 200.000 Einwohnern, wobei die mittleren Bewertungen zwischen 2,5 für die Erreichbarkeit des Stadtzentrums und 5,0 für den Winterdienst auf Radwegen schwankten.<sup>72</sup>

Auch der ADAC hat im Jahr 2014 zwölf deutsche Großstädte auf ihre Fahrradtauglichkeit getestet, indem 6 verschiedene Kategorien (mit unterschiedlicher Wichtung) in einer 5er-Skala von sehr gut bis schlecht bewertet wurden, wobei auch die Erkenntnisse aus Vor-Ort-Befahrungen der Radverkehrsanlagen in die Bewertung einfließen. Dresden landete hierbei mit einer unterdurchschnittlichen Gesamtbewertung, wie Dortmund, auf dem vorletzten Platz, wobei der Stadt zu Gute gehalten wurde, „dass sie nicht auf eine langjährig gewachsene, anforderungsgerechte Infrastruktur für Radfahrer zurückgreifen kann und schlechtere Ausgangsbedingungen hatte als viele westdeutsche Städte.“<sup>73</sup>

Als letzter Punkt in diesem Abschnitt sollen die Ergebnisse des BYPAD-Audits von 2011/2012 kurz vorgestellt werden. „Das BYPAD-Audit in Dresden verfolgt das Ziel, die Radverkehrspolitik in Dresden einzuschätzen sowie Vorschläge und Ziele bzw. Maßnahmenvorschläge zur Verbesserung der Bedingungen des Radverkehr[s] zu entwickeln.“<sup>74</sup> „Dresden wurde [dabei] mit einer Gesamtbewertung von 2,3 [von max. 4 erreichbaren Punkten] im Übergang von der Stufe 2: „Isolierter Ansatz (reine Radverkehrspolitik)“ zur Stufe 3: „System-orientiert (systematische Radverkehrspolitik)“ eingestuft.“<sup>75</sup> Als Stärken wurden für Dresden unter anderem recht gute Grundvoraussetzung durch mehrheitlich kurze und flache (und damit potentiell fahrradgeeignete)

---

<sup>72</sup> ADFC: Fahrradklima-Test 2014 Ergebnistabelle (pdf), F. 1; [www.adfc.de/misc/filePush.php?mimeType=application/pdf&fullPath=http://www.adfc.de/files/2/35/499/553/ADFC-Fahrradklima-Test\\_2014\\_Ergebnistabelle\\_gesamt.pdf](http://www.adfc.de/misc/filePush.php?mimeType=application/pdf&fullPath=http://www.adfc.de/files/2/35/499/553/ADFC-Fahrradklima-Test_2014_Ergebnistabelle_gesamt.pdf) [Abrufdatum: 30.08.2014]

<sup>73</sup> ADAC: Test 2014: Radfahren in Städten – Fazit (Website); <https://www.adac.de/info-testrat/tests/strassen/radwege/2014/default.aspx?tabid=tab1> [Abrufdatum: 30.08.2015]

<sup>74</sup> BYPAD Konsortium, S. 10

<sup>75</sup> Ebd., S. 11

Wege und eine große Zahl an Studenten, der bereits relativ hohe und dabei weiter steigende Radverkehrsanteil, das Monitoring durch SrV und Fahrradzählschleifen, sowie die Fahrradmitnahmemöglichkeit in den öffentlichen Verkehrsmitteln, benannt.<sup>76</sup> Als Schwächen wurden hingegen ausgemacht, dass, unter anderem, eine recht hohe Unfallgefahr, verursacht durch eine teilweise schlechte Integration und eine allgemein noch ziemlich niedrige Akzeptanz des Radverkehrs, besteht und dass von politischer Seite der Radverkehr (noch) nicht genügend Unterstützung erfährt, wie beispielsweise das Fehlen eines stadtweiten Radverkehrskonzeptes zeigt.<sup>77</sup>

---

<sup>76</sup> Vgl. BYPAD Konsortium, S. 80

<sup>77</sup> Vgl. ebd., S. 81

### 3. Praktischer Teil

Um die Zielgruppe der potentiellen Radfahrer in Dresden empirisch zu untersuchen, sollen in diesem Kapitel als Erstes die Daten aus dem zuvor beschriebenen SrV-Datensatz einer deskriptiven Auswertung auf Personen- bzw. Wegeebene unterzogen werden. Anschließend soll die Diskriminanzanalyse auf diesen beiden Datenebenen angewendet werden.

Bevor die statistischen Auswertungen erfolgen können, muss der Ausgangsdatsatz mit fast 11.100 Beobachtungen<sup>78</sup> auf die potentiellen Radfahrer reduziert werden. Diese Einteilung auf Basis der erhobenen Daten ist keinesfalls einfach oder deckt sich in jedem Fall mit der Realität, sie soll aber dennoch bestmöglich vollzogen werden.

Als erstes Ausschlusskriterium werden die im Haushalt vorhandenen und dabei verkehrstüchtigen Fahrräder gewählt. Haushalte ohne ein solches Rad werden gelöscht. Nun könnte auch argumentiert werden, dass die Benutzung in Form eines Leihrades trotzdem möglich wäre, doch es wurde im verwendeten Datensatz tatsächlich kein einziger Weg mit einem Leihrad zurückgelegt und auch nur etwa jede hundertste Person gab an, generell Mietfahrräder zu nutzen.<sup>79</sup> Diese Option war also noch keine echte Alternative für die Dresdner Bevölkerung und ist generell wohl auch eher attraktiv für Touristen.

Als nächster Schritt soll das Vorhandensein eines betriebsbereiten Fahrrades als Ausschlusskriterium erweitert werden, indem die, zumindest eingeschränkte, Verfügbarkeit am Stichtag vorausgesetzt wird. Hierbei werden also all jene Personen eliminiert, die angegeben haben, dass sie keinen Zugang zu einem solchen Rad hatten bzw. die dazu keine Angaben gemacht haben.

Weiterhin werden all diejenigen Personen gelöscht, die am Stichtag keinen (relevanten) Weg zurückgelegt haben, da sie somit auch nicht das Rad als Verkehrsmittel hätten nutzen können.

---

<sup>78</sup> Diese umfassen am Stichtag zurückgelegte Wege plus diejenigen Personen, die an diesem Tag keinen (relevanten) Weg zurückgelegt haben

<sup>79</sup> Trotzdem haben 2 Personen aus dem Datensatz ohne ein im Haushalt verfügbares Rad am Stichtag Wege mit dem Fahrrad zurückgelegt. Eine plausible Erklärung hierfür könnte sein, dass sie sich ein Rad von bspw. einem Freund geliehen haben.

Als nächstes Selektionskriterium wird die körperliche Gesundheit der jeweiligen Person festgelegt. Da eine Mobilitätseinschränkung in den meisten Fällen das Fahrradfahren nicht zulässt, werden im Datensatz nur Personen mit der Angabe „keinerlei Mobilitätseinschränkung“ belassen. Es wurden also auch diejenigen Personen aussortiert, die bei dieser Frage keine Angaben gemacht haben.

Als letztes Kriterium wird nun das Alter gewählt. Hierbei wird überprüft, ab und bis zu welchem Alter das Fahrrad als Verkehrsmittel genutzt wurde. Überraschenderweise begann die Nutzung bereits bei einjährigen Kindern<sup>80</sup>, allerdings nur in Begleitung (der Eltern?). Erst ab 8 Jahren wurden Wege mit dem Rad ohne Begleitung absolviert, womit die untere Altersgrenze definiert ist. Bei der oberen Altersgrenze wird ebenfalls nach den tatsächlich realisierten Wegen geschaut. Hierbei stellt sich heraus, dass erst ab 88 Jahren keine Wege mehr mit dem Rad zurückgelegt wurden. Damit ergibt sich ein Altersintervall von 8 bis 87 Jahren, welches bereits aufzeigt, dass das Rad ein Fortbewegungsmittel für nahezu alle Altersschichten ist.

### 3.1 Deskriptive Analyse

Im Folgenden soll der SrV-Datensatz der potentiellen Radfahrer aus Dresden im Hinblick auf Personen und Wege deskriptiv ausgewertet werden. Das Hauptaugenmerk der ersten Analyse liegt auf den Unterschieden zwischen Radfahrern und Nicht-Radfahrern, bei der neben sozioökonomischen auch verkehrsspezifische Merkmale betrachtet werden sollen. Die Einteilung in diese beiden Gruppen soll dabei allein anhand der Nutzung des Fahrrades am Stichtag erfolgen. Im Anschluss daran soll auf Wegebene auf die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der 4 Hauptverkehrsmittel Fuß, Rad, MIV und ÖPV eingegangen werden, wobei nur gültige Wege, also solche mit einer Länge von unter 100km, betrachtet werden. Als Variablen sollen typische Wegemerkmale dienen, wobei auf die mit dem Fahrrad zurückgelegten Wege besonders stark eingegangen werden soll.

---

<sup>80</sup> Hier stellt sich auch die Frage, ob dies in Form von Dreirädern geschehen ist, welche im engeren Sinne wohl nicht zu den Fahrrädern zu zählen sind, oder aber die Wege als Mitfahrer auf einem Kindersitz oder –Anhängen zurückgelegt wurden.

### 3.1.1 Auswertung auf Personenebene

In diesem Kapitel sollen nun die personenbezogenen Variablen untersucht werden, wobei insbesondere zwei Personengruppen miteinander verglichen werden sollen: diejenigen Personen die am Stichtag mindestens einen Weg mit dem Fahrrad als Hauptverkehrsmittel zurückgelegt haben und diejenigen, die am Stichtag alle Wege mit anderen (Haupt-) Verkehrsmitteln bestritten haben. Hierbei soll sich zeigen, ob zwischen diesen beiden Gruppen Unterschiede bezüglich der ausgewählten Merkmale bestehen. Insgesamt stehen exakt 1821 Beobachtungen für die Analyse zur Verfügung. Dabei ist noch anzumerken, dass die Gruppe der Nicht-Radfahrer mit einem Anteil von ca. 77,5% fast dreieinhalbmal so groß ist wie die der Radler.

Zu Beginn werden die beiden Variablen Alter und Geschlecht untersucht. Bei Letzterem ergibt sich insgesamt eine nahezu ausgeglichene Bilanz. Bei den am Stichtag Rad fahrenden Personen sind die Männer mit über 50,7% leicht in der Überzahl, während bei den Nicht-Radlern die Frauen mit knapp 50,2% einen minimalen Mehranteil aufweisen. Dieser (kleine) Unterschied bezüglich der beiden Gruppen erweist sich jedoch beim Chi-Quadrat-Test mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von über 74% als keinesfalls signifikant.

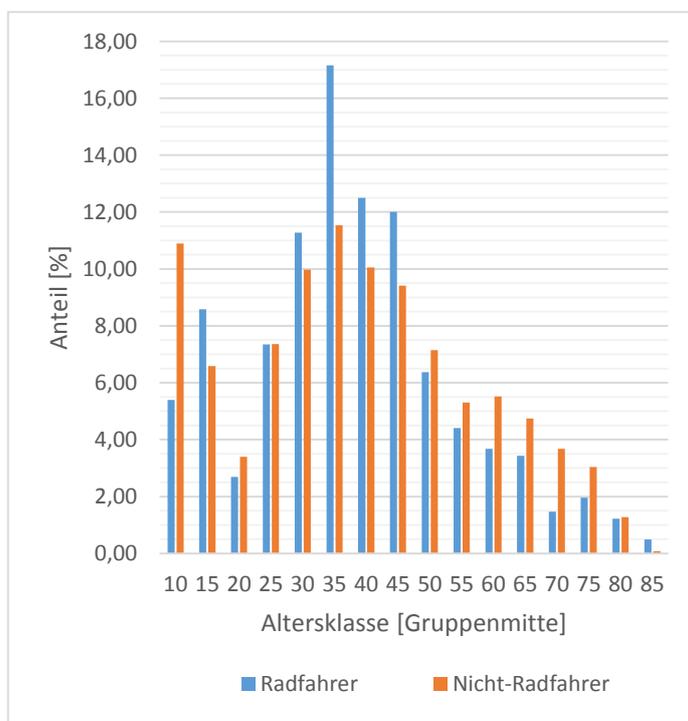


Abbildung 7: Altersklassenverteilung

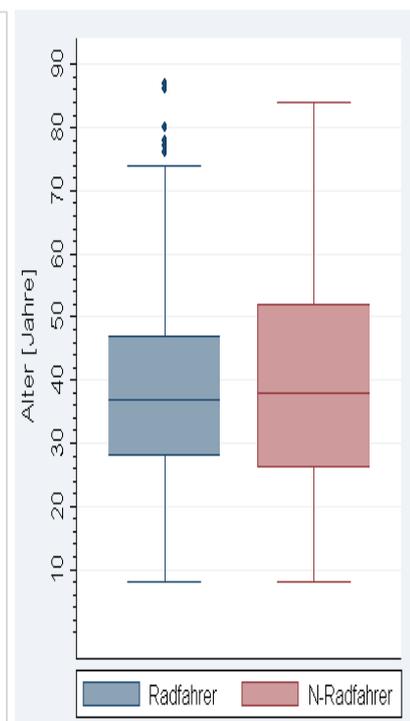


Abbildung 8: Alter

Beim Alter errechnet sich für die Radfahrer ein Mittelwert von etwa 37,85 Jahren, welcher ca. 0,8 Jahre unter dem der Nicht-Fahrer-Wert liegt. Doch auch dieser Unterschied ist mit einer Fehlerwahrscheinlichkeit von über 42% nicht als signifikant einzustufen. Werden die Personen jedoch in diverse Altersklassen eingeteilt, so zeigen sich doch teilweise ziemlich deutliche Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

In Abbildung 7 ist zu erkennen, dass die Radfahrer mit einem Gesamtanteil von über 50% in der Alterskategorie von 28 bis 47 Jahren besonders stark vertreten sind, während die Nicht-Radler v. a. zwischen 48 bis 77 Jahren und in der niedrigsten Altersklasse von 8 bis 12 Jahren höhere Anteile aufweisen. Der Boxplot in Abbildung 8 zeigt darüber hinaus, dass Radfahrer über 75 Jahren am Stichtag die absolute Ausnahme darstellten.

Als Nächstes werden die jeweils höchste Schul- und Berufsausbildung, sowie die Erwerbstätigkeit untersucht. Bei Ersterem fällt auf, dass unter denjenigen Personen, die (bereits) einen Schulabschluss besitzen, die Radfahrer im Durchschnitt öfter einen höheren Abschluss besitzen und dieser Unterschied erweist sich sogar als höchstsignifikant, v. a. bei der Abiturquote. Im Gegensatz dazu gibt es bei den Menschen (noch) ohne Schulabschluss keinen ernstzunehmenden Unterschied.

Alle Angaben in %	Radfahrer	N.-Radfahrer	Signifikanzniveau
8. Klasse-A.	2,22	6,05	0,2134
10. Klasse-A.	18,47	28,27	0,0072
Abitur o. Ä.	64,53	47,65	0,0000
ohne Schula.	14,78	18,02	12,837

Abbildung 9: Schulausbildung<sup>81</sup>

Alle Angaben in %	Radfahrer	N.-Radfahrer	Signifikanzniveau
Lehre o. Ä.	16,13	27,32	0,0004
Fachakademie o. Ä.	8,68	11,07	16,963
(Fach-) Hochschule	54,59	38,68	0,0000
ohne Berufsabschl.	20,60	22,93	32,196

Abbildung 10: Berufsausbildung<sup>82</sup>

<sup>81</sup> Die genaue Einteilung der Schulabschlüsse lautet wie folgt:

Haupt- oder Volksschulabschluss, POS 8.Klasse | Realschulabschluss/ Mittlere Reife, POS 10.Klasse | Allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife (Abitur) | (Noch) ohne Schulabschluss

<sup>82</sup> Die genaue Einteilung der Berufsabschlüsse lautet folgendermaßen:

Lehre, Berufsfachschule, Handelsschule | Meister-/Technikerschule, Fachschule, Berufs-/ Fachakademie | Hoch- oder Fachhochschulabschluss | (Noch) ohne Berufsausbildung

Ähnlich verhält es sich bei der Berufsausbildung. Bei den Personen ohne abgeschlossene Berufsausbildung gibt es ebenfalls keine echte Diskrepanz zwischen den Gruppen, aber bei denjenigen Personen, die bereits eine Berufsausbildung abschließen konnten, weisen die Radfahrer, wiederum äußerst signifikant, den höheren Abschluss auf, was sich besonders in der höheren (Fach-) Hochschulabsolventen-Quote zeigt. Mit insgesamt deutlich über 40% erscheint diese Quote ziemlich hoch, was vielleicht einen Hinweis darauf liefert, dass die Rücklaufquote der SrV-Umfrage bei den Dresdner Akademikern deutlich erhöht ist.

Auch bei der Untersuchung der Erwerbstätigkeit setzt sich der Trend der Gruppenunterschiede fort. Während die Radfahrer mit recht hoher Signifikanz eine höhere Erwerbsquote und einen niedrigeren Erwerbslosenanteil aufweisen, so gibt es in Hinblick auf die noch in der Ausbildung befindlichen Personen keinen großen Unterschied.

Alle Angaben in %	Radfahrer	N.-Radfahrer	Signifikanzniveau
erwerbstätig	65,67	59,15	1,8441
in Ausbildung	23,38	24,84	55,037
n. erwerbstätig	10,95	16,01	1,1946

Abbildung 11: Erwerbstätigkeit

Alle Angaben in %	Radfahrer	N.-Radfahrer	Signifikanzniveau
Rentner	8,13	12,78	1,0351
18-34h / Woche	15,76	10,22	0,1991
Schüler	14,78	17,81	15,281

Abbildung 12: Erwerbsklassen (Auswahl)

Bei näherer Betrachtung der verschiedenen Erwerbsklassen zeigt sich, dass es auch hierbei teilweise zu Unterschieden zwischen den beiden Gruppen kommt. So ist der Anteil der Rentner, Pensionäre und Vorruheständler bei den Radfahrern signifikant geringer. Noch etwas deutlicher ist der Unterschied in der Kategorie der Teilzeitarbeiter (zwischen 18 und 34 Stunden pro Woche). Dort weisen die Nicht-Radfahrer mit hoher Signifikanz den kleineren Anteil auf. In der Kategorie der Schüler ist der Minderanteil der Radfahrer jedoch nicht signifikant festzustellen.

Als Nächstes wird der Pkw-Führerscheinbesitz bei den über 16-jährigen analysiert. Dabei zeigt sich, dass die Radfahrer mit einer Quote von über 94% fast 2 Prozentpunkte über der Quote der Nicht-Fahrer liegen. Dieser Unterschied erweist sich beim Chi-Quadrat-Test mit einer Fehlertoleranz von etwa 23,5% jedoch als nicht signifi-

kant. Insgesamt haben mehr als 92.5% der mindestens 17 Jahre alten potentiellen Radfahrer einen Pkw-Führerschein. Bei den mindestens 20-jährigen liegt die Quote sogar bei über 94%.

In Bezug auf die Anzahl der am Stichtag zurückgelegter Wege lässt sich festhalten, dass der Mittelwert über alle Personen bei 3,84 liegt, wobei nur gültige Wege gezählt wurden.<sup>83</sup> In Bezug auf die als Radfahrer klassifizierten Personen liegt der Durchschnittswert mit fast 4,5 Wegen am Tag um etwa 1/4 höher als bei den Nicht-Radlern. Dieser Unterschied erweist sich beim Signifikanztest mit einem p-Wert von  $3,5 \times 10^{-13}$  als extrem signifikant.<sup>84</sup>

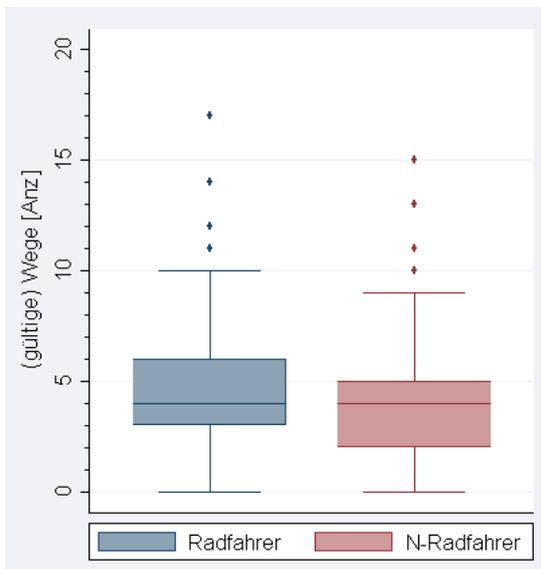


Abbildung 13: (gültige) Wege

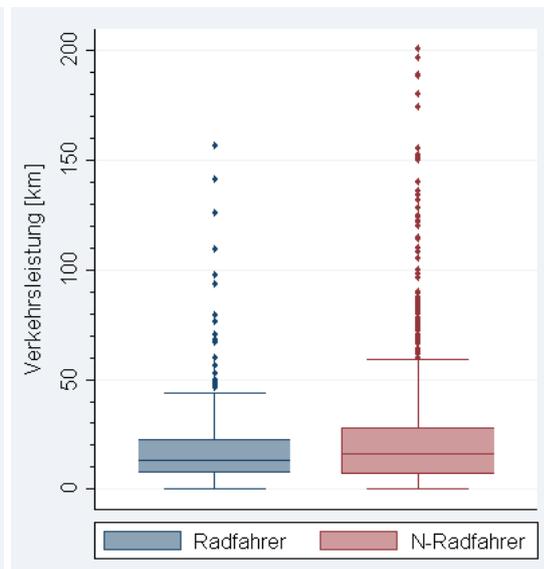


Abbildung 14: Verkehrsleistung

Für die Verkehrsleistung am Stichtag wurden ebenfalls nur gültige Wege ausgewertet, um große Verzerrungen (durch z. B. Flüge) zu vermeiden. Dadurch ergibt sich ein Mittelwert von 23,3km bei denjenigen Personen, die mindestens einen gültigen Weg zurückgelegt haben (alle anderen wurden nicht berücksichtigt). Bei den Radfahrern liegt dieser Wert mehr als 4,5km niedriger, wohingegen die Nicht-Radler fast 1,5km über dem Schnitt liegen. Diese Differenz von ca. 6km zwischen den beiden erweist sich beim t-Test mit ca.  $1,9 \times 10^{-5}$  als sehr signifikant. Trotz mehr Wegen legten also die Radfahrer am Stichtag durchschnittlich die geringere Distanz zurück.

<sup>83</sup> Die Personen ohne einen gültigen Weg wurden mit in die Berechnung einbezogen, wohingegen die Personen ganz ohne Weg schon vorher aus dem Datensatz entfernt wurden.

<sup>84</sup> Hierbei sei wiederum angemerkt, dass mit steigender Anzahl an Wegen auch die Wahrscheinlichkeit anwächst mindestens einen von diesen mit dem Fahrrad zurückzulegen (auch wenn der Pearson-Koeffizient nur bei 0,16 liegt).

Nun soll noch die durchschnittliche Weglänge pro Person am Stichtag untersucht werden, wobei wiederum nur die gültigen Wege gezählt werden. Somit ergibt sich ein Mittelwert von 6,6km je Weg. Die Radfahrer weisen jedoch nur eine durchschnittliche Weglänge von 4,3km auf und liegen damit ganze 3km unter dem Wert der Nicht-Radfahrer. Wie erwartet erweist sich diese Differenz als äußerst signifikant (mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von nur  $5,6 \times 10^{-11}$ ).

Als Nächstes werden die Verkehrsmittel Fahrrad, ÖPV und Pkw etwas näher in Augenschein genommen. Zunächst werden deren Verfügbarkeiten am Stichtag analysiert.

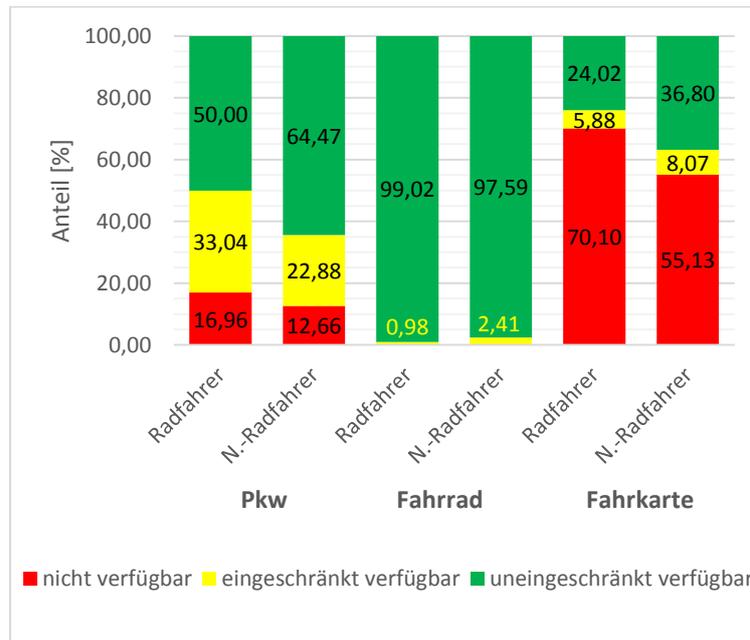


Abbildung 15: Verfügbarkeiten von Rad, Pkw & ÖPV

Hierbei werden die Möglichkeiten, jeweils dem Haushalt zugehörig, einen Pkw als Fahrer oder Beifahrer, ein betriebsbereites Fahrrad oder eine Zeitfahrkarte für Bus und Bahn zu nutzen, miteinander verglichen. Dabei stellt sich heraus, dass das Fahrrad mit Abstand die höchste Verfügbarkeit aufweist.<sup>85</sup> Unter der Prämisse, dass bei eingeschränkter Verfügbarkeit in jedem zweiten Fall die Verwendung zugesagt worden wäre, liegt die Verfügbarkeit bei den Radfahrern, also denjenigen die am Stichtag Rad gefahren sind, wenig überraschend bei annähernd 100%. Aber auch die Nicht-Radfahrer kommen mit fast 99% auf einen sehr hohen Wert, sodass sich der Unterschied zwischen beiden mit einem p-Wert von 7,6% als nicht sonderlich signifikant herausstellt.

<sup>85</sup> Hierbei gilt es wiederum zu beachten, dass nur Haushalte mit einem Fahrrad berücksichtigt sind und auch diejenigen Personen ohne Verfügbarkeit am Stichtag eliminiert wurden.

Die zweitbeste Verfügbarkeit herrscht bezüglich der Pkw-Nutzung bzw. -Mitnahme mit fast 74%. Die Radfahrer kommen hingegen auf etwa 7,5 Prozentpunkte weniger und liegen damit mehr als 9% unter dem Wert der Nicht-Radler. Dieser Unterschied weist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $2,1 \times 10^{-5}$  wiederum eine sehr hohe Signifikanz auf. Eindeutig am Niedrigsten ist die Verfügbarkeit über eine Zeitfahrkarte mit knapp 41% bei den Nicht-Radlern und nur 27% bei den Radfahrern. Die Nullhypothese der Gleichheit beider Gruppen wird beim Signifikanztest mit einer ebenfalls sehr niedrigen Irrtumswahrscheinlichkeit von  $9,9 \times 10^{-8}$  abgelehnt.

Im Folgenden wird nun die Nutzungshäufigkeit der 3 Verkehrsmittel in den 12 Monaten vor dem Befragungstermin thematisiert werden. In Abbildung 16 sind diese im Hinblick auf die beiden Personengruppen dargestellt.

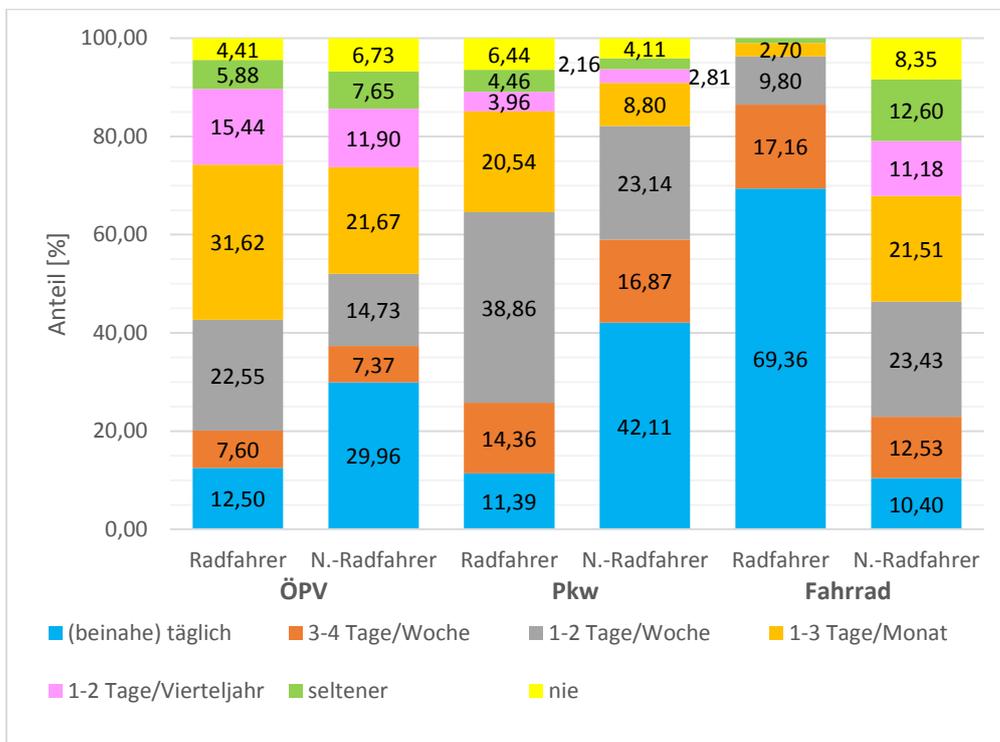


Abbildung 16: Nutzungshäufigkeit von Rad, Pkw & ÖPV

In Bezug auf den öffentlichen Verkehr ist zu erkennen, dass die Radfahrer weit weniger als halb so oft in der Kategorie der beinahe täglichen Nutzung vertreten sind wie die Nicht-Fahrer. Dafür sind ihre Anteile im mittleren Bereich (2 Tage pro Woche bis einmal pro Vierteljahr) deutlich höher. Noch etwas deutlicher sind diese Unterschiede in Bezug auf die Pkw-Nutzung. Hierbei ist der Anteil der Nicht-Radfahrer bei der häufigsten Nutzung fast 3,7-mal größer als bei den Radlern. Fast 60% aller Radfahrer

nutzte den Pkw nur 2 Tage pro Woche bis einmal im Monat und liegen in dieser Einteilung ca. 27,5% über den Nicht-Fahrern. Im Gegensatz zum ÖPV ist der MIV-Anteil der Radfahrer dann auch in den weniger häufigen Nutzungsklassen höher.

Erwartungsgemäß tauchen die allergrößten Unterschiede jedoch in Bezug auf die Radnutzung auf. Die Klasse der fast täglichen Nutzung umfasst bei den Radfahrern nahezu 7/10, während es bei den Nicht-Radlern nur etwas über 10% sind.<sup>86</sup> Im Bereich von max. 2 Tagen im Monat und seltener (bis nie) sind es bei den Radlern nur 13,5%, wohingegen die Nicht-Radfahrer mit über 77% vertreten sind.

Als Nächstes soll näher auf den öffentlichen Verkehr eingegangen werden. Hierzu soll eine Variable kreiert werden, die die ÖPV-Anbindung einer Person beschreibt. Dazu werden die Gehzeiten zur jeweils meistgenutzten Haltestelle der verschiedenen öffentlichen Verkehrsmittel<sup>87</sup> herangezogen. In die Berechnung gehen dabei nur die 3 am nächsten gelegenen Stationen<sup>88</sup> ein und werden nach folgendem Schema gewichtet: die nächstgelegene Haltestelle geht mit 60% ein, die zweitnächste mit 30% und die am drittnächsten gelegene Haltestelle wird mit den verbliebenen 10% verrechnet. Dadurch soll der These Rechnung getragen werden, dass nähergelegene Haltepunkte vermutlich häufiger genutzt werden als weiter entfernt liegende.

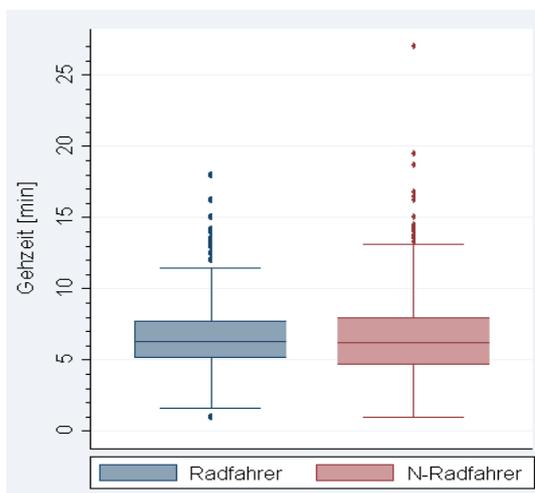


Abbildung 17: ÖPV-Anbindung

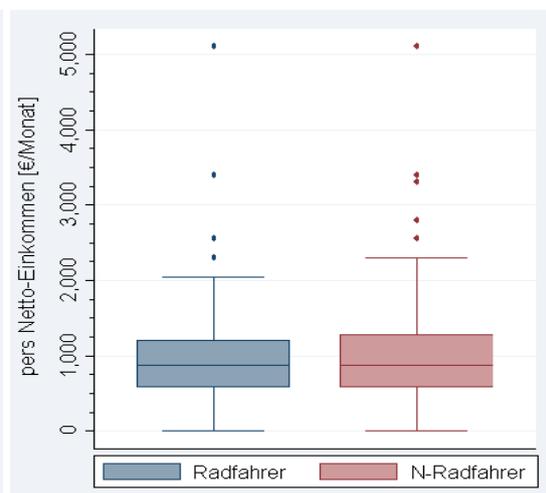


Abbildung 18: Pro-Kopf-Einkommen

<sup>86</sup> Wobei dieser Anteil in Anbetracht der Fragestellung doch relativ hoch erscheint. So zeigt sich bei näherer Betrachtung, dass mehr als ein Drittel der beinahe täglichen-Radnutzer am Stichtag das Fahrrad nicht genutzt hat (dabei sind Personen ohne Weg noch gar nicht enthalten)!

<sup>87</sup> Dabei wurde zwischen den verschiedenen Typen Bus, Straßen-, S-Bahn, Fähre und Nah-/Fernverkehrszug unterschieden.

<sup>88</sup> Beobachtungen mit nur 2 oder weniger Angaben zu diesen Gehzeiten müssen daher aus dieser Betrachtung ausgeschlossen werden.

Für die mittlere Gehzeit ergibt sich somit ein Durchschnittswert von knapp über 6,5min für die Nicht-Radfahrer und fast 6,85min für die Radler. Dieser Unterschied ergibt beim Signifikanztest einen p-Wert von über 21% und legt damit Nahe, dass es zwischen den Gruppen keinen Unterschied bezüglich der ÖPV-Anbindung gibt.

Zum Abschluss sollen nun noch die Auswertungen zu Einkommen, sowie Fahrrad- und Pkw-Besitz erfolgen. Dabei wurde die jeweilige haushaltsbezogene Variable durch die Haushaltsgröße geteilt um auf einen Durchschnittswert für jede Person des Haushalts zu kommen. Zuerst wird dabei das monatliche Netto-Einkommen betrachtet, welches als Boxplot in Abbildung 18 dargestellt ist. Es liegt im Schnitt bei ca. 1.115€ pro Person, wobei die Nicht-Radfahrer durchschnittlich fast 10€ mehr verdienen, während die Radler nur auf einen Pro-Kopf-Wert von knapp 1.090€ kommen. Diese Differenz von über 35€ im Monat stellt sich beim Signifikanztest mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von über 38% allerdings nicht als signifikant heraus.

Als Nächstes folgt die Betrachtung der privaten und dienstlichen Pkw. Wie in Abbildung 19 zu erahnen ist, liegt der Mittelwert der Radfahrer, mit 0,34 Pkw je Person, doch um einiges unter dem Wert der restlichen Personen. Die Differenz von ca. 0,13Pkw/Person (bei einem Gesamtdurchschnitt von etwa 0,44) zeigt beim t-Test mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit vom  $7,9 \times 10^{-15}$  eine extreme Signifikanz auf.

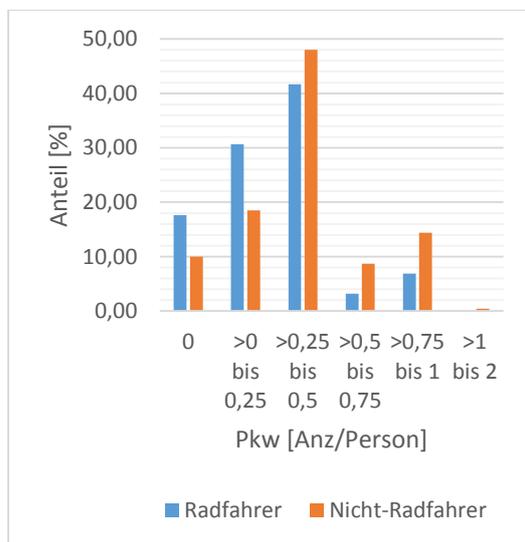


Abbildung 19: Pkw pro Person

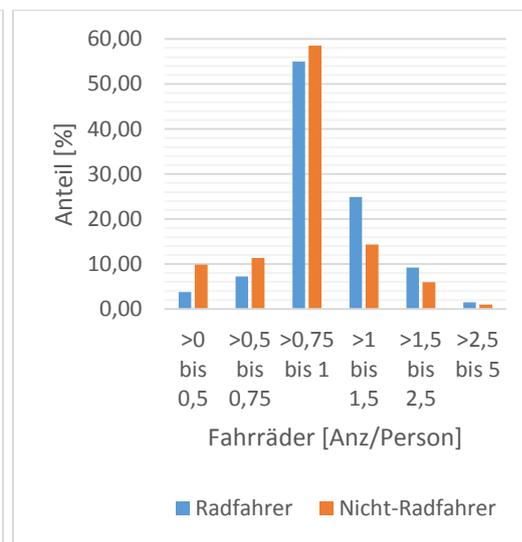


Abbildung 20: Fahrräder pro Person

In Bezug auf den Radbesitz lässt sich festhalten, dass dieser bei den Radfahrern erwartungsgemäß höher ausfällt. Mit 1,17 Fahrrädern pro Person liegt dieser bei den Radfahrern etwa 3,4-mal so hoch wie der Pkw-Wert, während bei den Nicht-Radlern mit

nur knapp über einem Rad je Person der Mittelwert nur etwa 2,2-mal höher liegt. Insgesamt sind es also fast zweieinhalbmahl mehr Fahrräder als Pkw. Der Unterschied der beiden Personengruppen hinsichtlich der Fahrradanzahl ist mit einem p-Wert von  $1,9 \times 10^{-8}$  dabei erneut höchstsignifikant.

### 3.1.2 Auswertung auf Wegeebene

In diesem Abschnitt wird nun die wegbezogene Analyse des Datensatzes erfolgen, wobei nur gültige Wege in die Auswertung einbezogen werden. Begonnen wird mit dem Modal-Split, dessen Zusammensetzung in Abbildung 21 dargestellt ist.

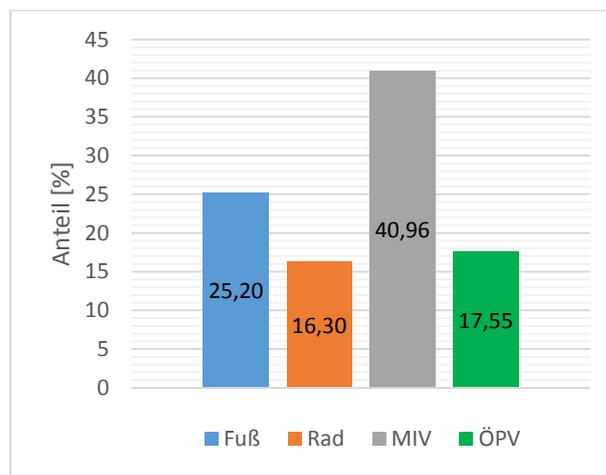


Abbildung 21: Modal-Split

Es ist zu erkennen, dass bei den potentiellen Radfahrern der MIV immer noch das beliebte Verkehrsmittel zu sein scheint. Am Stichtag wurden ziemlich genau 41% aller gültigen Wege damit zurückgelegt. Die zweitmeisten Wege, mit einem Anteil von knapp über einem Viertel, wurden zu Fuß zurückgelegt. Bei etwa 17,5% der Wege wurde der öffentliche Verkehr benutzt, während das Fahrrad an letzter Stelle nur auf einen Anteil von knapp über 16% kommt.

Als Nächstes wird untersucht wann die Wege zurückgelegt wurden, wobei die Stunde des Wegbeginns herangezogen wird. In Abbildung 22 sind die zeitlichen Verläufe der verschiedenen Verkehrsmittel grafisch veranschaulicht.

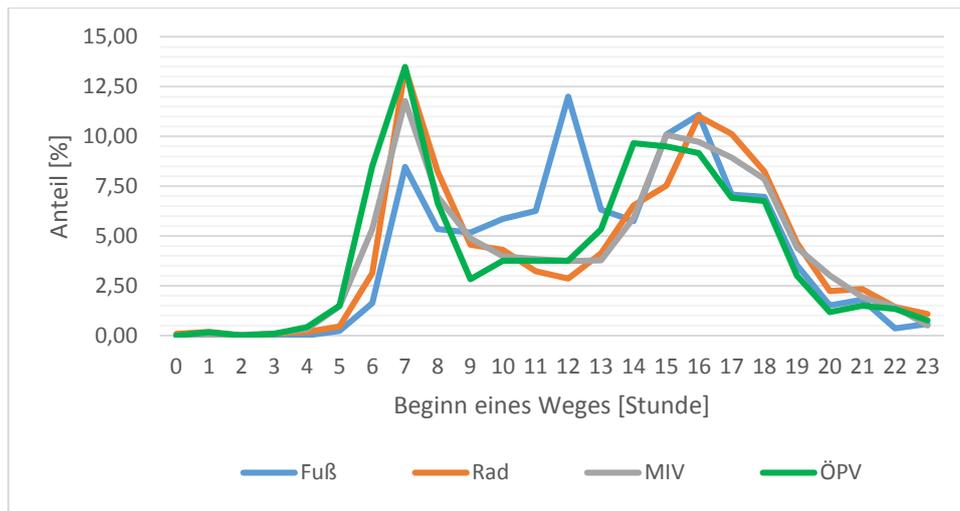


Abbildung 22: Wegbeginn der Verkehrsmittel

Auffällig ist, dass die Graphen von Fahrrad, MIV und öffentlichen Verkehr sehr ähnlich verlaufen, während am Morgen deutlich weniger Wege zu Fuß zurückgelegt werden, dafür aber in der Mittagszeit sehr viele Wege zu Fuß erfolgen. Bezüglich des Radverkehrs lässt sich festhalten, dass von Stunde 6 bis 8 fast ein Viertel aller Wege zurückgelegt werden, darunter in der 7. Stunde das absolute Maximum von fast 13,5%. In der 12. Stunde gibt es dann ein lokales Minimum von unter 3%, wohingegen nachmittags, mit einem Höchstwert von 11% in der 16. Stunde, ein zweiter Peak erreicht wird. Nach 19 Uhr werden dann, zumindest im Vergleich zu den anderen Verkehrsmitteln, mit fast 11,75% noch verhältnismäßig viele Wege mit dem Fahrrad begonnen.

Als nächster Untersuchungspunkt wird der Wegezweck herangezogen. Zur Vereinfachung werden die 19 verschiedenen Kategorien aus der Befragung zu den folgenden 6 Hauptanliegen zusammengefasst: Arbeit, Bildung, Erledigungen, Freizeit, Sonstiges und Heimwege. Zu Ersterem zählen dabei die Wege zum eigenen Arbeitsplatz und andere Dienstwege, während als Bildungsorte Kinderkrippe/-Garten<sup>89</sup>; Grund-/Mittel-/Realschule, Gymnasium; Berufs-/Fach-/Hochschule und andere Bildungseinrichtungen angesehen werden. Als Erledigungen gelten jegliche Einkäufe, Wege zu Dienstleistungseinrichtungen (z. B. Behörde, Arzt, Post, Bank, Friseur) und das Bringen oder

<sup>89</sup> Obwohl in dieser Kategorie altersbedingt eigentlich keine Wege auftreten sollten, gab es diesbezüglich im Datensatz ein paar vereinzelte Wege. Diese wurden, aufgrund der Annahme, dass diese von Eltern zurückgelegt und nur falsch eingetragen wurden (die betreffenden Personen waren alle zwischen 30 und 44 Jahre alt), dann dem Bringen bzw. Holen von Personen zugeordnet und somit doch nicht unter Bildung gezählt.

Abholen von Personen. Zur Kategorie Freizeit werden Kultur, Theater, Kino; Gaststätte/Kneipe; private Besuche; Erholung/Sport im Freien (auch Wandern, Hund ausführen o. Ä.); Sportstätten und sonstige Freizeitaktivitäten gezählt. Mit dem Heimweg sind alle Wege zurück zur eigenen Wohnung gemeint und alle bisher noch nicht aufgeführten Wegeziele werden unter sonstigen Wegen zusammengefasst.

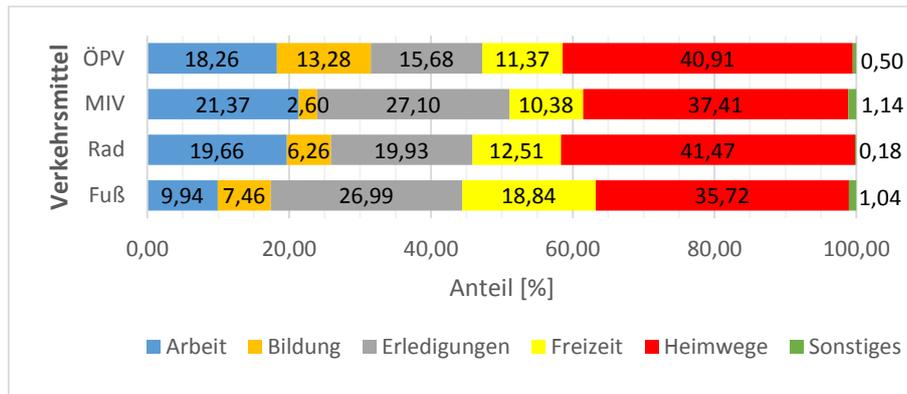


Abbildung 23: Wegezweck nach Verkehrsmittel

Aus Abbildung 23 lässt sich ablesen, dass Wege zu Fuß vergleichsweise häufig bei Freizeitaktivitäten auftreten. Auch Erledigungen, wie z. B. Einkäufe, haben mit 27% einen großen Anteil. Besonders niedrig ist allerdings der Anteil für Arbeitswege mit knapp 10%, während die anderen 3 Verkehrsmittel bei rund 20% liegen. Außerdem ist mit unter 36% der Anteil der Heimwege am Niedrigsten, was nahelegt, dass Fußwege bei Wegen die weder zu Hause begonnen, noch dahin zurückführen (also bspw. von der Arbeit zu einer Erledigung), wohl den größten Anteil aufweisen.

Die mit dem Rad zurückgelegten Wege weisen weniger offensichtliche Charakteristika auf. Sie haben mit einem Anteil von ca. 41,5% bei den Heimwegen den Maximalwert, was, davon ausgehend dass ein Wegezyklus mehrheitlich mit ein und demselben Verkehrsmittel zurückgelegt wird, darauf hinweisen könnte, dass die Wegeketten bei Radfahrern eher kurz sind bzw. meistens nur aus Hin- und Rückweg bestehen. Am zweithäufigsten treten dann Wege für Erledigungen und Arbeitswege mit jeweils fast 20% auf. Freizeitaktivitäten haben einen Anteil von 12,5%, während der Wert für Wege zur Ausbildungsstätte nur halb so groß ist. Ansonsten weisen die Radfahrten den verhältnismäßig geringsten Anteil bei den sonstigen Wegen auf, was allerdings keine stichhaltige Interpretation zulässt.

In Bezug auf die Anteile des MIV lässt sich sagen, dass dieser den jeweils höchsten Anteil bei Wegen zur Arbeit oder für Erledigungen aufweist, bei Freizeitwegen und v. a. Wegen zur Bildung allerdings die kleinsten Werte besitzt. Vor allem Schüler, Studenten etc. scheinen verhältnismäßig oft auf andere Verkehrsmittel zurückzugreifen.

Der öffentliche Verkehr zeichnet sich v. a. dadurch aus, dass dieser, bei Ausklammerung der Heim- und sonstigen Wege, eine relativ ausgeglichene Aufteilung auf die verschiedenen Wegezwecke besitzt. Den größten Anteil mit über 18% haben dabei die Arbeitswege, während Freizeitwege nur knapp 11,5% ausmachen. Verglichen mit den anderen Verkehrsmitteln sticht aber noch der Anteil von fast 13,3% für Bildungswege hervor, denn dieser ist dabei der mit Abstand größte der Vier. Von diesen Verkehrsmitteln besitzt er mit ca. 15,7% für Erledigungswege hingegen den niedrigsten Wert.

In Abbildung 24 ist nun der Modal-Split in Abhängigkeit der Wegezwecke (außer den sonstigen Wegen) dargestellt, wodurch einige der zuvor getätigten Vergleiche der relativen Anteile besser nachzuvollziehen sind. Bei Betrachtung des Diagramms fällt v. a. auf, dass bei den Bildungswegen der öffentliche Verkehr mit 37% den höchsten Anteil aufweist, wohingegen der MIV nur auf 17% und damit viel weniger als bei allen anderen Wegezwecken kommt. So besitzt der MIV bei Wegen zur Arbeit, Erledigungen und Heimwegen jeweils den höchsten Anteil. Freizeitwege werden jedoch am Häufigsten zu Fuß zurückgelegt. Das Fahrrad weist mit Werten zwischen ca. 13,5% und 18% hingegen in allen 5 Kategorien ziemlich niedrige Werte auf, ist damit allerdings auch das Verkehrsmittel mit der höchsten Konstanz bzw. der größten Unabhängigkeit vom Wegezweck.

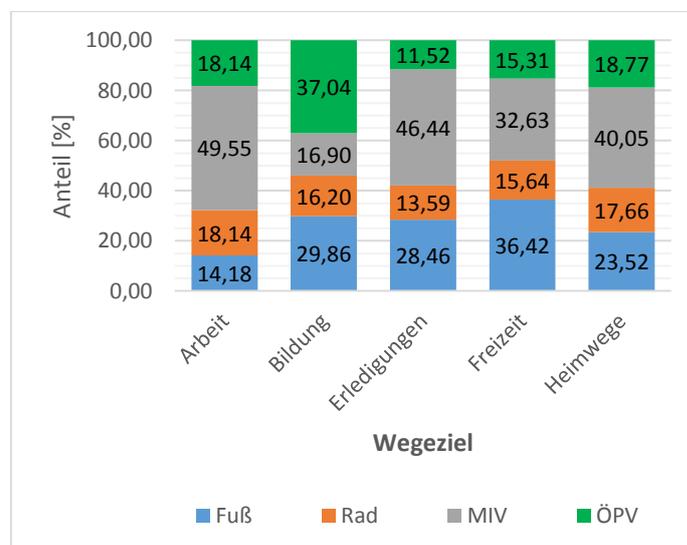


Abbildung 24: Modal-Split nach Wegezweck

Als Letztes werden nun noch die Größen Weglänge, -Dauer und Geschwindigkeit betrachtet. Ersteres zeigt schon mehrheitlich große Unterschiede zwischen den Verkehrsmitteln auf. So sind die Wege zu Fuß selten länger als 2km und mit einer durchschnittlichen Distanz von etwa 925m nur etwa ein Viertel so lang wie Wege, die mit dem Fahrrad zurückgelegt wurden. Diese können auch sehr kurz sein, aber erst ab 10km sind sie für Radfahrten eher die Ausnahme. MIV- und ÖPV-Wege sind hingegen auch bis 20km üblich und haben mit 8,7km bzw. 7,9km auch den deutlich höheren Durchschnitt vorzuweisen.

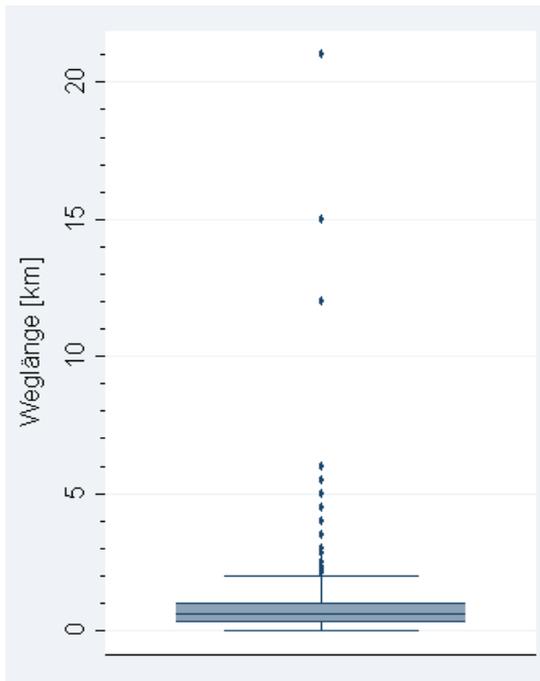


Abbildung 25: Weglänge Fuß

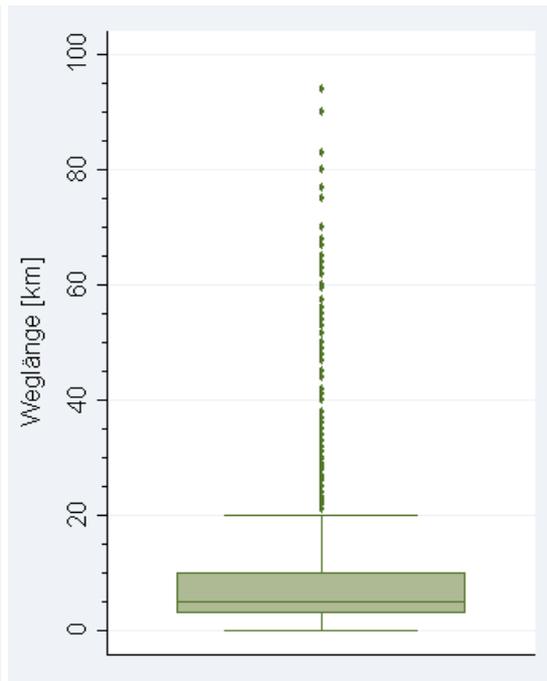


Abbildung 26: Weglänge MIV

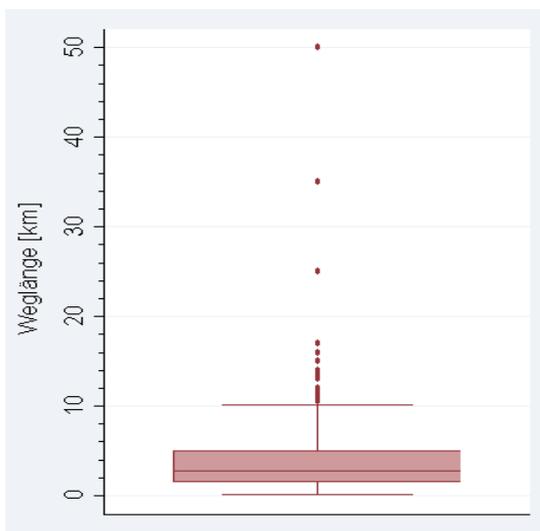


Abbildung 27: Weglänge Rad

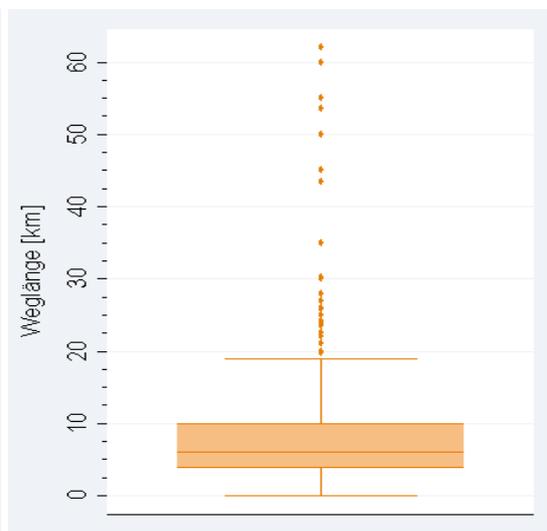


Abbildung 28: Weglänge ÖPV

Deutlich ausgeglichener ist die Bilanz bei der Dauer der Wege. Mit selten mehr als einer halben Stunde und im Schnitt ca. 13,5min weisen Wege zu Fuß die geringste Dauer auf. Mit dem Fahrrad zurückgelegte Wege sind durchschnittlich ca. 5min länger und Radfahrten mit einer Dauer von mehr als 45min sind die Ausnahme. Wege des MIV dauern mit im Mittel knapp 20min nur unwesentlich länger. Nur die ÖPV-Wege sind mit einer durchschnittlichen Dauer von fast 35min noch einmal deutlich länger und weisen mit etwa 5 bis 85 Minuten auch die größte Spannweite der Whisker auf.

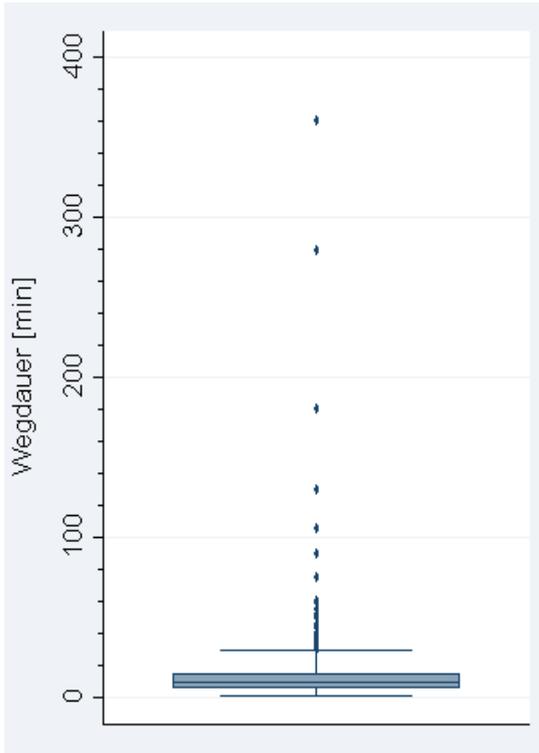


Abbildung 29: Wegedauer Fuß

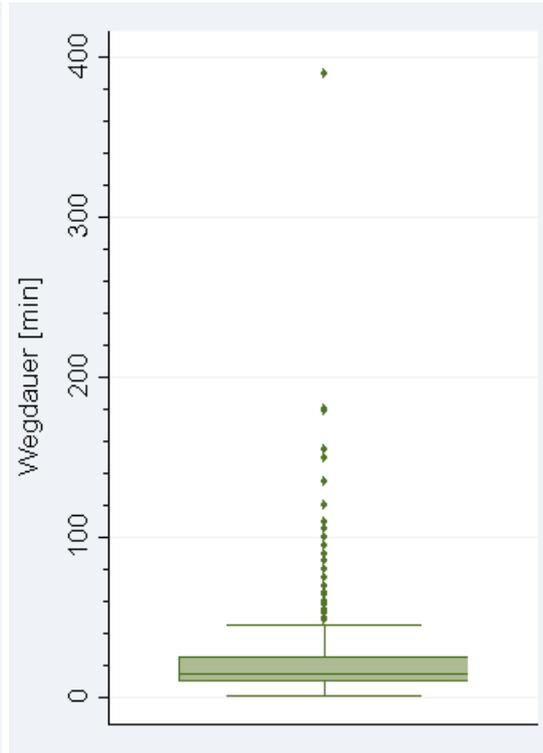


Abbildung 30: Wegedauer MIV

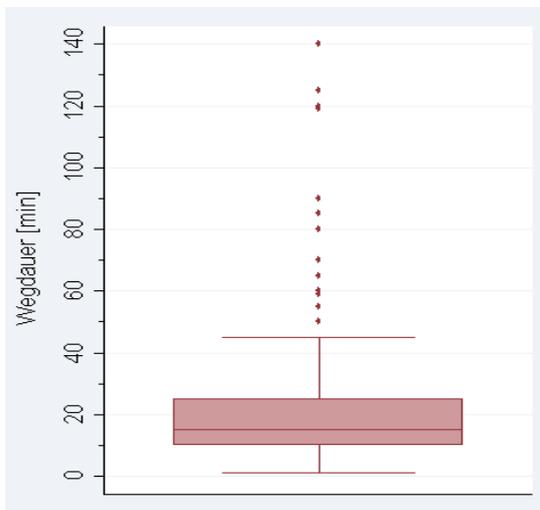


Abbildung 31: Wegedauer Rad

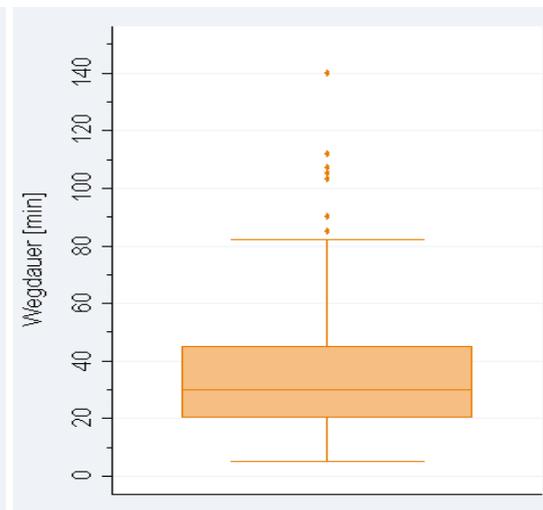


Abbildung 32: Wegedauer ÖPV

Bei den Geschwindigkeiten zeigt sich, dass Fußwege mit im Schnitt 4,4km/h und nur vereinzelt mehr als 10km/h erwartungsgemäß die geringsten Werte aufweisen. Die Durchschnittsgeschwindigkeit bei Radfahrten beträgt 12km/h, während Geschwindigkeiten über 25km/h die Ausnahme bleiben. Der ÖPV kommt im Mittel auf etwa 13,5km/h und die Geschwindigkeit liegt in ca. 50% der Fälle zwischen 10km/h und 16km/h. Das mit Abstand schnellste Verkehrsmittel ist aber der MIV mit durchschnittlich 24km/h und einem Geschwindigkeitsbereich von ca. 15km/h bis 30km/h bei der Hälfte aller Fahrten. Dies könnte auch der Hauptgrund dafür sein, dass der MIV in Dresden den größten Anteil im Modal-Split besitzt.

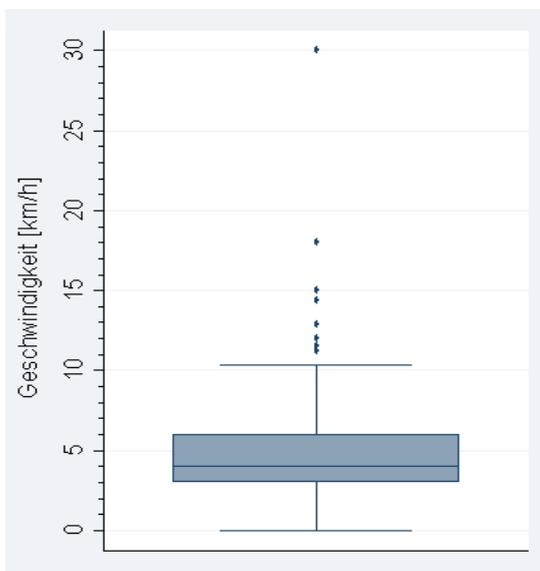


Abbildung 33: Geschwindigkeit Fuß

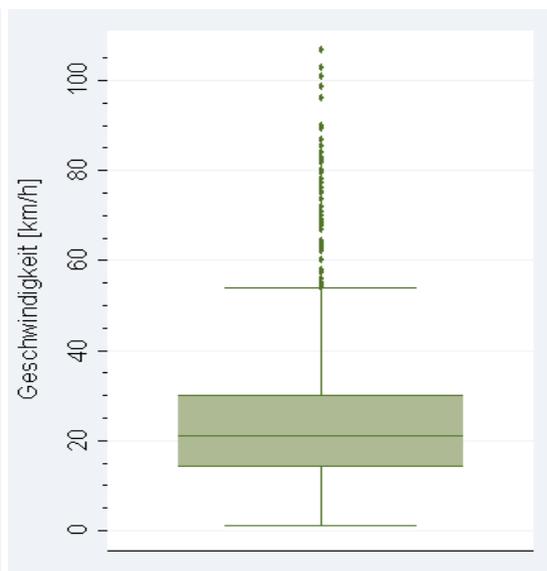


Abbildung 34: Geschwindigkeit MIV

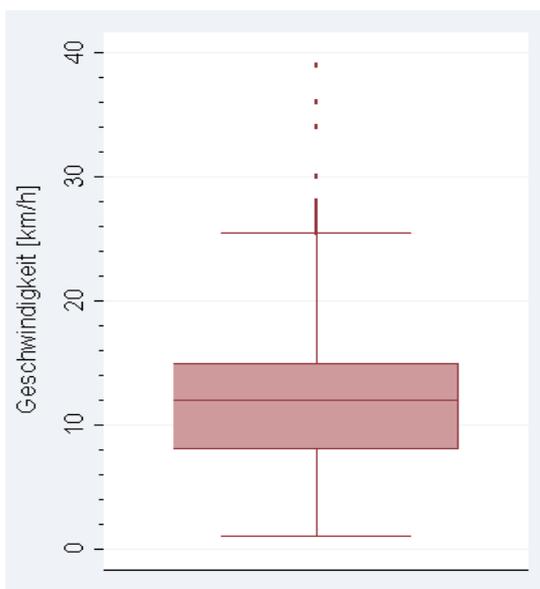


Abbildung 35: Geschwindigkeit Rad

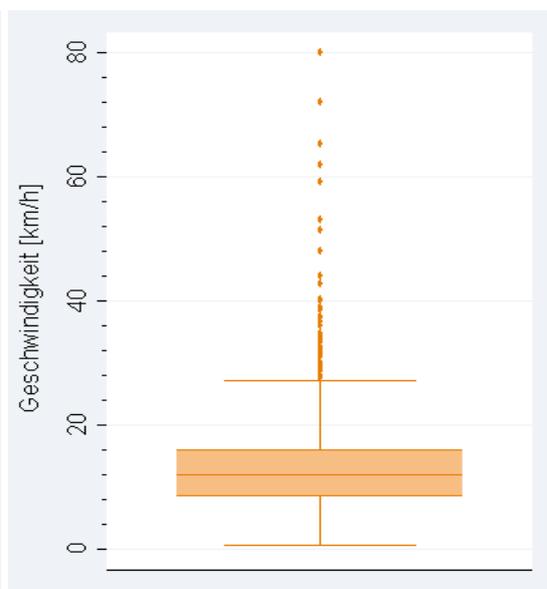


Abbildung 36: Geschwindigkeit ÖPV

## 3.2 Diskriminanzanalyse

In den folgenden beiden Abschnitten soll nun die Diskriminanzanalyse auf den SrV-Datensatz der potentiellen Radfahrer aus Dresden angewendet werden. Im ersten Teil soll auf Personenebene untersucht werden, ob sich die Personen der unterschiedlich starken Fahrradnutzung (innerhalb der letzten 12 Monate) in Bezug auf hauptsächlich sozioökonomische Merkmale unterscheiden. Dabei sollen aber nicht alle 7 Gruppen aus der Befragung verwendet werden, sondern die Personen der 3 Klassen mit der geringsten Nutzungshäufigkeit, also diejenigen die das Fahrrad max. 2 Tage pro Vierteljahr genutzt haben, zu einer Gruppe der wenig bis nie-Nutzer zusammengefasst werden. Somit ergeben sich 5 Gruppen die in die Berechnung eingehen und dementsprechend müssen 4 Diskriminanzfunktionen gebildet werden.

Im zweiten Abschnitt sollen dann nur die Wege der ersten 4 Nutzergruppen hinsichtlich ihrer Verkehrsmittelwahl untersucht werden, da die wenig bis nie-Nutzer aufgrund ihrer generellen Präferenzen gegenüber anderen Verkehrsmitteln die Stichprobe hinsichtlich der Radnutzung nur verzerren würden. Somit ergeben sich trotzdem die 4 Wegegruppen Fuß, Rad, MIV und ÖPV, was zur Bildung von 3 Diskriminanzfunktionen führt. Als Variablen sollen neben der Weglänge, der -Zeit und dem -Zweck auch die verschiedenen Verfügbarkeiten und das Wetter am Stichtag herangezogen werden. Anhand dieser Merkmale soll überprüft werden, ob sich jedem Weg das verwendete Verkehrsmittel zuordnen lässt bzw. wie zuverlässig diese Prognose ist.

### 3.2.1 Anwendung auf Personenebene

Für die personenbezogene Anwendung der Diskriminanzanalyse müssen nun noch die Merkmalsvariablen ausgewählt werden. Neben den allgemeinen Informationen zum Alter und dem Geschlecht der Person werden weiterhin der Bildungsstand, die Berufsausbildung und -Tätigkeit herangezogen. Zu Ersterem werden die 3 binären Variablen zum höchsten Schulabschluss gebildet: Haupt-, Realschulabschluss und Abitur. Genauso wird auch bei der höchsten Berufsausbildung vorgegangen. Es werden die Variablen Lehre (o. Ä.), Meister- und Hochschulabschluss verwendet. Als weitere Vari-

ablen werden die Ausbildungs- und Erwerbstätigkeit definiert, also ob eine Person gerade einer (Berufs-) Ausbildung<sup>90</sup> nachgeht bzw. berufstätig<sup>91</sup> ist. Eine weitere binäre Variable stellt der Besitz eines Pkw-Führerscheins dar. Als letzte direkt personenbezogene Variable wird die, bereits im deskriptiven Teil verwendete, ÖPV-Anbindung in Form der (gewichteten) Gehzeit zu den nächstgelegenen Haltestellen genutzt. Weiterhin soll die Haushaltsgröße als Variable herangezogen werden und die, durch Teilung des Haushaltswertes durch eben jene Haushaltsgröße, durchschnittlichen pro-Kopf-Werte von Einkommen, Pkw- und Fahrrad-Besitz. Mit diesen 16, größtenteils binären, Variablen wird nun die lineare Diskriminanzanalyse umgesetzt. Zuvor erfolgt jedoch noch eine Auflistung der verschiedenen Variablen bzw. Gruppenmittelwerte in Abbildung 37 bzw. Abbildung 38, wobei Gruppe 1 die häufigste Fahrradnutzung darstellt.

Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Haushaltsgröße	2.942069	1.240192	1	8
Alter	42.06345	15.09423	17	86
Geschlecht	.4855172	.5001352	0	1
Hauptschule	.0606897	.238925	0	1
Realschule	.28	.4493089	0	1
Abitur	.6372414	.4811279	0	1
Lehre	.2827586	.450651	0	1
Meisterschule	.1048276	.3065426	0	1
Hochschule	.5324138	.4992927	0	1
Pkw-Führerschein	.9186207	.2736055	0	1
ÖPV-Anbindung	6.728828	3.059007	1	27
Ausbildung	.1131034	.3169379	0	1
Erwerbstätigkeit	.7131034	.4526251	0	1
Pkw je Person	.4163218	.2905488	0	2
Fahrräder je Person	1.090414	.4581827	.25	5
Einkommen je Person	1121.969	637.4483	175	5100

Abbildung 37: Ausprägungen der Merkmalsvariablen

Bevor das eigentliche Verfahren begonnen werden kann muss allerdings noch erwähnt werden, dass aufgrund von *Missing Values*, also fehlender „Messwerte“, nur 725 von den ursprünglich 1821 Beobachtungen verwendet werden können. Alle anderen Datenreihen sind unvollständig und bleiben daher unberücksichtigt. Diesem Umstand fallen bspw. alle Personen unter 17 Jahren „zum Opfer“, da diese noch keinen Führerschein besitzen können. Auffällig ist wiederum, dass mehr als die Hälfte der verbliebenen Personen ein abgeschlossenes Hochschulstudium aufzuweisen hat. Im Hinblick

<sup>90</sup> Dazu zählen: Schüler, Studenten, Lehrlinge, Auszubildende und Umschüler.

<sup>91</sup> Dazu zählen neben Voll- & Teilzeitbeschäftigten auch vorübergehend freigestellte bzw. beurlaubte Personen (z. B. wegen Elternzeit).

auf mögliche Korrelationen lässt sich festhalten, dass die größte (negative) Korrelation mit einem Wert von  $-0,825$  zwischen den Variablen Realschulabschluss und Abitur besteht. Mit  $0,63$  ist der mit Abstand höchste positive Korrelationskoeffizient hingegen zwischen Abitur und Hochschulabschluss zu finden.

Variable	Gruppe				
	1	2	3	4	5
Haushaltsgröße	3.218009	2.95	2.849315	2.692308	2.834437
Alter	39.90047	43.32	44.52055	40.59829	43.01325
Geschlecht	.5165877	.4	.5479452	.5042735	.4238411
Hauptschule	.0236967	.04	.0753425	.0598291	.1125828
Realschule	.1990521	.29	.3219178	.3162393	.3178808
Abitur	.7440758	.66	.5890411	.6068376	.5430464
Lehre	.1753555	.26	.3082192	.2991453	.410596
Meisterschule	.0805687	.1	.1164384	.1111111	.1258278
Hochschule	.6398104	.57	.5205479	.5128205	.384106
Pkw-Führerschein	.92891	.93	.9246575	.9230769	.8874172
ÖPV-Anbindung	6.911848	6.779	6.574658	6.512821	6.756291
Ausbildung	.1469194	.06	.0753425	.1367521	.1192053
Erwerbstätigkeit	.7251185	.68	.7260274	.7521368	.6754967
Pkw je Person	.2875987	.4313333	.4742009	.5246439	.4463576
Fahrräder je Person	1.251659	1.141167	1.067123	1.05812	.8790287
Einkommen je Person	1067.334	1124.1	1090.388	1214.38	1155.833

Abbildung 38: Gruppenmittelwerte

Mit Ausführung der Diskriminanzanalyse mittels Statistik-Software ergeben sich zunächst folgende Ergebnisse für die Wertigkeit der verschiedenen Diskriminanzfunktionen:

Fcn	Canon. Corr.	Eigenvalue	Variance		Likelihood Ratio	F	df1	df2	Prob>F
			Prop.	Cumul.					
1	0.4386	.238238	0.7235	0.7235	0.7385	3.4746	64	2762	0.0000 a
2	0.2114	.04676	0.1420	0.8655	0.9145	1.4249	45	2098	0.0339 a
3	0.1752	.031674	0.0962	0.9617	0.9572	1.1163	28	1414	0.3083 e
4	0.1117	.012626	0.0383	1.0000	0.9875	.68765	13	708	0.7765 e

Ho: this and smaller canon. corr. are zero; e = exact F, a = approximate F

Abbildung 39: Relevanz der Diskriminanzfunktionen

Am Eigenwertanteil gemessen macht die erste Funktion bereits mehr als 72% der Gruppentrennung aus. Der Anteil der zweiten Funktion ist etwa fünfmal kleiner und die 3. Diskriminanzfunktion kommt noch auf knapp 10% Eigenwertanteil, womit kumuliert die 96%-Marke überschritten wird. Somit verbleiben für die letzte Diskrimi-

nanzfunktion nur fast 4% Anteil an der Gruppentrennung. Beim Signifikanztest erweist sich die erste Funktion als hochsignifikant, während die zweite mit einem p-Wert von 3,4% immerhin noch eine gute Signifikanz besitzt. Bereits die 3. Funktion ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von über 30% als insignifikant zu klassifizieren und die letzte ist dementsprechend noch weniger signifikant.

	1. DF	2. DF	3. DF	4. DF	Anteil	%	kum
Pkw je Person	-0,5937	-0,7962	-0,0691	-0,1701	0,5558	<b>20,01</b>	20,01
Fahrräder je Person	0,6883	-0,4226	-0,0178	-0,1290	0,4313	<b>15,53</b>	35,55
Abitur	-0,2084	-0,2567	-0,4016	-0,6654	0,2513	<b>9,05</b>	44,60
Realschule	-0,1851	-0,4435	-0,2134	-0,6130	0,2409	<b>8,67</b>	53,27
Ausbildung	0,0605	0,2271	1,3638	0,1702	0,2138	<b>7,70</b>	60,97
Hauptschule	-0,2668	-0,0162	0,1963	-0,2873	0,1874	<b>6,75</b>	67,72
Hochschule	0,1115	-0,1148	0,7783	0,0465	0,1410	<b>5,08</b>	72,80
Alter	0,1251	0,0536	0,0833	0,8748	0,1397	<b>5,03</b>	77,83
Erwerbstätigkeit	0,0206	-0,0155	1,0392	0,4227	0,1288	<b>4,64</b>	82,47
Pkw-Führerschein	0,1661	0,0864	-0,0542	-0,0326	0,1260	<b>4,54</b>	87,00
Haushaltsgröße	0,1565	0,1318	-0,2206	0,0314	0,1119	<b>4,03</b>	91,03
Geschlecht	0,0822	-0,1815	0,3668	0,4673	0,0869	<b>3,13</b>	94,16
ÖPV-Anbindung	0,0392	0,2262	-0,0654	-0,1302	0,0492	<b>1,77</b>	95,94
Lehre	-0,2183	0,3917	0,5293	0,0725	0,0486	<b>1,75</b>	97,69
Meisterschule	-0,1441	0,2119	0,4157	0,0185	0,0334	<b>1,20</b>	98,89
Einkommen je Person	-0,1463	0,5949	0,0943	-0,4827	0,0308	<b>1,11</b>	100,00

Abbildung 40: Trennkraft der Variablen

Bezüglich des Erklärungsanteils der verschiedenen Variablen ist festzustellen, dass mit 20 bzw. 15,5 Prozent die größten Anteile beim Pkw- bzw. Fahrradbesitz je Person zu finden sind. Mit einem jeweiligen Erklärungsanteil von 6,75% bis ca. 9% sind auch noch die verschiedenen Schulabschlüsse und die Variable der Auszubildenden als ziemlich relevant einzuschätzen. Für diese 6 genannten Variablen ergibt sich damit bereits ein Gesamtanteil von über zwei Dritteln. Als nahezu gänzlich insignifikant lassen sich hingegen, mit einem Gesamtanteil von weniger als 6%, die Merkmale Einkommen, ÖPV-Anbindung und die Berufsabschlüsse Lehre & Meisterschule identifizieren. Der kumulierte Wert der 6 noch verbliebenen Variablen liegt dagegen immerhin noch bei über 25%.

Im Hinblick auf die Lage der Gruppencentroide werden zunächst nur die ersten beiden Diskriminanzfunktionen betrachtet. In Abbildung 41 sind diese in einem kartesischen Koordinatensystem abgebildet. Es ist zu erkennen, dass die erste Diskriminanzfunktion die Gruppen bereits in der richtigen Reihenfolge der Nutzungshäufigkeit zu trennen vermag, wobei besonders die ersten beiden Gruppen der häufigen Nutzung gut

voneinander separiert werden, während die restlichen 3 Abstände der Gruppen deutlich geringer ausfallen.

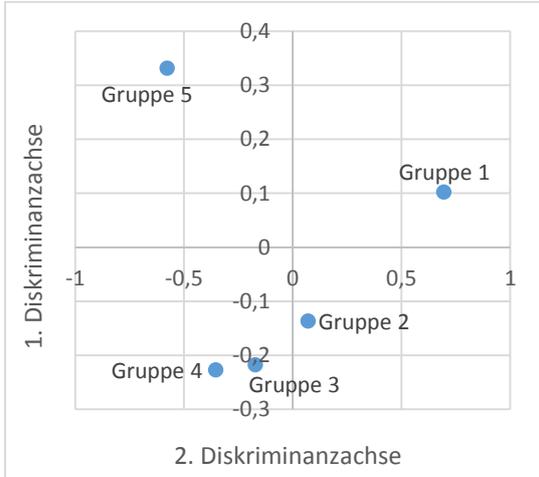


Abbildung 41: Gruppencentroide 1

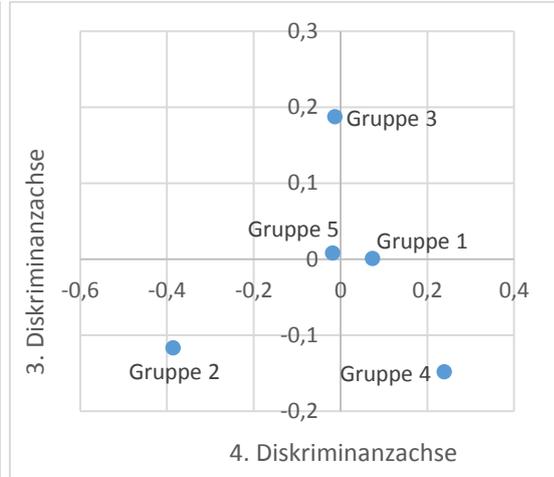


Abbildung 42: Gruppencentroide 2

Die zweite Diskriminanzfunktion hingegen trennt besonders stark die Gruppen 4 und 5 voneinander ab, wohingegen zwischen Gruppe 3 und 4 nahezu keine Unterscheidung möglich ist. In Verbindung mit der ersten Diskriminanzfunktion führt dies dazu, dass die Gruppen 1 und 5 bereits sehr gut von den anderen separiert sind, während die Unterscheidung der mittleren 3 Gruppen noch schwer fällt. Diese Unterscheidung wird durch die beiden anderen Diskriminanzfunktionen noch verbessert. Hierbei zeichnet sich v. a. die dritte Diskriminanzfunktion durch die Separation der zweiten Gruppe aus, während die vierte die Gruppen 3 und 4 besser voneinander trennt.

Die Wirkung aller Funktionen im Verbund lässt sich anhand der Klassifikation<sup>92</sup>, die in Abbildung 43 dargestellt ist, besser nachvollziehen.

		klassifiziert								klassifiziert							
		Gruppe	1	2	3	4	5	Anz			Gruppe	1	2	3	4	5	%
real	1	<b>118</b>	22	17	26	28	211	real	1	<b>55,92</b>	10,43	8,06	12,32	13,27	29,10		
	2	31	<b>29</b>	12	13	15	100		2	31,00	<b>29,00</b>	12,00	13,00	15,00	13,79		
	3	40	21	<b>20</b>	32	33	146		3	27,40	14,38	<b>13,70</b>	21,92	22,60	20,14		
	4	16	14	21	<b>40</b>	26	117		4	13,68	11,97	17,95	<b>34,19</b>	22,22	16,14		
	5	19	19	18	27	<b>68</b>	151		5	12,58	12,58	11,92	17,88	<b>45,03</b>	20,83		
Anz		224	105	88	138	170	<b>275</b>	%		30,90	14,48	12,14	19,03	23,45	<b>37,93</b>		

Abbildung 43: Klassifikation (ungewichtet)

<sup>92</sup> Dabei wurde das Wahrscheinlichkeitsprinzip angewendet.

Es ist zu erkennen, dass insgesamt eine Trefferquote von fast 38% erreicht werden konnte. Das klingt zwar nicht sonderlich hoch, doch bei 5 Gruppen liegt der Referenzwert bei 20% und daher kann die Vorhersage trotzdem als gut bezeichnet werden. Bei genauerer Betrachtung der einzelnen Gruppen zeigt sich, dass weit mehr als die Hälfte aller Treffer sich aus den beiden Randgruppen ergeben und dort mit 56 bzw. 45 Prozent jeweils auch die höchsten Trefferquoten erzielt werden. Im Umkehrschluss bedeutet dies aber auch, dass bei den mittleren 3 Gruppen keine so gute Trennung gelungen ist. Hierbei ist v. a. die 3. Gruppe anzusprechen, bei der die Trefferquote nur etwa 13,7% beträgt, was gleichzeitig sogar dem niedrigsten Wert dieser Gruppe entspricht. Darüber hinaus ist festzuhalten, dass sich die Anzahl der Beobachtungen jeder Gruppe nur bedingt in der Prognose widerspiegelt. So sind insbesondere die Gruppen 4 und 5 überrepräsentiert, wohingegen die mittlere Gruppe stark unterrepräsentiert ist.

Um die Gruppengrößen realistischer abzubilden (und nebenbei vielleicht auch noch die Trefferquote zu erhöhen), wird die Klassifikation unter Zuhilfenahme der a-priori-Wahrscheinlichkeiten erneut durchgeführt. Da sich die Wichtung anhand der Gruppenanteile jedoch als zu stark erweist, werden diese sogenannten *Priors* durch Probieren so lange verändert, bis sich in der Prognose die ursprünglichen Gruppengrößen (zumindest ungefähr) ergeben. Dies konnte bereits mit einer stärkeren Wichtung<sup>93</sup> von Gruppe 3 erreicht werden. Die Ergebnisse hiervon zeigt diese Abbildung:

		klassifiziert										klassifiziert					
	Gruppe	1	2	3	4	5	Anz			Gruppe	1	2	3	4	5	%	
real	1	<b>116</b>	19	30	24	22	211	real	1	<b>54,98</b>	9,00	14,22	11,37	10,43	29,10		
	2	31	<b>28</b>	16	12	13	100		2	31,00	<b>28,00</b>	16,00	12,00	13,00	13,79		
	3	38	17	<b>39</b>	23	29	146		3	26,03	11,64	<b>26,71</b>	15,75	19,86	20,14		
	4	15	12	30	<b>36</b>	24	117		4	12,82	10,26	25,64	<b>30,77</b>	20,51	16,14		
	5	16	16	33	22	<b>64</b>	151		5	10,60	10,60	21,85	14,57	<b>42,38</b>	20,83		
	Anz	216	92	148	117	152	<b>283</b>		%	29,79	12,69	20,41	16,14	20,97	<b>39,03</b>		

Abbildung 44: Klassifikation (gewichtet)

Es ist zu erkennen, dass sich die Gruppengrößen nun viel besser in der Prognose widerspiegeln und auch die Trefferquote konnte um mehr als 1% gesteigert werden. Diese Steigerung der Prognosefähigkeit ist allein auf die deutlich bessere Prognose von Gruppe 3 zurückzuführen, denn alle anderen Trefferquoten sind (leicht) gesunken.

<sup>93</sup> Mit 0,22 gewichtet, während die anderen *Priors* alle gleichrangig mit 0,195 angesetzt werden

Insgesamt konnte somit in allen Gruppen eine überdurchschnittliche Trefferquote von mind. 26,7% erreicht werden.

Da eine solche Klassifikation ohne Kontrollgruppe immer eine überschätzte Prognosegüte liefert, wird nun noch einmal eine Klassifikation (mit der stärkeren Wichtung von Gruppe 3) nach dem Leave-one-out-Prinzip<sup>94</sup> durchgeführt werden, um eine realistischere Gesamttrefferquote zu erhalten. Das Ergebnis hiervon ist in den folgenden Klassifikationstabellen abgebildet.

		klassifiziert								klassifiziert					
	Gruppe	1	2	3	4	5	Anz		Gruppe	1	2	3	4	5	%
real	1	<b>110</b>	23	29	24	25	211	real	1	<b>52,13</b>	10,90	13,74	11,37	11,85	29,10
	2	34	<b>21</b>	18	12	15	100		2	34,00	<b>21,00</b>	18,00	12,00	15,00	13,79
	3	40	19	<b>28</b>	27	32	146		3	27,40	13,01	<b>19,18</b>	18,49	21,92	20,14
	4	17	14	34	<b>24</b>	28	117		4	14,53	11,97	29,06	<b>20,51</b>	23,93	16,14
	5	18	19	38	28	<b>48</b>	151		5	11,92	12,58	25,17	18,54	<b>31,79</b>	20,83
	Anz	219	96	147	115	148	<b>231</b>		%	30,21	13,24	20,28	15,86	20,41	<b>31,86</b>

Abbildung 45: bereinigte Klassifikation (gewichtet)

Es ist zu erkennen, dass die Trefferquote auf unter 32% gesunken ist, was aber immer noch deutlich über der Referenz von einem Fünftel liegt. Auffällig ist jedoch, dass nur die äußeren beiden Gruppen deutlich über dieser Marke liegen. V. a. die Gruppe der Vielnutzer hat mit einer Trefferquote von über 52% einen sehr guten Wert aufzuweisen, aber auch die beinahe 32% von Gruppe 5 sind noch als gut einzuschätzen. Die mittleren Gruppen, also diejenigen Personen, die das Rad weder besonders häufig, noch selten, nutzen, lassen sich hingegen deutlich schwerer prognostizieren.

		W = Wilks' lambda			P = Pillai's trace		
Source	Statistic	df	F(df1,	df2) =	F	Prob>F	
Gruppe	W	0.7385	4	64.0	2762.2	3.47 0.0000 a	
	P	0.2802		64.0	2832.0	3.33 0.0000 a	
Residual		720					
Total		724				a = approximate	

Abbildung 46: Signifikanztests des Gesamtmodells

<sup>94</sup> Dabei wird jeder Datensatz genau einmal als Kontrollgruppe definiert und die Berechnung des Diskriminanzverfahrens anhand der übrigen Werte durchgeführt. Somit errechnet sich eine unverzerrte Prognose, ohne aus dem Ursprungsdatensatz Beobachtungen für eine Kontrollgruppe abzweigen zu müssen, was einen negativen Einfluss auf die Parameterschätzung haben kann.

Um die Güte des Diskriminanzverfahrens besser beurteilen zu können, werden nun noch einige Tests durchgeführt. Zuerst soll dabei Wilks' Lambda geprüft werden. Wie in Abbildung 46 zu erkennen ist, ist die Irrtumswahrscheinlichkeit minimal und damit kann die Nullhypothese der Gruppengleichheit hochsignifikant abgelehnt werden. Ein noch robusterer Test ist „Pillai's Spur“, doch auch dieser liefert ein hochsignifikantes Ergebnis, sodass die Annahme, dass sich die verschiedenen Radnutzungsgruppen anhand der gewählten Variablen unterscheiden, bestätigt werden kann. Um herauszufinden ob sich auch die simultane Betrachtung der Variablen „gelohnt“ hat, wird die univariate Varianzanalyse zum Vergleich angewendet.

Variable	Model MS	Resid MS	Total MS	R-sq	Adj. R-sq	F	Pr > F
Haushaltsgröße	26.376397	1087.1905	1081.3296	0.0237	0.0183	4.367	0.0017
Alter	2413.8799	162539.2	161654.53	0.0146	0.0092	2.6732	0.0311
Geschlecht	2.1195689	178.97836	178.00124	0.0117	0.0062	2.1317	0.0752
Hauptschule	.76961641	40.560039	40.340202	0.0186	0.0132	3.4155	0.0089
Realschule	2.0194594	144.14054	143.35534	0.0138	0.0083	2.5219	0.0399
Abitur	4.2471936	163.34729	162.46828	0.0253	0.0199	4.6802	0.0010
Lehre	5.0795365	141.95495	141.19873	0.0345	0.0292	6.4409	0.0000
Meisterschule	.21739667	67.815707	67.442235	0.0032	-0.0023	.57703	0.6794
Hochschule	5.9617037	174.52657	173.59527	0.0330	0.0277	6.1487	0.0001
Pkw-Führerschein	.1899535	54.008667	53.711326	0.0035	-0.0020	.63308	0.6390
ÖPV-Anbindung	16.362699	6758.4848	6721.2355	0.0024	-0.0031	.43579	0.7828
Ausbildung	.80251629	71.923001	71.53007	0.0110	0.0055	2.0084	0.0916
Erwerbstätigkeit	.55624575	147.76927	146.95594	0.0038	-0.0018	.67757	0.6076
Pkw je Person	5.516889	55.602191	55.325477	0.0903	0.0852	17.86	0.0000
Fahrräder je Person	12.692024	139.2983	138.59881	0.0835	0.0784	16.401	0.0000
Einkommen je person	1948225	2.922e+08	2.906e+08	0.0066	0.0011	1.2	0.3095

Number of obs = 725      Model df = 4      Residual df = 720

Abbildung 47: Ergebnisse der ANOVA

In Abbildung 47 ist zu erkennen, dass einige Variablen auch in der univariaten Betrachtung hochsignifikant sind, während andere sich als völlig insignifikant herauskristallisieren. Interessant ist hierbei, dass einige Variablen, wie bspw. der Berufsabschluss einer Lehre o. Ä., mit sehr hoher Signifikanz bei der ANOVA im Diskriminanzverfahren eher eine untergeordnete Rolle gespielt haben und umgekehrt die Variable Ausbildung bei der Varianzanalyse mit einem p-Wert von über 9% wenig Signifikanz zeigt, beim Erklärungsanteil der Gruppentrennung aber an 5. Stelle lag. Dies zeigt erstens, dass die Signifikanz (der Varianzanalyse) nicht überbewertet werden sollte und zweitens, dass zwar einige Variablen für sich schon einen erheblichen Anteil an der Erklärung der Gruppenunterschiede beitragen, aber darüber hinaus durch die gleichzeitige Betrachtung aller Variablen die Gruppentrennung noch verbessert wurde.

### 3.2.2 Anwendung auf Wegeebene

In diesem Abschnitt werden nun die Wege derjenigen Personen, die in den vergangenen 12 Monaten mindestens einmal im Monat mit dem Rad gefahren sind, im Hinblick auf die Verkehrsmittelwahl diskriminatorisch untersucht. Dazu müssen zunächst die Variablen ausgewählt werden. Als Erstes wird die Länge des Weges (in Metern) ausgewählt, denn diese zeigte schon im deskriptiven Teil große Unterschiede zwischen den 4 Gruppen auf. Dann soll auch der Zeitpunkt des Weges betrachtet werden. Dabei wird die zeitliche Mitte aus Wegbeginn und -Ankunft unter dem Namen Wegzeitmitte definiert.<sup>95</sup> Als Nächstes werden einige binäre Variablen bezüglich des Wegezwecks gebildet. Dabei wird auf die Einteilungen der deskriptiven Analyse zurückgegriffen und daher die Ziele Arbeit, Bildung, Erledigungen, Freizeit und Sonstiges in die Liste der Variablen mit aufgenommen. Darüber hinaus werden die Verfügbarkeiten von Fahrrad, Pkw und einer Fahrkarte für Bus/Bahn ausgewählt, wobei die eingeschränkte Verfügbarkeit mit 0,5 codiert wird.<sup>96</sup> Als letzte Variable wird das Wetter am Stichtag herangezogen. Dabei wird eine neue Variable aus den verschiedenen Angaben der Umfrage gebildet, die von -1 bis +1 definiert wird. Die Größe ergibt sich aus dem Mittelwert den verschiedenen Wetterzuständen, die am Stichtag mit zutreffend beantwortet wurden, wobei sonniges Wetter mit +1, wolkiges Wetter mit +0,5, bedecktes Wetter mit 0, regnerisches Wetter mit -0,5 und Schneefall mit -1 gewichtet werden. Dadurch ergibt sich eine gewisse Abstufung und die Variable bekommt ein annähernd metrisches Aussehen.

Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Arbeit	.1737379	.3789288	0	1
Bildung	.0651813	.2468748	0	1
Erledigungen	.2410524	.4277727	0	1
Freizeit	.1313107	.3377799	0	1
Sonstiges	.009955	.0992885	0	1
Weglänge	5646.484	8661.801	0	94000
Wegzeitmitte	818.8508	267.0874	85	1427.5
Pkw-Verfügbarkeit	.7326381	.3572774	0	1
Radverfügbarkeit	.9907561	.0673615	.5	1
FK-Verfügbarkeit	.2966343	.4350984	0	1
Wetter	.2072174	.6149801	-1	1

Abbildung 48: Ausprägungen der Merkmalsvariablen

<sup>95</sup> Die Einheit ist Minuten und die Skala reicht von 0 bis 1440 (Anfang bzw. Ende des Stichtages).

<sup>96</sup> Da bei der Radverfügbarkeit keine Nullen mehr im Datensatz vorhanden sind, ist diese Variable auch als binär anzusehen.

Insgesamt stehen damit 11 Variablen zur Verfügung, die in den Abbildungen Nummer 48 & 49 aufgeführt sind, wobei die 5 Variablen des Wegezwecks inhaltlich zusammengehören und daher im Grunde genommen nur 7 Merkmalsvariablen verbleiben.

	Gruppe			
	1	2	3	4
Arbeit	.0994371	.1997564	.2022209	.1884058
Bildung	.0825516	.0645554	.0280538	.1384863
Erledigungen	.2664165	.2034105	.2735243	.15781
Freizeit	.1885553	.1071864	.113384	.1143317
Sonstiges	.0121951	.0024361	.0134424	.0064412
Weglänge	947.6304	3617.467	8647.282	8127.053
Wegzeitmitte	821.9498	820.6169	825.8343	791.9549
Pkw-Verfügbarkeit	.6463415	.680268	.8877849	.5225443
Radverfügbarkeit	.9821764	.9951279	.9912332	.9983897
FK-Verfügbarkeit	.272045	.1985384	.185564	.7745572
Wetter	.1791745	.4237718	.1432398	.1453301

Abbildung 49: Gruppenmittelwerte<sup>97</sup>

Statt 5320 Wege lassen sich aufgrund von *Missing Values* jedoch nur 4219 für die Diskriminanzanalyse verwerten, was jedoch ein deutlich höherer Anteil als beim Personendatensatz ist. Besonders auffällig ist der Tiefstwert von 0 Metern bei der Weglänge, die genau genommen natürlich außerhalb des Definitionsbereichs eines Weges liegt. Da es sich nach Ansicht der Daten nur um eine Person handelt, die einen solchen Weg von zu Hause (und anschließend wieder dahin zurück) bestritten hat, werden diese 2 Wege, in der Annahme dass es sich eben um eine extrem kurze Distanz handelte, im Datensatz belassen.<sup>98</sup> Außerdem sind nur etwa ein Prozent der Wege der Kategorie sonstiges Wegeziel zugeordnet, wohingegen bei ca. 98% aller Wege ein Fahrrad zur uneingeschränkten Verfügung gestanden hat. Bezüglich möglichen Korrelation zwischen den Variablen lässt sich festhalten, dass in keinem Fall ein (betragsmäßig) höherer Korrelationskoeffizient als 0,45 errechnet wurde, also zwischen den Variablen keine großen Abhängigkeiten bestehen.

Bei Implementierung der Daten in die Statistik-Software lassen sich zunächst die in Abbildung 50 aufgeführten Ergebnisse erzielen. Es lässt sich ablesen, dass die erste Diskriminanzfunktion extrem signifikant ist, aber auch die anderen beiden Funktionen noch eine sehr hohe Signifikanz aufweisen. Bezüglich der Eigenwertanteile entfällt

<sup>97</sup> Gruppe 1: Fuß; Gruppe 2: Fahrrad; Gruppe 3: MIV; Gruppe 4: ÖPV

<sup>98</sup> Rechnerisch ergebe sich nur ein minimaler Unterschied, wenn dieser Weg bspw. 50m weit gewesen wäre, was nicht einmal die geringste im Datensatz angegebene Weglänge darstellt.

jedoch auf die ersten beiden, mit 57 bzw. 36 Prozent, der Großteil. Für die letzte Diskriminanzfunktion verbleibt somit nur noch ein Erklärungsanteil von unter 7%.

Fcn	Canon. Corr.	Eigenvalue	Variance Prop.	Variance Cumul.	Like-lihood Ratio	F	df1	df2	Prob>F
1	0.5256	.381777	0.5702	0.5702	0.5572	82.436	33	1.2e+04	0.0000 a
2	0.4415	.242076	0.3616	0.9318	0.7699	58.739	20	8412	0.0000 e
3	0.2090	.045682	0.0682	1.0000	0.9563	21.354	9	4207	0.0000 e

Ho: this and smaller canon. corr. are zero; e = exact F, a = approximate F

Abbildung 50: Relevanz der Diskriminanzfunktionen

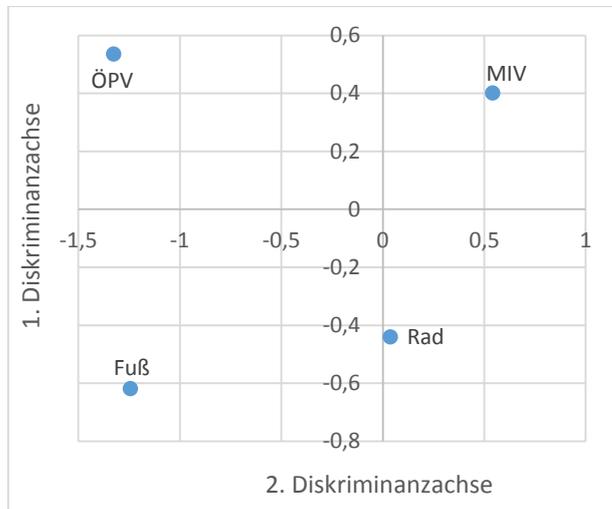
Nun wird der Anteil der verschiedenen Merkmalsvariablen an der Trennung der 4 Gruppen voneinander thematisiert. Die einzelnen Werte dazu sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

	1. DF	2. DF	3. DF	Anteil	%	kum
Pkw-Verfügbarkeit	0,5428	0,3464	-0,1939	0,4215	<b>26,63</b>	26,63
Weglänge	0,0723	0,8339	0,1558	0,3534	<b>22,33</b>	48,96
FK-Verfügbarkeit	-0,7601	0,3772	-0,1412	0,3067	<b>19,38</b>	68,34
Wegzeitmitte	0,1046	0,0788	0,1383	0,0976	<b>6,17</b>	74,50
Wetter	-0,1040	-0,2332	0,7168	0,0948	<b>5,99</b>	80,49
Freizeit	-0,0296	-0,1168	-0,4129	0,0873	<b>5,51</b>	86,00
Erledigungen	0,1318	0,0695	-0,2632	0,0823	<b>5,20</b>	91,21
Arbeit	0,0407	0,0590	0,2605	0,0623	<b>3,94</b>	95,14
Radverfügbarkeit	-0,1229	0,0284	0,2877	0,0402	<b>2,54</b>	97,68
Bildung	-0,0777	0,0591	-0,0679	0,0276	<b>1,74</b>	99,42
Sonstiges	0,0184	0,0361	-0,2114	0,0091	<b>0,58</b>	100,00

Abbildung 51: Trennkraft der Variablen

Es lässt sich festhalten, dass mit über 68% ein Großteil der Gruppentrennung auf die 3 Merkmale Pkw-Verfügbarkeit, Weglänge und Fahrkartenverfügbarkeit entfällt, wobei ersteres mit einem Gesamtanteil von ca. 26,5% den Höchstwert stellt. Einen wirklich nur geringfügigen Einfluss haben wenig überraschend die Variablen Radverfügbarkeit und sonstige Wegeziele, aber auch die Wege zu Bildungseinrichtungen weisen (aufgrund des charakteristischen Modal-Splits mit viel ÖPV und wenig MIV) überraschenderweise nur einen sehr geringen Anteil auf. Die übrigen 5 Variablen kommen immerhin noch auf einen Gesamtanteil von fast 27% und haben somit noch einen gewissen Effekt auf die Gruppentrennung. Mit einem kumulierten Anteil von 17% ist jedoch auch der Wegezweck eine ziemlich einflussreiche Größe.

Bezüglich der Lage der Gruppencentroide im Diskriminanzraum werden zunächst nur die ersten beiden Funktionen herangezogen, was in Abbildung 52 grafisch veranschaulicht wird.



	1. DF	2. DF	3. DF
Fuß	-1,244333	-0,6181539	-0,2470389
Rad	0,036523	-0,4397329	0,3901825
MIV	0,5410204	0,4017718	-0,0375807
ÖPV	-1,325323	0,5354931	0,0117621

Abbildung 52: Gruppencentroide 1      Abbildung 53: Tab. Gruppencentroide

Es ist zu erkennen, dass die erste Diskriminanzfunktion bereits die Gruppen Rad und MIV v. a. gut von den anderen beiden Gruppen und teilweise auch voneinander separiert. Wege zu Fuß und mit dem ÖPV vermag sie allerdings so gut wie gar nicht voneinander zu unterscheiden. Dies gelingt jedoch der zweiten Diskriminanzfunktion hervorragend und darüber hinaus werden auch noch MIV und Rad besser voneinander abgegrenzt. Die 3. Diskriminanzfunktion scheint damit, trotz ihrer Signifikanz, ziemlich überflüssig zu sein, kann aber v. a. dabei helfen die Wege zu Fuß und mit dem Fahrrad besser voneinander zu trennen.

Im Folgenden sind nun die Ergebnisse der Klassifikation nach dem Wahrscheinlichkeitsprinzip abgebildet:

		klassifiziert							klassifiziert				
	Gruppe	1	2	3	4	Anz		Gruppe	1	2	3	4	%
real	1	<b>366</b>	303	156	241	1066	real	1	<b>34,33</b>	28,42	14,63	22,61	25,27
	2	129	<b>383</b>	165	144	821		2	15,71	<b>46,65</b>	20,10	17,54	19,46
	3	175	335	<b>931</b>	270	1711		3	10,23	19,58	<b>54,41</b>	15,78	40,55
	4	39	60	48	<b>474</b>	621		4	6,28	9,66	7,73	<b>76,33</b>	14,72
	Anz	709	1081	1300	1129	<b>2154</b>		%	16,80	25,62	30,81	26,76	<b>51,05</b>

Abbildung 54: Klassifikation (ungewichtet)

Es ist zu erkennen, dass, ohne Wichtung, eine Trefferquote von über 50% erreicht werden konnte und somit der Richtwert von 25% weit überschritten wird. Die einzelnen Trefferquoten liegen auch alle deutlich über dieser Orientierungsquote, wobei v. a. die ÖPV-Wege sehr gut prognostiziert werden, wohingegen bei den Fußwegen nur etwas mehr als jeder Dritte korrekt vorhergesagt wird. Bezüglich der bestehenden Gruppengrößen offenbaren sich jedoch einige Diskrepanzen, sodass mithilfe der *Priors* wieder versucht wird eine anteilmäßig realistischere Prognose zu erzielen. Dabei werden die Anteile von Gruppe 1 und 3 um 7% bzw. 8% erhöht, während die ÖPV-Wege nur noch mit 0,1 gewichtet werden. Somit ergibt sich folgende Klassifikation:

		klassifiziert						klassifiziert					
	Gruppe	1	2	3	4	Anz		Gruppe	1	2	3	4	%
real	1	<b>505</b>	239	217	105	1066	real	1	<b>47,37</b>	22,42	20,36	9,85	25,27
	2	215	<b>309</b>	220	77	821		2	26,19	<b>37,64</b>	26,80	9,38	19,46
	3	252	212	<b>1132</b>	115	1711		3	14,73	12,39	<b>66,16</b>	6,72	40,55
	4	91	51	129	<b>350</b>	621		4	14,65	8,21	20,77	<b>56,36</b>	14,72
	Anz	1063	811	1698	647	<b>2296</b>		%	25,20	19,22	40,25	15,34	<b>54,42</b>

Abbildung 55: Klassifikation (gewichtet)

Die Trefferquote konnte auf fast 54,5% gesteigert werden, was durch die besseren Prognosen von Fuß- und MIV-Wege erreicht wurde. Dagegen sind die Trefferzahlen und -Quoten bei Wegen mit dem Rad oder dem öffentlichen Verkehr gesunken. Insgesamt ist das Trefferbild damit auch etwas harmonischer geworden, denn die Trefferquoten schwanken nur noch zwischen ca. 37,5% für den Radverkehr und 66% beim MIV. Um die überhöhte Schätzung des Stichprobeneffekts zu vermeiden, wird für die gewichtete Klassifikation nun erneut das Leave-one-out-Verfahren angewendet.

		klassifiziert						klassifiziert					
	Gruppe	1	2	3	4	Anz		Gruppe	1	2	3	4	%
real	1	<b>496</b>	242	222	106	1066	real	1	<b>46,53</b>	22,70	20,83	9,94	25,27
	2	216	<b>304</b>	223	78	821		2	26,31	<b>37,03</b>	27,16	9,50	19,46
	3	256	214	<b>1125</b>	116	1711		3	14,96	12,51	<b>65,75</b>	6,78	40,55
	4	95	51	132	<b>343</b>	621		4	15,30	8,21	21,26	<b>55,23</b>	14,72
	Anz	1063	811	1702	643	<b>2268</b>		%	25,20	19,22	40,34	15,24	<b>53,76</b>

Abbildung 56: bereinigte Klassifikation (gewichtet)

Es ist festzustellen, dass sich die einzelnen Trefferquoten nur geringfügig verschlechtert haben und somit auch die Gesamtquote nur minimal zurückging. Mit ca. 53,75% ist diese immer noch als sehr gut einzuordnen, wobei insbesondere die Trefferquote

von über 65% für die MIV-Wege hervorsteicht. Für den Radverkehr können jedoch nur 37% aller Wege korrekt zugeordnet werden. Mit anderen *Priors* wäre hierfür sicher auch ein deutlich besserer Wert erreichbar.

Nun werden erneut noch die Tests zur Beurteilung der Güte des Verfahrens durchgeführt. Wie aufgrund der hohen Signifikanzen der einzelnen Diskriminanzfunktionen zu erwarten war, sind diese auch im Zusammenspiel höchstsignifikant, wie die Prüfgrößen Wilks' Lambda und Pillai's Spur beweisen, was in Abbildung 57 abzulesen ist.

Source	W = Wilks' lambda			P = Pillai's trace			
	Statistic	df	F(df1, df2)	F	Prob>F		
Gruppe	W	0.5572	3	33.0	12389.4	82.44	0.0000 a
	P	0.5149		33.0	12621.0	79.24	0.0000 a
Residual		4215					
Total		4218					a = approximate

Abbildung 57: Signifikanztests des Gesamtmodells

Bei Betrachtung der univariaten Ergebnisse der Varianzanalyse fällt auf, dass alle Variablen bis auf die sonstigen Wege und die Wegzeitmitte in höchstem Maße signifikant sind, während diese beiden mit knapp über 4 bzw. 5 Prozent Irrtumswahrscheinlichkeit auch noch gute Werte aufweisen. Dies zeigt, im Falle des Zeitpunktes des Weges, wieder, dass trotz verhältnismäßig geringer Signifikanz durch das Zusammenwirken mit den anderen Variablen sehr wohl ein wichtiger Anteil an der Gruppentrennung geleistet werden kann. Andererseits zeigt sich am Beispiel der Radverfügbarkeit auch wieder, dass hohe Signifikanz nicht zwangsläufig auf gute Trennwirkung schließen lässt.

Variable	Model MS	Resid MS	Total MS	R-sq	Adj. R-sq	F	Pr > F
Arbeit	7.9624583	597.6877	597.26826	0.0131	0.0124	18.718	0.0000
Bildung	6.0175177	251.05762	250.88334	0.0234	0.0227	33.676	0.0000
Erledigungen	7.9562954	763.89343	763.35578	0.0103	0.0096	14.634	0.0000
Freizeit	4.6999215	476.55393	476.21833	0.0098	0.0091	13.857	0.0000
Sonstiges	.08024095	41.50165	41.47219	0.0019	0.0012	2.7165	0.0432
Weglänge	4.614e+10	2.703e+11	2.702e+11	0.1458	0.1452	239.84	0.0000
Wegzeitmitte	545467.47	3.003e+08	3.001e+08	0.0018	0.0011	2.5516	0.0539
Pkw-Verfügbarkeit	78.785581	459.63016	459.35929	0.1463	0.1457	240.83	0.0000
Radverfügbarkeit	.13073797	19.00875	18.995323	0.0068	0.0061	9.6633	0.0000
FK-Verfügbarkeit	171.49558	627.01662	626.69264	0.2148	0.2142	384.28	0.0000
Wetter	48.721574	1546.5284	1545.4631	0.0305	0.0299	44.263	0.0000

Number of obs = 4219    Model df = 3    Residual df = 4215

Abbildung 58: Ergebnisse der ANOVA

## 4. Fazit

Im Folgenden sollen nun die in der Einleitung aufgestellten Thesen auf ihre Richtigkeit hin überprüft und darüber hinaus die weiteren Erkenntnisse dieser Arbeit zusammengefasst werden.

Die erste These, zum Unterschied zwischen am Stichtag mit dem Rad gefahrenen und den restlichen Personen, zeigte deutliche Unterschiede bei verschiedensten Variablen. Zwar konnten in Bezug auf Geschlecht, Pro-Kopf-Einkommen, die ÖPNV-Anbindung und das Durchschnittsalter keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden, doch schon bei Letzterem zeigten sich bei genauer Betrachtung verschiedener Altersgruppen eine gewisse Divergenz zwischen beiden Gruppen. So ist der Anteil der Radfahrer in der Altersgruppe von 28 bis 47 Jahren mit über 50% deutlich höher, während die Nicht-Radler v. a. in den oberen Altersklassen einen Mehranteil besitzen.

Weiterhin zeichnen sich die Radfahrer bei der Schul- bzw. Berufsausbildung durch ein, mit großer Signifikanz, höheres Bildungs-Level aus. Auch in Bezug auf die Erwerbstätigkeit zeigt sich ein relativ bedeutsamer Unterschied, jedoch sind hinsichtlich verschiedener Erwerbsklassen, außer einem geringeren Anteil an Rentnern und einem Plus an Teilzeitarbeitern bei den Radfahrern, keine nennenswerten Unterschiede zu erkennen. Hinsichtlich der Führerscheinquote zeigt sich keine bedeutsame Ungleichheit der Gruppen, dafür aber bei den Pro-Kopf-Werten von Fahrrädern und Pkw, die bei den Radlern hochsignifikant höher bzw. niedriger liegen. Weiterhin zeigen sich bei Radfahrern eine höhere Anzahl an (gültigen) Wegen, eine geringere durchschnittliche Weglänge und eine niedrigere Verkehrsleistung am Stichtag.

Darüber hinaus liegen bei den Radfahrern sowohl die Verfügbarkeit eines Fahrrades, als auch deren Nutzungshäufigkeit, erwartungsgemäß höher als bei dem Rest, während in Bezug auf den Pkw beide Werte dementsprechend niedriger sind. Hinsichtlich des öffentlichen Verkehrs ließ sich zwar feststellen, dass die Verfügbarkeit einer Fahrkarte bei den Radlern signifikant geringer ist, die Nutzungshäufigkeit lag allerdings nicht durchgängig niedriger. So war der Anteil der beinahe täglichen Nutzer bei den Nicht-Radlern zwar mehr als doppelt so hoch, doch bei den mittelhäufigen Nutzungsklassen waren die Anteile der Radfahrer deutlich größer, sodass festgehalten werden kann, dass auch sie den ÖPV regelmäßig nutzen. These 1 lässt sich also in Bezug auf viele, wenn auch nicht alle ausgewählten, Variablen bestätigen.

In der 2. These wurde vorausgesetzt, dass Wege, die mit dem Fahrrad zurückgelegt wurden, sich in ihren Eigenschaften grundsätzlich von den Wegen der anderen Verkehrsmittel abheben. In Bezug auf die Startzeit der Radwege lassen sich noch keine allzu großen Differenzen feststellen, außer im Vergleich mit den Wegen zu Fuß, die am Morgen deutlich weniger auftreten und in der Mittagszeit dafür, im Gegensatz zu allen anderen, ein absolutes Maximum aufweisen. Im Hinblick auf die Verteilung der Wege auf die verschiedenen Ziele ergeben sich schon deutlichere Differenzen zu den anderen 3 Verkehrsmitteln. Am ehesten vergleichbar mit dem Radverkehr ist hierbei noch der ÖPV, bei dem der Anteil der Bildungswege allerdings mehr als doppelt so hoch ist, während der Radverkehr einen deutlich höheren Anteil bei Wegen für Erledigungen (wie z. B. Einkäufe) aufweist.

Die größten Unterschiede lassen sich aber bei der Weglänge, -Dauer und -Geschwindigkeit feststellen. So sind Wege mit dem Fahrrad im Durchschnitt etwa viermal so lang wie Wege zu Fuß, allerdings weniger als halb so lang wie Wege mit dem ÖPV oder MIV. Bezüglich der Dauer und Geschwindigkeit sind die Unterschiede nicht ganz so gravierend. Die Dauer eines Radweges liegt mit etwa 18,5min im Mittel zwar ca. 5min über der eines zu Fuß und mehr als 16min unter dem eines mit dem öffentlichen Verkehr zurückgelegten Weges, doch MIV-Wege dauern nur unerheblich länger. Dafür werden diese ziemlich genau doppelt so schnell zurückgelegt wie Wege mit dem Fahrrad. Bei Fußwegen liegt die Geschwindigkeit hingegen viel niedriger, während Wege des öffentlichen Verkehrs etwas schneller zurückgelegt werden als Fahrradwege. Damit kann die 2. These in weiten Teilen bestätigt werden, auch wenn bezüglich des Radverkehrs bei manchen wegspezifischen Variablen gewisse Ähnlichkeiten zu MIV und ÖPV bestehen.

Die 3. These unterstellte eine gute Trennung der Personengruppen der verschiedenen häufigen Fahrradnutzung. Die Ergebnisse der Diskriminanzanalyse stützt diese Behauptung größtenteils. Die Diskriminanzfunktionen sind (in ihrer Summe) hochsignifikant und auch die Prognosefähigkeit der Klassifikation ist als gut anzusehen. Dabei hätte mit Sicherheit noch eine deutlich bessere Trefferquote erreicht werden können, wenn die Gruppen 2 bis 4 der mittelhäufigen Fahrradnutzung zu einer Gruppe zusam-

mengefasst worden wären.<sup>99</sup> In ihrem gemeinsamen Wirken zur Gruppenunterscheidung konnten als besonders wichtige Merkmale die Schulbildung, die Pro-Kopf-Werte von Pkw und Fahrrädern, die Erwerbstätigkeit und mit Abstrichen auch die Berufsausbildung identifiziert werden.

These Nummer 4 stellt eine Vertiefung von These 2 dar. Sie behauptet, dass sich die zurückgelegten Wege dem genutzten Verkehrsmittel zuordnen lassen. Diesbezüglich konnte die Diskriminanzanalyse überzeugende Ergebnisse liefern und somit die These bestätigt werden. Alle 3 Diskriminanzfunktionen sind hochsignifikant und die Trefferquote des Klassifikationsverfahrens ist im Allgemeinen sehr gut. Die dafür in ihrem Zusammenspiel hauptsächlich verantwortlichen Variablen sind die Pkw- und Fahrkartenverfügbarkeit, die Weglänge und der Wegezweck. Einen eher kleinen Beitrag leisten hingegen das Wetter und der Zeitpunkt des Weges.

Insgesamt konnten somit für Dresden diverse Unterschiede zwischen Radfahrern, sowohl was die Nutzung am Stichtag, als auch die angegebene Nutzungshäufigkeit in den letzten 12 Monaten betrifft, und den Nicht- bzw. Weniger-Nutzern herausgearbeitet werden und darüber hinaus auch noch einige typische Merkmale eines Weges, der mit dem Fahrrad bzw. einem der anderen 3 Hauptverkehrsmittel zurückgelegt wurde, festgestellt werden. Es hat sich beispielsweise gezeigt, dass bei hoher Radverfügbarkeit bzw. niedriger Pkw- und Fahrkartenverfügbarkeit häufiger auf das Fahrrad als Verkehrsmittel zurückgegriffen wird. In Bezug auf den ÖPV lässt sich festhalten, dass dieser von den Radfahrern auch regelmäßig genutzt wird (als Schlechtwetter-Alternative?), nur eben nicht ganz so oft.

Gesamt gesehen scheint bei den potentiellen Radfahrern immer noch der Pkw das beliebteste Verkehrsmittel zu sein, bei den als Radfahrern klassifizierten Personen wird allerdings das Fahrrad mit Abstand am häufigsten genutzt. Generell kann festgehalten werden, dass Radfahren in Dresden weder vom Geschlecht, noch vom Einkommen abhängt und auch der Wegezweck spielt kaum eine Rolle. Das Alter hingegen scheint durchaus relevant, was ein Verbesserungspotential bezüglich junger und auch älterer

---

<sup>99</sup> Dabei gilt es allerdings zu bedenken, dass dadurch auch der Referenzwert von 20% auf ein Drittel angestiegen wäre und somit das relative Ergebnis nicht zwangsläufig besser ausgefallen wäre.

Menschen als Zielgruppe aufzeigt. Einen wirklich großen Einfluss scheint aber die Bildung zu haben, was zeigt, dass die Dresdner mit einer weniger guten Ausbildung besonders zum Radfahren motiviert werden müssen.<sup>100</sup> Das Wetter am Stichtag hat bei der Diskriminanzanalyse hingegen keinen sonderlich großen Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl gezeigt, doch bei der Gruppe des Radverkehrs war der Mittelwert der Variable im Gegensatz zu den Anderen deutlich erhöht, was darauf hinweist, dass es für die Radnutzung doch eine nicht unerhebliche Rolle gespielt hat. Somit könnte auch die Vermutung stimmen, dass das schlechte Wetter im Jahr 2013 zu dem gesunkenen Modal-Split-Anteil des Radverkehrs in Dresden geführt hat.

---

<sup>100</sup> Interessanterweise hatte das Pro-Kopf-Einkommen nahezu keinen Einfluss, was die Frage aufwirft, warum sich die großen Unterschiede hinsichtlich der Ausbildung nicht im Einkommen widerspiegeln.

## 5. Kritische Würdigung

In diesem Kapitel sollen nun die erzielten Ergebnisse dieser Arbeit kritisch hinterfragt werden. Als Allererstes ist hierbei anzumerken, dass die Definition eines potentiellen Radfahrers schwierig ist. Aufgrund der Daten wurde die theoretische Möglichkeit Rad zu fahren auf den Stichtag bezogen, doch dieser ist für die einzelne Person nicht repräsentativ. Personen die am Stichtag keinen Weg zurückgelegt haben oder genau an diesem Tag keine Zugang zu einem Fahrrad hatten, weil es bspw. gerade in der Werkstatt war, sind im Allgemeinen trotzdem potentielle Radfahrer. Andererseits ist auch nicht garantiert, dass alle im Datensatz verbliebenen Personen unbedingt Radfahren können/würden, denn eine solche Frage existierte im Fragebogen nicht. Die Auswahl der potentiellen Radfahrer ist demnach in jedem Fall diskussionswürdig.

Im Speziellen zeigt auch das Auswahlkriterium des Alters gewisse Schwächen auf. So wurden bspw. erst ab 8 Jahren Wege mit dem Fahrrad zurückgelegt, doch dies bedeutet keinesfalls, dass Siebenjährige noch nicht Radfahren können.<sup>101</sup> Ebenso zeigt der Anteil, auch wenn der ziemlich gering ist, an Personen die Leihfahrräder nutzen, dass am Stichtag nicht unbedingt ein Fahrrad im Haushalt verfügbar gewesen sein muss um an diesem Rad fahren zu können.

Bezogen auf den Datensatz und die ausgewählten Variablen sollte weiterhin angemerkt werden, dass nicht alle Fragestellungen bzw. Antwortmöglichkeiten zu 100% eindeutig waren, was einen negativen Einfluss auf die Qualität der Daten hat. Als Beispiel hierfür eignet sich die Nutzungshäufigkeit des Fahrrades. Die Antwortvorgaben gaben hierbei keinen Spielraum für Unterschiede im Jahresverlauf, obwohl es sehr wahrscheinlich ist, dass bei vielen Personen die Nutzungshäufigkeit von der Jahreszeit abhängt. Darüber hinaus muss natürlich erwähnt werden, dass bei einer Umfrage wie dem SrV immer Probleme mit fehlenden, ungenauen oder falschen Angaben seitens der Befragten gibt. Hierbei sind insbesondere auch unplausible Angaben zu nennen.

Inwieweit Angaben als nicht plausibel gelten, ist zu einem gewissen Teil subjektiv. Unabhängig davon ist es jedoch das größere Problem, dass es meistens nicht möglich ist abzuklären, ob die Angabe (unbeabsichtigt) falsch war oder es sich nur um einen

---

<sup>101</sup> Bei der oberen Altersgrenze besteht grundsätzlich derselbe Sachverhalt, jedoch ist fraglich ob es (gesellschaftlich) erwünscht wäre auch (über) 90-jährige als potentielle Zielgruppe für Radfahrer zu deklarieren.

Ausreißerwert handelt. So sind bspw. Radfahrten mit einer Länge von fast 100km wahrscheinlich keine Falschaussage bzw. nicht irrelevant aufgrund der allgemeinen Definition eines Weges, bleiben aber definitiv die Ausnahme. Das wirft die Frage auf, ob ein solcher Wert in den Auswertungen berücksichtigt werden sollte oder eben nicht. Im Hinblick auf diese Arbeit blieben jedenfalls keine weiteren Ausreißerwerte unberücksichtigt, die nicht schon von der Plausibilitätsprüfung bzw. Definition eines gültigen Weges von Seiten der SrV-Ersteller aussortiert wurden, um die tatsächlich auftretende Mobilität, trotz teilweise extremer Ausprägungen, korrekt abbilden zu können.

In Hinblick auf die deskriptive Auswertung ist darüber hinaus festzustellen, dass alle wegesepezifischen Auswertungen unter Nutzung des Hauptverkehrsmittels erfolgten. Somit sind auch alle Teilwege, die wohl in vielen Fällen zu Fuß zurückgelegt wurden, mit in den Angaben zu Länge, Dauer und damit auch Geschwindigkeit enthalten und verzerren damit v. a. die beiden letztgenannten Größen mehr oder weniger stark. Wichtig ist hierbei auch nochmal anzumerken, dass die Festlegung des Hauptverkehrsmittels nach einer festgelegten Rangfolge der Verkehrsmittel erfolgte und nicht etwa dem längsten Teilstück zugeordnet wurde. Zum Personenteil der deskriptiven Auswertung ist zu sagen, dass die Einteilung in Radfahrer und Nicht-Radfahrer aufgrund der Nutzung am Stichtag eben nur für diesen Stichtag repräsentativ ist und nicht etwa generell gilt, wobei solch eine generelle Unterteilung sowieso schwierig zu vollziehen wäre.

Auch bei der Anwendung der Diskriminanzanalyse müssen einige Dinge angemerkt werden und zwar insbesondere zu den Variablen. Bei diesen traten zum einen teilweise Korrelationen in nicht unerheblicher Höhe auf, die sich auf die Ergebnisse der Trennkraft der einzelnen Merkmale negativ ausgewirkt haben könnten. Weiterhin konnte die Gleichheit der Streuungen der Variablen zwischen den Gruppen nicht gewährleistet werden, was die Gruppentrennung im Allgemeinen ebenso erschwert haben dürfte wie die Tatsache, dass viele Variablen binär ausgeprägt waren bzw. in mehrere binäre Variablen aufgesplittet werden mussten. Ein weiteres Problem bestand in, zum Teil auch wegen der Aufspaltungen, der recht hohen Anzahl an Variablen. Dadurch erhöhte sich die Zahl der *Missing Values*, was die Zahl der verwertbaren Datensätze deutlich verringert und somit auch die Genauigkeit der Ergebnisse herabgesetzt hat. Ein weiterer Aspekt dazu ist, dass der Vorteil der simultanen Betrachtung der Variablen des Diskriminanzverfahrens nur eine untergeordnete Rolle spielte, wie die überwiegend guten Ergebnisse der ANOVA zeigen.

Eine letzte Anmerkung zur Umsetzung der Diskriminanzanalyse soll noch zur Interpretation der Klassifikationsergebnisse erfolgen. Hierbei ist anzumerken, dass als Vergleichswert durchaus auch die a-priori-Wahrscheinlichkeit der größten Gruppe gebräuchlich ist, was insbesondere bei der Personengruppenanalyse die Güte der Prognosefähigkeit doch deutlich herabsetzen würde. Das (vorrangige) Ziel bestand aber nicht in der Ermittlung einer optimalen Trefferquote, sondern viel eher darin eine möglichst gute Abbildung der Gruppengrößen zu erreichen und dabei in allen Gruppen eine bessere Trefferquote als ihre jeweilige a-priori-Wahrscheinlichkeit zu erzielen. Von daher zeigt sich bei Betrachtung der Ergebnisse, dass dieses Ziel in allen Gruppen deutlich erreicht wurde, außer im Falle der Gruppe 3 der mittelhäufigen Nutzung des Fahrrades, wo der Wert knapp unterschritten wurde.

Als letzter Punkt soll nicht unerwähnt bleiben, dass die Vergleiche von statistischen Werten im Literaturteil nur bedingt verlässliche Aussagen zulassen, da in vielen Fällen die Methoden zur Erhebung/Berechnung dieser Kennwerte nicht beschrieben waren und somit nicht nachzuvollziehen sind, was einen direkten Vergleich im Allgemeinen nicht erlaubt.

## 6. Ausblick

Im Hinblick auf die Untersuchung des Dresdner Radverkehrs wäre es grundsätzlich interessant, einen internen Vergleich mit älteren SrV-Durchgängen zu starten, um die zeitliche Entwicklung des Radverkehrs näher zu untersuchen.<sup>102</sup> Da die Datensätze in großen Teilen kompatibel sind, wäre eine Zeitreihenanalyse, bspw. unter Berücksichtigung der Investitionen für den Radverkehr, sicher ein geeignetes Forschungsfeld. Weiterhin wäre ein Städtevergleich innerhalb des SrV-Durchlaufs von 2013 ein attraktives Ziel, wobei besonders Städte wie z. B. Leipzig oder Bremen, die also eine vergleichbare Einwohnerzahl wie Dresden aufweisen, sich anbieten würden. In Bezug auf die vorliegenden Daten von Dresden wäre es sicherlich auch möglich einen noch tieferen Einblick in den städtischen Radverkehr zu erhalten, indem z. B. die Auswertungen stadtteilbezogen vollzogen werden, für die Wege die Quartale bzw. Jahreszeiten mit berücksichtigt werden oder auch nur der Binnenverkehr betrachtet wird.

Die Entwicklung des Radverkehrs in Dresden bleibt jedenfalls ein spannendes Thema. Die Stadt arbeitet mittlerweile, nachdem das mittlerweile 10 Jahre alte Konzept für die Innenstadt noch nicht einmal komplett umgesetzt wurde, immerhin an einem gesamtstädtischen Radverkehrskonzept, welches allerdings noch beschlossen werden muss.<sup>103</sup> Neben einem sächsischen Radverkehrskonzept gibt es noch den nationalen Radverkehrsplan 2020. Dieser zählt Dresden aufgrund seines Radfahranteils bereits als „Aufsteiger“-Stadt und gibt dafür einen Richtwert für jährliche Investitionen von 13-18€/Einwohner an<sup>104</sup>, was einem Vielfachen der derzeitigen Planungen der Stadt entspricht. Die Beispiele von Städten wie London oder Paris zeigen, dass Ausgaben in der Größenordnung möglich und v. a. auch wirkungsvoll sind, um die Situation des städtischen Radverkehrs zu verbessern.<sup>105</sup> Selbst benachbarte Städte wie Leipzig und Chemnitz investieren etwa das Dreifache bzw. Doppelte pro Einwohner und Jahr in die Radverkehrsförderung.<sup>106</sup>

---

<sup>102</sup> Spannend dürfte diesbezüglich auch die nächste Auflage von 2018 werden, denn da wird sich vermutlich zeigen, ob der zurückgegangene Radverkehrsanteil im Jahr 2013 tatsächlich wetterbedingt war bzw. ob der vorherige Trend des Aufschwungs (vorläufig) beendet ist.

<sup>103</sup> ADFC Dresden: Pressemeldung – ADFC beklagt Stillstand beim Radverkehr (Website); <http://www.adfc-dresden.de/index.php/neuigkeiten/pressemitteilungen/2122-adfc-beklagt-stillstand-beim-radverkehr> [Abrufdatum: 29.08.2015]

<sup>104</sup> BMVBS, S.14 bzw. 63

<sup>105</sup> ADFC Sachsen: Reflektor Herbst 2015, S. 5-6

<sup>106</sup> Ebd., S. 9

Verglichen mit einer etablierten „Fahrradstadt“ wie Kopenhagen ist der geplante Radverkehrsanteil der Stadt Dresden von knapp über 19% für das Jahr 2025 noch ausbaufähig, denn dort wird mehr als jeder dritte Weg mit dem Rad zurückgelegt und das bei einer etwas höheren Einwohnerzahl und keinesfalls besseren Klimabedingungen.<sup>107</sup> Ein Vorteil von Kopenhagen könnte aber die geringere Stadtfläche sein, die für geringere und somit fahrradfreundlichere Wegdistanzen sorgt.<sup>108</sup> Eine noch bessere Vergleichsmöglichkeit bietet daher die Stadt Bremen mit einem Radverkehrsanteil von immerhin 25%, denn diese weist neben einer vergleichbaren Einwohnerzahl auch noch eine ähnliche große Stadtfläche auf wie Dresden.<sup>109</sup>

Da Dresden, wie die meisten amerikanischen Städte, historisch bedingt weitgehend als Stadt für den motorisierten Verkehr aufgebaut wurde, lohnt sich ein Blick auf die Forschungen des Amerikaners John Pucher, der, neben den Niederlanden und Dänemark, Deutschland als ein Vorbild für amerikanische Städte in Sachen Radverkehrspolitik ansieht. So fasst er die Maßnahmen von erfolgreichen Fahrradstädten aus diesen Ländern folgendermaßen zusammen:

*„[...] the most important approach to making cycling safe, convenient, and attractive has been the provision of separate cycling facilities along heavily traveled roads and at intersections, combined with extensive traffic calming of residential neighborhoods. Safe and relatively stress-free cycling routes are especially important for children, the elderly, women, and for everyone with special needs due to any sort of disability. Providing such separate facilities to connect practical, utilitarian origins and destinations also promotes cycling for work, school, and shopping trips.*

*(...) [But] separate facilities are only part of the solution. Dutch, Danish, and German cities reinforce the safety, convenience, and attractiveness of excellent cycling rights of way with extensive bike parking, integration with public transport, comprehensive traffic education and training oft both cyclists and motorists, and a wide range of promotional events intended to generate enthusiasm and wide public support for cycling.*

*At the same time, car use is made expensive, less convenient, and less necessary through a host of taxes and restrictions on car ownership, use, and parking. And land*

---

<sup>107</sup> Martin Randelhoff, Zukunft Mobilität: Fahrradstädte in Europa: Häufig mittelgroße Universitätsstädte – oder in den Niederlanden? (Website); <http://www.zukunft-mobilitaet.net/22474/analyse/eigenschaft-fahrradstadt-radverkehr-studenten-einwohner-groesse/> [Abrufdatum: 30.08.2015]

<sup>108</sup> Vgl. ebd.

<sup>109</sup> Ebd.

*use policies foster relatively compact, mixed-use developments that generate more bikeable, shorter trips. The key to the success of cycling policies in the Netherlands, Denmark, and Germany is the coordinated implementation of this multi-faceted, self-reinforcing set of policies.*<sup>110</sup>

Um den Dresdner Verkehr fahrrad- und damit auch umweltfreundlicher zu gestalten liegt es nun also an den Politikern die benötigten finanziellen Mittel für solche Maßnahmen, sowohl für die Förderung des Radverkehrs, als auch zur Senkung der Attraktivität des MIV, bereitzustellen und diese dann gewissenhaft umzusetzen, anders als es in der Vergangenheit oftmals der Fall war. Das geplante Radverkehrskonzept für das gesamte Stadtgebiet zu beschließen wäre dafür schon einmal ein wichtiges Zwischenziel. Dass die Bevölkerung allerdings auch etwas Zeit braucht um sich an solch eine Änderung des täglichen Lebens anzupassen, wird in einem Artikel über Fahrradstädte folgendermaßen formuliert:

*„In some cities, a proper ‘bicycle culture’ has evolved in recent decades. In these cities, cycling has traditionally been part of day-to-day life and often also the local identity as well as the attitude towards life that comes with it. A local bicycle culture that has evolved over time often provides a good basis for the systematic and consistent integration of cyclists’ requirements into local policies and planning.*<sup>111</sup>

---

<sup>110</sup> Pucher, S. 64-65

<sup>111</sup> Difu, S. 4



## Literaturverzeichnis

- Ahrens, G.-A. (10. November 2014). *Die Stunde der Wahrheit - Präsentation und Diskussion der Ergebnisse des SrV 2013*. Von [tu-dresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/vkw/ivs/srv/2013/Schlusskonferenz/SrV2013-Abschluss\\_Ahrens\\_2014-11-10.pdf](http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/vkw/ivs/srv/2013/Schlusskonferenz/SrV2013-Abschluss_Ahrens_2014-11-10.pdf) am 29.08.2015 abgerufen
- Ahrens, G.-A. (Oktober 2014). *Methodenbericht zum Forschungsprojekt "Mobilität in Städten - SrV 2013"*. Von [tu-dresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/vkw/ivs/srv/2013/Methodenbericht\\_SrV2013.pdf](http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/vkw/ivs/srv/2013/Methodenbericht_SrV2013.pdf) am 26.08.2015 abgerufen
- Ahrens, G.-A. (aktualisierte Version vom 21. Mai 2015). *Sonderauswertung zum Forschungsprojekt „Mobilität in Städten – SrV 2013“: SrV-Stadtgruppe: Oberzentren 500.000 und mehr EW (ohne Berlin), Topografie: flach*. Von [tu-dresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/vkw/ivs/srv/2013/SrV2013\\_Stadtgruppe\\_Oberzentren\\_500TEWplus\\_flach.pdf](http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/vkw/ivs/srv/2013/SrV2013_Stadtgruppe_Oberzentren_500TEWplus_flach.pdf) am 31.08.2015 abgerufen
- Ahrens, G.-A. (aktualisierte Version vom 26. Juni 2015). *Sonderauswertung zum Forschungsprojekt „Mobilität in Städten – SrV 2013“: Städtevergleich*. Von [tu-dresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/vkw/ivs/srv/2013/SrV2013\\_Staedtevergleich.pdf](http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/vkw/ivs/srv/2013/SrV2013_Staedtevergleich.pdf) am 28.08.2015 abgerufen
- Backhaus, K., Erichson, B., & Plinke, W. W. (12. Auflage 2008). *Multivariate Analysemethoden – Eine anwendungsorientierte Einführung*. Berlin: Springer.
- BMVBS. (Oktober 2012). *Nationaler Radverkehrsplan 2020 - Den Radverkehr gemeinsam weiterentwickeln*. Von [www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/nationaler-radverkehrsplan-2020.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/nationaler-radverkehrsplan-2020.pdf?__blob=publicationFile) am 01.09.2015 abgerufen
- BYPAD Konsortium. (April 2012). *BYPAD-Audit der Radverkehrspolitik der Stadt Dresden: Endbericht*. Von [https://www.dresden.de/media/pdf/stadtplanung/verkehr/verkehr\\_rad\\_Radverkehr\\_Abschlussbericht\\_2011\\_2012\\_20120507\\_BYPAD\\_Abschlussbericht2011-12.pdf](https://www.dresden.de/media/pdf/stadtplanung/verkehr/verkehr_rad_Radverkehr_Abschlussbericht_2011_2012_20120507_BYPAD_Abschlussbericht2011-12.pdf) am 01.09.2015 abgerufen
- Difu. (2012). *Cycling Expertise – Analysis A-9: The Cycling Mode Share in Cities*. Von [www.nationaler-radverkehrsplan.de/en/transferstelle/downloads/cye-a-09.pdf](http://www.nationaler-radverkehrsplan.de/en/transferstelle/downloads/cye-a-09.pdf) am 27.09.2015 abgerufen
- Eckey, H.-F., Kosfeld, R., & Rengers, M. (2002). *Multivariate Statistik: Grundlagen - Methoden - Beispiele*. Wiesbaden: Gabler.
- Kobelt, H., & Steinhausen, D. (7. Auflage 2006). *Wirtschaftsstatistik für Studium und Praxis*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Landeshauptstadt Dresden. (26. Januar 2015). *Ergebnisse SrV 2013 - Ergebnisse des System repräsentativer Verkehrsbefragungen (SrV) 2013 für Dresden*. Von [https://www.dresden.de/media/pdf/stadtplanung/verkehr/SrV\\_Ergebnisse.pdf](https://www.dresden.de/media/pdf/stadtplanung/verkehr/SrV_Ergebnisse.pdf) am 29.08.2015 abgerufen

Nothnagel, M. (1999). *Klassifikationsverfahren der Diskriminanzanalyse - Eine vergleichende und integrierte Übersicht*. Berlin: Diplomarbeit.

Pucher, J., & Buehler, R. (2007). At the Frontiers of Cycling: Policy Innovations in the Netherlands, Denmark, and Germany. *World Transport Policy & Practice (Volume 13, Number 3)*.

Schulze, P. M. (6. Auflage 2007). *Beschreibende Statistik*. München, Wien: Oldenbourg Verlag.

## **Selbstständigkeitserklärung**

Ich erkläre hiermit, dass die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt wurde. Die aus fremden Quellen wörtlich oder sinngemäß übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Ich erkläre ferner, dass ich die vorliegende Arbeit an keiner anderen Stelle als Prüfungsarbeit eingereicht habe oder einreichen werde.

Dresden, den 15.09.2015

Rico Manteufel

