

Kerstin Rosenberger

Mobilitätsmuster im Personenwirtschaftsverkehr



Band 23

Harburger Berichte zur Verkehrsplanung und Logistik

Schriftenreihe des Instituts für
Verkehrsplanung und Logistik

Herausgegeben von
Heike Flämig und Carsten Gertz
Technische Universität Hamburg

Mobilitätsmuster im Personenwirtschaftsverkehr

Vom Promotionsausschuss
der Technischen Universität Hamburg
zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor-Ingenieurin (Dr.-Ing.)
genehmigte Dissertation
von
Kerstin Rosenberger

aus
Essen

2021

1. Gutachterin: Prof. Dr.-Ing. Heike Flämig
2. Gutachter: Prof. Dr. Hanno Friedrich
Tag der mündlichen Prüfung: 11.12.2020

<https://doi.org/10.15480/882.3809>
urn:nbn:de:gbv: 830-882.0146820
<http://hdl.handle.net/11420/10451>

Creative Commons Lizenz:
Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine Bearbeitungen 4.0
International Lizenz.

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische
Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

© 2021 Institut für Verkehrsplanung und Logistik
Alle Rechte vorbehalten
Satz: Institut für Verkehrsplanung und Logistik
Umschlagbild: Institut für Verkehrsplanung und Logistik
Umschlag: Institut für Verkehrsplanung und Logistik

Kerstin Rosenberger

Mobilitätsmuster im Personenwirtschaftsverkehr

Band 23

Harburger Berichte zur Verkehrsplanung und Logistik

Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Logistik

Technische Universität Hamburg

herausgegeben von

Heike Flämig und Carsten Gertz

Vorwort

Der Wirtschaftsverkehr wird in der Verkehrsforschung vergleichsweise wenig untersucht. Der Personenwirtschaftsverkehr mit Fahrzeugen unter 3,5t zulässigem Gesamtgewicht (zGG) ist in der Verkehrsgeneseforschung ein nahezu blinder Fleck. Dabei gab es die ersten Ansätze in der Personenverkehrsforschung schon in den frühen 1970er Jahren, als Eckardt Kutter in seiner Dissertation die soziodemographische Dimension in die Verkehrsforschung einführte und verhaltenshomogene Gruppen die Grundlage der Personenverkehrsmodellierung wurden. Im Wirtschaftsverkehrssystem im Allgemeinen und im Personenwirtschaftsverkehrssystem im Speziellen ist weder geklärt, welche Gruppen vergleichbares Verkehrsverhalten zeigen noch welche Bestimmungsfaktoren es für deren Charakterisierung bedarf.

Diese Forschungslücke greift die Kandidatin auf und liefert sehr wertvolle Beiträge für die weitere Wirtschaftsverkehrsforschung in Theorie und Praxis.

Kerstin Rosenberger leistet mit ihrer Arbeit einen wesentlichen Beitrag zur Theoriebildung in der (Personen-)Wirtschaftsverkehrsforschung, indem sie, basierend auf dem Modell zur Verkehrssystemanalyse von Mannheim (1980), ein entscheidungsbasiertes Beschreibungsmodell von Unternehmensmobilität (vgl. Kapitel 4) begründet und eindrücklich visualisiert (Abbildung 5). Das beobachtbare Verkehrsverhalten im Personenwirtschaftsverkehr wird um verkehrsrelevante Entscheidungen von Unternehmen ergänzt. Der bisher ausschließlich im Personenverkehrssystem genutzte Begriff des Mobilitätsverhaltens (im Verkehr) wird hier genutzt und weniger als Resultat, sondern ursächlich interpretiert. Das entwickelte Modell differenziert zwischen Verkehr auslösenden und formierenden Entscheidungen und lässt sich gleichermaßen generisch auf alle Fortbewegungsmittel beziehen.

Das abgeleitete morphologische Modell des Personenwirtschaftsverkehrs eignet sich hervorragend für eine strukturierte Darstellung sowohl der eigenen Empirie als auch der KiD-Daten. Als empirische Daten liegen dieser Arbeit die für Deutschland einzigartige Stichprobengröße zum Personenwirtschaftsverkehr mit Fahrzeugen < 3,5 t zGG von 7.153 Fahrzeugen von 345 Unternehmen aus 18 Wirtschaftszweigabschnitten in der Metropolregion

Hamburg zu Grunde, die im Forschungsvorhaben „Innovationen für eine nachhaltige Mobilität, Elektromobilität: Hamburg – Wirtschaft am Strom“ des Verkehrsministeriums gewonnen werden konnten. Durch die Kompatibilität mit den KiD-Daten kann sie die eigene Erhebung zu einem in seinem Umfang für eine Region einzigartigen Datensatz erweitern und schafft so eine umfangreiche Datengrundlage für Hamburg.

Durch die Clusterung von Fahrprofilen und deren Evaluation durch entscheidungsbezogene Variablen zum Fahrzeugeinsatz, zur Fahrzeugauswahl und zur Unternehmenstätigkeit leitet Kerstin Rosenberger Mobilitätsmuster ab. Die Ergebnisdarstellung erfolgt einzigartig und sehr gelungen in der Abbildung 39. Es ist zu vermuten, dass die Diskussion über die gewonnenen Mobilitätsmuster die (Personen-)Wirtschaftsverkehrsforschung in Zukunft wesentlich beeinflussen wird, auch wenn zu konstatieren ist, dass diese keinen generischen Charakter haben und das Personenwirtschaftsverkehrssystem vollumfänglich erklären. Hier zeigt sich einmal mehr, dass jede System- bzw. Modellbildung stark von deren Zweck bestimmt wird.

Es entstehen verschiedene Cluster, sobald neue Aspekte der Verkehrsbetrachtung einbezogen werden, beispielsweise, ob gewerbliche Fahrzeuge auch privat genutzt werden (dürfen). Damit demonstriert Kerstin Rosenberger, dass unterschiedliche unternehmerische Entscheidungen wesentlichen Einfluss auf das Verkehrsverhalten haben können und damit zu anderen Mobilitätsmustern führen. Demnach können keine generischen verhaltenshomogenen Gruppen existieren, sie sind abhängig von der Fragestellung und den dafür relevanten Entscheidungen. Dies wird später in der Arbeit anhand einer Potentialabschätzung für den Einsatz von batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) im Personenwirtschaftsverkehr gezeigt.

Sowohl das morphologische Beschreibungsmodell als auch die Mobilitätsmuster liefern eine praxisrelevante Entscheidungshilfe für Planende und Fahrzeugnutzende. Kerstin Rosenberger gelingt es damit, wichtige bisher fehlende Grundlagendaten und theoriegeleitete, empirisch basierte Interpretationen zu erarbeiten, von denen in der zukünftigen (Personen-)Wirtschaftsverkehrsforschung wesentliche Impulse zu erwarten sind.

Hamburg, Juli 2021

Prof. Dr.-Ing. Heike Flämig
Prof. Dr. Hanno Friedrich

Danksagung

Diese Arbeit ist im Rahmen meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Verkehrsplanung und Logistik (VPL) der Technischen Universität Hamburg entstanden. Sie stellt als Abschluss der Promotion zwar eine Eigenleistung dar, der Weg dorthin war es aber keinesfalls. Es haben mich viele besondere Menschen begleitet, bei denen ich mich für ihre Unterstützung bedanken möchte:

Mein größter Dank gilt meiner Doktormutter Prof. Dr.-Ing. Heike Flämig für ihre grenzenlose Unterstützung und das mir entgegengebrachte Vertrauen. Ihre Schule bildet das Fundament meiner Arbeit und hat meine Denkweise nachhaltig geprägt. Das detaillierte Feedback sowie die unzähligen Gespräche und Diskussionen waren der Schlüssel für den Erfolg meiner Promotion. Hierfür bin ich ihr zu tiefstem Dank verpflichtet. Zusätzlich hat mir die Zusammenarbeit mit ihr immer sehr viel Freude bereitet.

Mit meinem Zweitprüfer Prof. Dr. Hanno Friedrich durfte ich insbesondere im letzten Jahr meiner Promotion eng zusammenarbeiten. In dieser Zeit habe ich viel von ihm gelernt und bin dankbar, dass er mich an seiner Forschung teilhaben lassen. Darüber hinaus möchte ich mich für seine Verlässlichkeit und Flexibilität bedanken, die für mich von sehr großem Wert waren.

Ein ausgesprochener Dank gilt auch meinem Team – Dr.-Ing. Christian Matt, Patrick Fieltsch, Marcel Steffen und Sandra Tjaden – für die gegenseitige Motivation, das füreinander Einstehen und den immensen Zusammenhalt. Jeder einzelne von ihnen hat meine größte Anerkennung. Ebenso danke ich Artan Markaj für seine langjährige Unterstützung als wissenschaftliche Hilfskraft sowie den übrigen Kollegen und Kolleginnen am VPL für die schöne Zeit.

Eine eigene Erwähnung verdienen auch meine Freundinnen, die in der gemeinsam verbrachten Zeit wertvollen Abstand für neue Denkanstöße ermöglichten, Rebecca Hoch zusätzlich auch wegen ihrer besonderen Fähigkeit im Umgang mit Worten und Begriffen.

Auf dem langen Weg der Promotion konnte ich mich stets auf ein ausgeglichenes familiäres Umfeld verlassen, was für mich in dieser Zeit sehr wertvoll war. Der persönlichste Dank geht hierbei an Stephan Gusche für die Selbstverständlichkeit seiner bedingungslosen Unterstützung.

Ich danke Euch!

Hamburg, Juli 2021

Kerstin Rosenberger

Zusammenfassung

Mobilitätsmuster im Personenwirtschaftsverkehr

Der Personenwirtschaftsverkehr ist durch eine Kombination von Subjekt- und Objektfluss gekennzeichnet: Eine Person legt in Ausübung ihres Berufes einen Weg im öffentlichen Straßenraum zurück und führt gegebenenfalls Materialien mit sich oder befördert Personen. Obwohl 85 Prozent aller Fahrten im Wirtschaftsverkehr mit Fahrzeugen unter 3,5 Tonnen Nutzlast zurückgelegt werden, die größtenteils auf den Personenwirtschaftsverkehr zurückzuführen sind (KiD 2010), wurde dieser in der Verkehrsforschung bisher wenig berücksichtigt. Eine Literaturanalyse bestehender empirischer Grundlagen zeigt, dass das Wissen über die Bestimmungsfaktoren und Mobilitätsmuster im Personenwirtschaftsverkehrssystem begrenzt ist. Die betrieblichen Entscheidungen, die vermeintlich auf ein bestimmtes Verkehrsverhalten schließen lassen, wurden bislang selten betrachtet. Diese Wissenslücken sind im Wesentlichen auf die Schwierigkeiten bei der Datenerhebung und die scheinbar untergeordnete Relevanz des Personenwirtschaftsverkehrs gegenüber dem Personen- bzw. Güterverkehr zurückzuführen.

Basierend auf einer umfangreichen, strukturierten Literaturanalyse zu Bestimmungsfaktoren im Personenwirtschaftsverkehr nach Cooper (1988) wurden zwischen den Jahren 2014 und 2017 rund 7.100 Datensätze zu Fahrzeugen und deren Einsatz sowie zu organisationsbezogenen Informationen mit Hilfe eines Fragebogens erhoben. Diese Fahrzeuge gehören zu 345 Unternehmen der Hamburger Metropolregion (Datenstand: 2017).

Auf der Grundlage des Verkehrsmodells von Manheim (1980) und einer Systematisierung der in der Literatur identifizierten Bestimmungsfaktoren wurde ein theoriegeleitetes Modell der Unternehmensmobilität entwickelt, das verkehrsauslösende und verkehrsformierende Entscheidungen auf unterschiedlichen betrieblichen Ebenen berücksichtigt. Dieses entscheidungsbasierte Modell wurde angelehnt an Zwicky (1959) zu einem morphologischen Beschreibungsmodell weiterentwickelt. Mit dem gewonnenen Datensatz sowie der Evaluation der KiD 2010 Hamburg Aufstockung leistet dieses Modell einen wesentlichen Beitrag, den Personenwirtschaftsverkehr besser zu beschreiben.

Durch Clusteranalysen der Datensätze werden Mobilitätsmuster im Personenwirtschaftsverkehr identifiziert. Sie werden durch die eindeutig geclusterten Fahrprofile und unter Hinzunahme von weiteren Variablen, die Informationen zu den verkehrsauslösenden betrieblichen Entscheidungen liefern, gebildet sowie mittels Evaluationsvariablen bewertet. Zwei Mobilitätsmuster mit wechselnden Zielen beschreiben rund 43 Prozent des analysierten Hamburger Personenwirtschaftsverkehrs: die betriebsgebundenen Poly-Pendler, die unter anderem Fahrten für Entsorgungs- und Reinigungsleistungen durchführen, und die betriebsgebundenen zentralen Rundtourer, die Kundendienste, wie beispielsweise in der Gartenpflege repräsentieren.

Durch die Evaluation der Mobilitätsmuster wird deutlich, dass die bisher zur Erklärung des beobachteten Verkehrsverhaltens im Personenwirtschaftsverkehr herangezogenen Strukturvariablen, wie beispielsweise der Wirtschaftszweigabschnitt, nur selten den identifizierten Fahrprofilen eindeutig zuzuordnen sind. Vielmehr ist als Ergebnis festzuhalten, dass das Verhalten innerhalb von Wirtschaftszweigabschnitten nicht als homogen angenommen werden darf und auch innerhalb von Unternehmen nicht zwingend ein einheitliches Mobilitätsmuster existiert.

Die Erkenntnisse über Mobilitätsmuster im Personenwirtschaftsverkehr ermöglichen die Untersuchung der Wirksamkeit von Gestaltungsoptionen. Dies konnte anhand einer Potentialabschätzung zum Einsatz von batterieelektrischen Fahrzeugen in bestehenden Flotten des Hamburger Personenwirtschaftsverkehrs gezeigt werden, nach der 71,5 Prozent der analysierten Fahrzeuge substituierbar wären.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungen	14
Tabellen	16
Abkürzungen	19
1 Einführung	21
1.1 Zielsetzung der Arbeit und Forschungsfragen	23
1.2 Vorgehen und Aufbau der Arbeit	24
2 Abgrenzung des Personenwirtschaftsverkehrs	27
2.1 Segmente des Wirtschaftsverkehrs	28
2.2 Strukturen des Güterverkehrs	31
2.3 Strukturen des Personenwirtschaftsverkehrs	33
2.4 Eine Definition des Personenwirtschaftsverkehrs	39
3 Forschungsstand im Personenwirtschaftsverkehr	41
3.1 Vorgehen bei der Literaturanalyse und Ableitung der Recherchefragen	41
3.2 Empirische Grundlagenarbeiten zum Personen- wirtschaftsverkehr	44
3.3 Bestimmungsfaktoren des Personenwirtschaftsverkehrs in der Literatur	50
3.4 Zwischenfazit und Ableitung der Forschungsfragen	60
4 Entwicklung eines entscheidungsbasierten Beschreibungsmodells der Unternehmensmobilität	63
4.1 Verhaltenshomogene Gruppen in der Personen(wirtschafts)verkehrsforschung	64
4.2 Rationale Entscheidungen in Unternehmen	67
4.3 Verkehrsrelevante Entscheidungsebenen in Unternehmen und Schlussfolgerungen für die eigene Erhebung	71

5	Empirische Erhebung bei Hamburger Unternehmen zum Personenwirtschaftsverkehr	79
5.1	Fragebogen als Erhebungsmethode	79
5.2	Aufbau des Fragebogens	82
5.3	Beschreibung der Stichprobe	89
6	Ableitung und Anwendung eines morphologischen Beschreibungsmodells des Personenwirtschaftsverkehrs	95
7	Identifizierung von Mobilitätsmustern im Hamburger Personenwirtschaftsverkehr	111
7.1	Methodische Grundlagen der Clusteranalyse und vorbereitende Arbeiten	111
7.1.1	Grundlagen der Typenbildung	111
7.1.2	Grundlagen des Gruppierungsverfahrens	115
7.2	Durchführung der Korrelationsanalyse	128
7.2.1	Variablen der Korrelationsmatrix	128
7.2.2	Ergebnisse der Korrelationsanalyse	133
7.3	Ableitung der Clustervariablen und Schlussfolgerungen für die weitere Analyse	140
7.4	Cluster der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen (*w)	146
7.4.1	Betriebsgebundene Poly-Pendler* ^w	156
7.4.2	Betriebsgebundene zentrale Rundtourer* ^w	159
7.4.3	Heimgebundene dezentrale Rundtourer* ^w	162
7.4.4	Betriebsgebundene dezentrale Rundtourer* ^w	165
7.4.5	Ortsungebundene dezentrale Rundtourer* ^w	168
7.4.6	Ortsungebundene zentrale Rundtourer* ^w	171
7.4.7	Heimgebundene Poly-Pendler* ^w	173
7.5	Cluster der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen (*g)	176
7.5.1	Betriebsgebundene Werk-Mobile* ^g	185
7.5.2	Betriebsgebundene Poly-Pendler* ^g	187
7.5.3	Betriebsgebundene Mono-Pendler* ^g	190
7.5.4	Betriebsgebundene dezentrale Rundtourer* ^g	193
7.5.5	Ortsungebundene zentrale Rundtourer* ^g	195
7.5.6	Heimgebundene Poly-Pendler* ^g	198
7.5.7	Heimgebundene Mono-Pendler* ^g	200

7.6	Diskussion der identifizierten Mobilitätsmuster	204
7.6.1	Mobilitätsmuster von Fahrzeugen mit gleichbleibenden Zielen (*g)	204
7.6.2	Mobilitätsmuster von Fahrzeugen mit wechselnden Zielen (*w)	209
7.6.3	Vergleich der Mobilitätsmuster mit wechselnden und gleichbleibenden Zielen	215
7.6.4	Stabilität/Validierung der Cluster	226
8	Nutzung der Mobilitätsmuster zur Abschätzung des Einsatzpotentials von batterieelektrischen Fahrzeugen	229
8.1	Verkehrspolitische Einordnung der Elektromobilität	230
8.2	Vertiefte Untersuchung der Cluster mit wechselnden Zielen und rein dienstlicher Nutzung (*wd)	232
8.3	Potentialabschätzung für den Einsatz von batterieelektrischen Fahrzeugen	241
9	Zusammenfassung und Schlussbetrachtung	247
9.1	Forschungsstand und -lücke	247
9.2	Morphologisches Beschreibungsmodell des Personenwirtschaftsverkehrs	248
9.3	Mobilitätsmuster im Personenwirtschaftsverkehr	250
9.4	Limitationen der Arbeit	257
9.5	Weiterer Forschungsbedarf	259
	Literatur	265
	Anhang	279

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Aufbau der Arbeit	26
Abbildung 2:	Segmentierung des Wirtschaftsverkehrs	30
Abbildung 3:	Grundstrukturen von Logistiksystemen	32
Abbildung 4:	Grundstrukturen im Personenwirtschaftsverkehr	38
Abbildung 5:	Entscheidungs-basiertes Beschreibungsmodell des Personenwirtschaftsverkehrsystems	74
Abbildung 6:	Anzahl der Unternehmen nach Wirtschaftszweigabschnitten	92
Abbildung 7:	Anzahl der Fahrzeuge nach Wirtschaftszweigabschnitten	94
Abbildung 8:	Anzahl der Unternehmen je Beschäftigungsgrößenklasse	94
Abbildung 9:	Ablauf von Clusteranalysen nach Backhaus und Schendera	118
Abbildung 10:	Aufbau des Mobilitätsmusters aus Clustervariablen und Evaluationsvariablen	145
Abbildung 11:	Darstellung der Clusterlösungen bei wechselnden Zielen mittels Elbow-Diagramm	148
Abbildung 12:	Clusteraufteilungen für Fahrzeuge mit wechselnden Zielen	149
Abbildung 13:	Clustergrößen von Fahrzeugen mit wechselnden Zielen bei 12 Clustern	153
Abbildung 14:	Verteilung der Fahrzeuge aus Cluster W1 auf die einzelnen Wirtschaftszweige	157
Abbildung 15:	Wechselnde Ziele: Fahrprofil W1	158
Abbildung 16:	Wechselnde Ziele: Fahrprofil W4	160
Abbildung 17:	Unternehmens- und Fuhrparkgrößenklassen im Cluster W4	161
Abbildung 18:	Wechselnde Ziele: Fahrprofil W6	164
Abbildung 19:	Wirtschaftszweigabschnitte in Cluster W9	166
Abbildung 20:	Wechselnde Ziele: Fahrprofil W9	167
Abbildung 21:	Fahrzeugsegmente in Cluster W10	169

Abbildung 22: Wechselnde Ziele: Fahrprofil W10	170
Abbildung 23: Wechselnde Ziele: Fahrprofil W11	172
Abbildung 24: Wechselnde Ziele: Fahrprofil W12	175
Abbildung 25: Darstellung der Clusterlösungen bei gleichbleibenden Zielen mittels Elbow-Diagramm	176
Abbildung 26: Baum zur Clusteraufteilung für Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen	179
Abbildung 27: Clustergrößen von Fahrzeugen mit gleichbleibenden Zielen bei 11 Clustern	183
Abbildung 28: Gleichbleibende Ziele: Fahrprofil G1	186
Abbildung 29: Gleichbleibende Ziele: Fahrprofil G3	188
Abbildung 30: Wirtschaftszweigabschnitte in Cluster G3	190
Abbildung 31: Gleichbleibende Ziele: Fahrprofil G4	191
Abbildung 32: Gleichbleibende Ziele: Fahrprofil G5	194
Abbildung 33: Gleichbleibende Ziele: Fahrprofil G6	197
Abbildung 34: Gleichbleibende Ziele: Fahrprofil G10	199
Abbildung 35: Unternehmensgrößenklassen in Cluster G11	202
Abbildung 36: Gleichbleibende Ziele: Fahrprofil G11	203
Abbildung 37: Fahrprofile der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen	205
Abbildung 38: Fahrprofile der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen	211
Abbildung 39: Übersicht über alle Fahrprofile	217
Abbildung 40: Anzahl und Anteil der Cluster in den Wirtschaftszweigabschnitten aller Fahrzeuge	222
Abbildung 41: Anzahl der Fahrzeuge und Anteil der Clustern nach Unternehmensgrößenklasse	223
Abbildung 42: Anzahl der Fahrzeuge und Anteil der Cluster nach Fuhrparkgrößenklasse	224
Abbildung 43: Fahrprofil der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen und rein dienstlicher Nutzung	239
Abbildung 44: Darstellung der Fahrprofile mit Einsatzpotential von BEV	246

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Ausgewählte Definitionen von „Wirtschaftsverkehr“	29
Tabelle 2:	Charakteristika der Grundstrukturen im Personenwirtschaftsverkehr	39
Tabelle 3:	Einordnung der eigenen Vorgehensweise bei der Literaturanalyse in die Taxonomie nach Cooper	42
Tabelle 4:	Forschungsarbeiten mit empirischer Grundlage zum (Personen)wirtschaftsverkehr	45
Tabelle 5:	Wirtschaftsverkehrsmodelle	47
Tabelle 6:	Quantitative Erhebungen der amtlichen Statistiken zum Wirtschaftsverkehr	48
Tabelle 7:	Zuordnung der identifizierten Bestimmungsfaktoren und ausgewählter Indikatoren zu ihren Teilsystemen	58
Tabelle 8:	Zusammenführung der identifizierten Bestimmungsfaktoren und Entscheidungsebenen	76
Tabelle 9:	Unternehmensvariablen und ihre Merkmalsausprägungen	86
Tabelle 10:	Fahrzeugvariablen und ihre Merkmalsausprägungen	88
Tabelle 11:	Wirtschaftszweigzugehörigkeit der erfassten Unternehmen und Fahrzeuge	91
Tabelle 12:	Morphologisches Beschreibungsmodell des Hamburger Personenwirtschaftsverkehrs mit Daten der WaS-Fuhrparkerfassung	98
Tabelle 13:	Morphologisches Beschreibungsmodell des Hamburger Personenwirtschaftsverkehrs mit Daten der KiD 2010 Hamburg Aufstockung	105
Tabelle 14:	Mögliche Auswertungsstufen bei der Typenbildung	114
Tabelle 15:	Interpretation der Korrelationswerte nach Cramers V	125

Tabelle 16:	Interpretation der Korrelationswerte nach Spearman	126
Tabelle 17:	Interpretation der Korrelationswerte nach Kendalls Tau b	127
Tabelle 18:	Interpretation der Korrelationswerte nach Eta-Quadrat	127
Tabelle 19:	Variablen der Korrelationsmatrix	129
Tabelle 20:	Skalenniveaus der ausgewählten Variablen	130
Tabelle 21:	Korrelationskoeffizienten der Skalenniveau-Kombinationen	130
Tabelle 22:	Korrelationsmatrix mit absoluten Korrelationen	131
Tabelle 23:	Korrelationsmatrix mit relativer Bewertung der Zusammenhangsstärken	132
Tabelle 24:	Variablenkombinationen metrisch/metrisch mit hohen Korrelationen nach Spearman Rho	134
Tabelle 25:	Variablenkombinationen metrisch/kategorial mit hohen Korrelationen nach Eta-Quadrat	135
Tabelle 26:	Variablenkombinationen kategorial/kategorial mit hohen Korrelationen nach Cramers V	136
Tabelle 27:	Variablenkombinationen kategorial/ordinal mit hohen Korrelationen nach Cramers V	137
Tabelle 28:	Einordnung der Variablen	139
Tabelle 29:	Übersicht der Clusterlösungen bei wechselnden Zielen	147
Tabelle 30:	Kreuztabelle der Lösungen mit 6 und 9 Clustern der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen	150
Tabelle 31:	Kreuztabelle der Lösungen mit 9 und 12 Clustern der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen	151
Tabelle 32:	Silhouettenstatistik bei der Clusterung in 12 Gruppen der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen	152
Tabelle 33:	Anzahl von Fahrzeugen und Unternehmen der homogenen Cluster mit wechselnden Fahrtzielen	154
Tabelle 34:	Überblick über die Fahrprofile der sieben homogenen Cluster mit wechselnden Zielen	155

Tabelle 35: Übersicht der Clusterlösungen bei gleichbleibenden Zielen	177
Tabelle 36: Kreuztabelle der Lösungen mit 5 und 11 Clustern	180
Tabelle 37: Kreuztabelle der Lösungen mit 11 und 15 Clustern	181
Tabelle 38: Silhouettenstatistik der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen bei 11 Clustern	182
Tabelle 39: Anzahl von Fahrzeugen und Unternehmen der homogenen Cluster mit gleichbleibenden Fahrzielen	183
Tabelle 40: Überblick über die Fahrprofile der homogenen Cluster mit gleichbleibenden Zielen	184
Tabelle 41: Mobilitätsmuster der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen	207
Tabelle 42: Mobilitätsmuster der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen	213
Tabelle 43: Anzahl der Fahrprofile pro Organisation entsprechend der Fahrtzielregelmäßigkeit und insgesamt	225
Tabelle 44: Handlungsziel Nr. 6 der Mobilität in Hamburg	231
Tabelle 45: Clusterverteilung und Silhouettenstatistik der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen und rein dienstlicher Nutzung	233
Tabelle 46: Homogene Clusterprofile der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen und rein dienstlicher Nutzung	234
Tabelle 47: Variablenbewertung für Potentialabschätzung für BEV	242

Abkürzungen

AIC	Akaike-Informationskriterium
B.	Beschäftigte
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
BEV	Batterieelektrisches Fahrzeug
BIC	Bayesianisches Informationskriterium
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DL	Dienstleistungen
EC	Europäische Kommission
EU	Europäische Union
F.	Fahrzeuge
FLE	Fahrleistungserhebung
Fzkm	Fahrzeugkilometer
KBA	Kraftfahrbundesamt
KEP	Kurier-Express-Paket
Kfz	Kraftfahrzeug
KiD	Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland
km	Kilometer
Lkw	Lastkraftwagen
MiD	Mobilität in Deutschland
MOP	Deutsches Mobilitätspanel
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
pkm	Personenkilometer
Pkw	Personenkraftwagen
Pwv	Personenwirtschaftsverkehr
SD	Standardabweichung
t	Tonnen
TFL	Tagesfahrleistung
tkm	Tonnenkilometer
WaS	Wirtschaft am Strom
WZ	Wirtschaftszweigabschnitt
ZFZR	Zentrales Fahrzeugregister
zGG	zulässiges Gesamtgewicht

1 Einführung

Im Wirtschaftsverkehr wird der Transport von Gütern mit Kraftfahrzeugen von dem so genannten Personenwirtschaftsverkehr getrennt. Unter Personenwirtschaftsverkehr werden im Allgemeinen all jene Ortsveränderungen von Gütern oder die Güter begleitenden Personen verstanden, die in Ausübung einer beruflichen Tätigkeit stattfinden.

Die Studie Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland (KiD 2010) rechnet einen Anteil von 38,9% aller werktäglichen Fahrzeugfahrten dem Wirtschaftsverkehr zu (Wermuth et al. 2012c, S. 11). Der Anteil belief sich in der Vorgängererhebung (KiD 2002) bei gleichgebliebener Fahrzeugfahrleistung noch auf 26,5%. Folglich ist in den letzten Jahren ein starker Anstieg an Fahrten mit aber kürzeren Distanzen zu verzeichnen (Wermuth et al. 2012c; Wermuth et al. 2003). Rund 85% dieser Fahrzeugfahrten werden mit Pkw und leichten Nutzfahrzeugen bis einschließlich 3,5 t Nutzlast durchgeführt, die zu einem Großteil dem Personenwirtschaftsverkehr zuzurechnen sind (Wermuth et al. 2012c, S. 20, S. 28). Dies macht die steigende Relevanz des Personenwirtschaftsverkehrs deutlich.

Dennoch wird insbesondere das Gestaltungspotential als auch die Hebelwirkung, die von einer stärkeren Berücksichtigung des Personenwirtschaftsverkehrs ausgehen kann, aktuell noch unterschätzt und kann sogar als vergessener Planungsgegenstand bezeichnet werden (Flämig 2008, S. 78).

Eine Datenbasis für den Wirtschaftsverkehr steht nur rudimentär zur Verfügung und besonders die nicht-güterbezogenen Verkehre sind nicht ausreichend dokumentiert. Der Fokus von Forschungsarbeiten zum Wirtschaftsverkehr liegt auf dem Güterverkehr und auch statistisch ist der Güterverkehr im Vergleich zum Personenwirtschaftsverkehr relativ gut abgebildet. In den wenigen verfügbaren Statistiken über den Personenwirtschaftsverkehr wurden die Unternehmen zumeist gemäß ihrer Wirtschaftszweigzugehörigkeit klassifiziert und ihre Merkmale nach dieser Klassifizierung erfasst. Dabei beschränken sich die Merkmale neben Angaben aus den amtlichen Statistiken zu den Unternehmen und verkehrliche Erhebungen auf typische Verkehrskennzahlen (Löwa und Flämig 2011, S. 4f.; Friedrich 2010, S. 28f.).

Differenzierte Daten stellen jedoch eine wesentliche Grundlage für den Nachvollzug des Verkehrssystems in politischer, sozialer, ökologischer und wirtschaftlicher Hinsicht dar. Dementsprechend führen die lückenhaften Grundlagen der amtlichen und nichtamtlichen Statistiken dazu, dass die Gestaltung des Wirtschaftsverkehrs durch Politik und Planung derzeit ohne vertiefende, ganzheitliche Kenntnisse über die verkehrsrelevanten Prozesse und deren Implikationen für andere Teilsysteme stattfindet. Sie scheitert an der zielgruppenadäquaten Umsetzung der Maßnahmen und nicht am Maßnahmenwissen an sich (Flämig 2008, S. 79). Es scheint, als käme es bei einer Überschreitung der klassischen Systemgrenzen zu einer situativen Komplexitätsüberforderung der Politik und Planung (Flämig 2008, S. 79). Eine besondere Bedeutung kommt dabei dem Personenwirtschaftsverkehr zu, da dieser auf Grund seiner Komplexität und dem daraus resultierenden Datenmangel bisher selten Gegenstand von Politik und Planung war und bisher zu großen Teilen unberücksichtigt blieb. Erst mit der Studie „Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland (KiD)“, die erstmalig im Jahr 2003 veröffentlicht wurde, gab es überhaupt eine Erhebung, die sich, wenn auch mit teilweise großen Datenlücken, diesem Segment des Wirtschaftsverkehrs explizit widmete. Auch in Verkehrsmodellen und den öffentlich verfügbaren Statistiken wird der Personenwirtschaftsverkehr eher als eine Art Begleiterscheinung behandelt und bekommt häufig nur eine Schnittstellenfunktion zugesprochen.

Aufgrund fehlender Informationen und Daten können kaum Aussagen zu Art und Menge dieser Verkehre gemacht werden, ganz davon abgesehen, welche Auswirkungen die Ausprägungen des Personenwirtschaftsverkehrs auf Städte, in denen die Auswirkungen von Verkehr zumeist schnell am stärksten spürbar werden, haben können (Hebes et al. 2013, S. 44; Schütte 1997, S. 1).

Um aber den Personenwirtschaftsverkehr in politischen und ökonomischen Entscheidungsprozessen stärker berücksichtigen zu können, muss dieser zunächst möglichst realitätsnah abgebildet werden, um darauf aufbauend seine Wirkungsbeziehungen bestimmen und quantifizieren zu können. Eine Einteilung der am Personenwirtschaftsverkehr teilnehmenden Akteure auf Basis ihrer, das Mobilitätsverhalten charakterisierenden Faktoren, würde es ermöglichen, Maßnahmen zielgerichteter bzw. adressatengerecht auszurichten und zu implementieren. Für die zielgerichtete Implementierung

nachhaltiger Maßnahmen müssen bisherige Bestimmungsfaktoren des Aufkommens des Personenwirtschaftsverkehrs und seiner Charakteristika detaillierter untersucht werden.

1.1 Zielsetzung der Arbeit und Forschungsfragen

Dementsprechend verfolgt die vorliegende Arbeit das Ziel, ein vertieftes Verständnis über Bestimmungsfaktoren und Mobilitätsmuster von Unternehmen¹ zur adressatengerechten Maßnahmenimplementierung zu generieren.

Unter Bestimmungsfaktoren werden zur Charakterisierung herangezogene Variablen oder Merkmale verstanden, die in einem spezifischen Zusammenhang eine bestimmende Wirkung auf die Mobilität von Unternehmen haben. Mobilitätsmuster von Unternehmen beschreiben das Zusammenspiel aller die Mobilität beeinflussenden Eigenschaften eines Unternehmens, die über das eigentliche Fahrprofil hinausgehen (siehe auch Kapitel 7.3).

Aufbauend auf die Entwicklung eines morphologischen Beschreibungsmodells des Personenwirtschaftsverkehrssystems, werden verhaltenshomogene Fahrprofile identifiziert und hinsichtlich ihrer Entstehungsbedingungen in Form von Mobilitätsmustern charakterisiert. Es ergeben sich die nachfolgenden forschungsleitenden Fragen, deren detaillierte Herleitung in Abschnitt 3.4 beschrieben ist:

Forschungsfrage 1:

Anhand welcher Bestimmungsfaktoren lässt sich der Personenwirtschaftsverkehr beschreiben (Beschreibungsmodell)?

Forschungsfrage 2:

Welche homogenen Muster existieren in der Mobilität von Unternehmen (Mobilitätsmuster)?

¹ Im Folgenden wird von Unternehmen gesprochen, neben privatwirtschaftlichen Unternehmen sind aber auch Behörden und andere Organisationen gemeint.

1.2 Vorgehen und Aufbau der Arbeit

Im **ersten** Kapitel der vorliegenden Arbeit wird zunächst auf die Problemstellung eingegangen. Daraus wird die Zielsetzung der Arbeit abgeleitet und die im Laufe der Arbeit begründeten Forschungsfragen vorgestellt. Im zweiten Abschnitt wird das Vorgehen und der Aufbau der Arbeit erläutert.

Kapitel zwei, drei und vier liefern die theoretischen Grundlagen dieser Arbeit. Im **zweiten** Kapitel wird zunächst in den Personenwirtschaftsverkehr als Forschungsgegenstand dieser Arbeit eingeführt, indem auf das Unternehmen als zentraler Bestandteil des Wirtschaftsverkehrs und seine Mobilität eingegangen wird. Darauf aufbauend wird der Wirtschaftsverkehr in seine einzelnen Segmente zerlegt und hinsichtlich seiner Bedeutung für die vorliegende Arbeit diskutiert. Auf Grundlage der Entstehungsbedingungen des Wirtschaftsverkehrs werden im Anschluss Grundstrukturen des Personenwirtschaftsverkehrs entwickelt.

Im **dritten** Kapitel werden aufbauend auf einer strukturierten Literaturanalyse praxisnaher Studien, amtlicher Statistiken und von Verkehrsmodellen, nach Cooper (1988), die existierenden empirischen Grundlagen der bisherigen Arbeiten zum Personenwirtschaftsverkehr aufgezeigt und die bisher betrachteten Bestimmungsfaktoren im Mobilitätsverhalten von Unternehmen mit Fahrzeugen kleiner 3,5t Gesamtgewicht zusammengefasst. Aufbauend auf diesem Forschungsstand zum Personenwirtschaftsverkehr werden die Forschungslücken identifiziert und die Forschungsfragen abgeleitet.

Im **vierten** Kapitel werden der Diskussionsstand und die identifizierte Forschungslücke zum Organisationsverhalten und den zugrundeliegenden verkehrsrelevanten Entscheidungen in Unternehmen untersucht. Als Ergebnis liegt ein entscheidungsbasiertes Beschreibungsmodell für den Personenwirtschaftsverkehr vor, das theoriebildenden Charakter hat.

Im **fünften** Kapitel wird die eigene Empirie vorgestellt. Auf Grundlage der Erkenntnisse aus den Literaturanalysen und der Vorstellung der genutzten methodischen Grundlagen der Fragebogenerhebung wird der entwickelte Fragebogen vorgestellt und die Stichprobe beschrieben.

Im **sechsten** Kapitel wird mit Hilfe der Methode des morphologischen Kastens nach Zwicky (1959) ein struktureller Rahmen des Personenwirtschaftsverkehrs entwickelt und mögliche Ausprägungen abgeleitet.

Unter Berücksichtigung der identifizierten Entscheidungsebenen wird ein morphologisches Beschreibungsmodell als Erscheinungsbild des Personenwirtschaftsverkehrs generiert. Dieses wird direkt für die Darstellung und Evaluation der eigenen Empirie genutzt.

Im **siebten** Kapitel werden auf Grundlage der eigenen Empirie Mobilitätsmuster des Personenwirtschaftsverkehrs für Hamburg analysiert. Zunächst werden die Grundlagen der Typenbildungstheorie und die methodischen Grundlagen des angewendeten Gruppierungsverfahrens vorgestellt. Im Anschluss erfolgt die eigentliche Analyse auf Basis von Clusterverfahren. Mit den identifizierten Clustervariablen (Bestimmungsfaktoren) werden zunächst Fahrprofile ermittelt und durch weitere Variablen als Mobilitätsmuster analysiert und interpretiert.

Im **achten** Kapitel wird gezeigt, welchen Nutzen die Mobilitätsmuster für die Ableitung von Handlungsempfehlungen für die Gestaltung des Personenwirtschaftsverkehrs haben können. Dies erfolgt am Beispiel der Einführung von Elektromobilität in Hamburg, indem Mobilitätsmuster identifiziert werden, in denen die Nutzung von batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) möglich wäre.

Die Schlussbetrachtung findet im **neunten** Kapitel statt. Es wird die Bedeutung einzelner Variablen zur Beschreibung des Personenwirtschaftsverkehrs sowie die Aussagekraft von Fahrprofilen und Mobilitätsmustern diskutiert. Zudem erfolgt eine Reflektion der Limitationen der Arbeit. Das Kapitel schließt mit der Formulierung von weiteren Handlungs- und Forschungsbedarfen.

Der Aufbau der vorliegenden Forschungsarbeit ist zudem der nachfolgenden Abbildung 1 zu entnehmen.

Im Anhang finden sich zusätzliche Informationen zum genutzten Datensatz, zur empirischen Erhebung und ergänzende Auswertungen sowie zu den zur Evaluation verwendeten Statistiken.

Abbildung 1: Aufbau der Arbeit



Quelle: Eigene Darstellung

2 Abgrenzung des Personenwirtschaftsverkehrs

Um das Unternehmen als zentrales Element des Wirtschaftsverkehrs zu verstehen, wird zunächst beleuchtet, welche Rolle Mobilität von Unternehmen im Rahmen eines wirtschaftlich organisierten Gesamtsystems einnimmt. Anschließend werden bestehende Definitionen, räumliche Strukturen und Elemente des Wirtschaftsverkehrs aufgearbeitet und hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf den Personenwirtschaftsverkehr geprüft.

Mobilität im ursprünglichen Sinn beschreibt „die Beweglichkeit von Menschen, Lebewesen und Dingen in Zeit und Raum“ (Gather et al. 2008, S. 23). Damit stellt Mobilität die Voraussetzung für wirtschaftliche Entwicklung, Beschäftigung und individuelle Entfaltungsmöglichkeiten dar (Enquete-Kommission 1994b, S. 3; Beckmann 2001, S. 88). Während Mobilität im Privatverkehr, also beim bloßen Fortbewegen, als Wert an sich begriffen wird, wird Mobilität im Wirtschaftsbereich oft als unverzichtbare Voraussetzung für Wohlstand gesehen (Enquete-Kommission 1994b, S. 78). Die Mobilität von Gütern und Personen bildet die erforderliche Grundlage in einer arbeitsteilig und marktwirtschaftlich organisierten Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft (Enquete-Kommission 1994a, S. 109). Dabei bestimmen die wirtschaftlichen Aktivitäten über eine Vielzahl von Wirkungsketten, welche die Ausprägung des Verkehrs bedingen (Enquete-Kommission 1994a, S. 109). Sowohl Personen- als auch Wirtschaftsverkehr sind daher Folge von Mobilitätsbedürfnissen.

Werden diese Bedürfnisse nach Mobilität befriedigt, entsteht Verkehr, als die aggregierte Beobachtung der Bewegungen von Menschen, Gütern oder Nachrichten in öffentlichen Verkehrsnetzen. Verkehr ist das realisierte Mobilitätsbedürfnis zur physischen Raumüberwindung und ist mess- oder zählbar. Die Raumüberwindung kann im Wirtschaftsverkehr als Anzahl der Tonnenkilometer (tkm) im Güterverkehr und der Personenkilometer (pkm) oder Fahrzeugkilometer (Fzkm) im Personenwirtschaftsverkehr je Bezugseinheit gemessen werden. Ist die Bezugseinheit eine zeitliche Größe, wird von Verkehrsleistung gesprochen.

Im Güterverkehr ist das Mobilitätsbedürfnis „definiert als die Anzahl aller gewünschten, realisierbaren [...] Beförderungen von Gütern zwischen Wirtschaftssubjekten“ (Kummer und Badura 2010, S. 41). Im sogenannten Personenwirtschaftsverkehr wird nur selten ein Gut zum Empfänger transportiert, sondern meist der Träger der Dienstleistung, also eine Person sowie gegebenenfalls die zur Ausführung der beruflichen Tätigkeit am Zielort benötigten Materialien und Werkzeuge (Schütte 1997, S. 8; Schwerdtfeger 1976, S. 6).

Der Personenwirtschaftsverkehr charakterisiert sich daher speziell über die Kombination aus Subjekt- und Objektfluss, indem eine Person in Ausübung ihres Berufes, die zudem Materialien mit sich führen kann, einen Weg zur Leistungserbringung zurücklegt und eine Nachfrage nach Verkehr generiert. Personenwirtschaftsverkehr wird daher häufig auch als Dienstleistungsverkehr bezeichnet.

2.1 Segmente des Wirtschaftsverkehrs

Um den Wirtschaftsverkehr in seinen Erscheinungsformen verstehen zu können, ist zunächst eine trennscharfe Differenzierung der einzelnen Segmente notwendig. In der nachstehenden Tabelle 1 sind verschiedene Definitionen aufgeführt, in denen Erklärungsansätze zur Segmentierung des Wirtschaftsverkehrs vorgenommen wurden. Auf Grundlage dieser Definitionen wird das, dieser Arbeit zugrundeliegende Verständnis des Forschungsgegenstandes generiert. Insofern dient die Segmentierung als Grundlage dafür, auf welche Segmente des Wirtschaftsverkehrs die nachfolgende Analyse gerichtet ist.

Die Definitionen innerhalb der Tabelle machen deutlich, dass der Wirtschaftsverkehr mannigfache Anforderungen sowie vielfältig handelnde Einheiten und Aktivitäten in sich vereint. Grundsätzlich haben die meisten Definitionen aber gemein, dass der Wirtschaftsverkehr aus zwei Komponenten, dem Güterverkehr und dem Personenwirtschaftsverkehr, besteht. Beispielsweise bringt Flämig (2004) dies zum Ausdruck indem sie den „[...] Transport von Personen in Ausübung ihres Berufes [...] [und] den Transport von Gütern und Waren“ (Flämig 2004, S. 7) zum Wirtschaftsverkehr zählt.

Tabelle 1: Ausgewählte Definitionen von „Wirtschaftsverkehr“

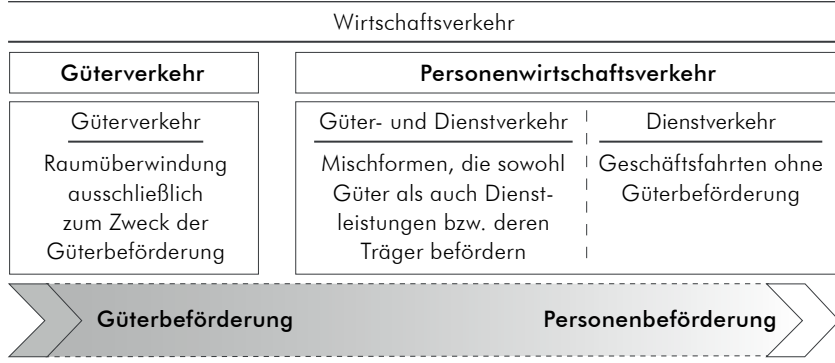
Autor	Definition
Schwerdtfeger, Wilfried (1976, S. 6)	„Der Wirtschaftsverkehr enthält [...] alle jene Fahrten, die innerhalb der beruflichen Tätigkeit von Individuen durchgeführt werden und nicht der unmittelbaren privaten Bedürfnisbefriedigung des Verkehrsteilnehmers selbst dienen. Im Wirtschaftsverkehr lassen sich wiederum Fahrten zur ausschließlichen Güterbeförderung, Geschäftsfahrten ohne Güterbeförderung (z.B. von freiberuflich Tätigen), Mischformen wie Kundendienste, die sowohl Güter (z.B. Ersatzteile) als auch Dienstleistungen bzw. deren Träger befördern, u.a. unterscheiden.“
Schütte, Franz Peter (1997, S. 9)	„Der Wirtschaftsverkehr umfaßt also Wege, die erwerbswirtschaftlich oder dienstlich motiviert und von einer Wirtschaftseinheit nach überwiegend betriebswirtschaftlichen bzw. dienstlichen Kriterien veranlaßt sind.“
Hesse, Markus (1998, S. 16)	„Zum Wirtschaftsverkehr zählen allgemein sowohl Gütertransporte mit Lkw (ab 3,5t zul. GG.) als auch Kleintransporte sowie Dienstleistungsverkehre von denen ein großer Teil mit Pkw, Kombi und Transportern (2,8-3,5t zul. GG.) durchgeführt wird. Definitionsgemäß zählen zum Wirtschaftsverkehr alle Transporte, die in Ausübung eines Berufes durchgeführt werden.“
Steinmeyer, Imke (2004, S. 29)	„Wirtschaftsverkehr ergibt sich aus den produzierenden, handelnden und dienstleistenden Aktivitäten in einer Stadt oder Region und wird [...] als Beförderung von Gütern und Personen verstanden, die in Ausübung des Berufs und zur Erbringung erwerbswirtschaftlicher Tätigkeiten durchgeführt wird.“
Flämig, Heike (2004, S. 10)	Unter Wirtschaftsverkehr werden „[...] alle ökonomiebasierten Verkehre verstanden, die durch den Transport von Personen in Ausübung ihres Berufes (Personenwirtschaftsverkehr) sowie durch den Transport von Gütern und Waren (Güterverkehr) entstehen.“
Wermuth, Manfred (2012a, S. 20)	„Im Wirtschaftsverkehr werden Güter, (Nachrichten und Personen zu erwerbswirtschaftlichen, gemeinschaftlichen oder dienstlichen Zwecken von einem Ort (Quelle) zu einem anderen Ort (Ziel bzw. Senke) transportiert bzw. befördert. Je nachdem, ob eine Ortsveränderung eines Gutes oder einer Person im Vordergrund steht bzw. hauptsächliche Ursache für die Entstehung der Ortsveränderung ist, wird weiter in Güterverkehr und Personenverkehr unterschieden. Demnach unterteilt sich der Wirtschaftsverkehr in den Personenwirtschaftsverkehr und den Güterwirtschaftsverkehr [...].“
Thaller, Carina (2018, S. 67)	„[...] läßt sich der Wirtschaftsverkehr als der Verkehr verstehen, der im Rahmen beruflicher bzw. erwerbswirtschaftlicher und dienstlicher Tätigkeiten entsteht. Es handelt sich um Ortsveränderungen bzw. den Transport von sowohl Gütern als auch Personen mittels verschiedener Verkehrsmittel auf verschiedenen Verkehrsträgern auf verschiedenen räumlichen Ebenen.“

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage der angeführten Veröffentlichungen

Eine Vielzahl der heute genutzten Definitionen lassen sich auf Schwerdtfeger (1976) zurückführen (vgl. u.a. Strauß 1997, S. 4; Erd 2015, S. 7; Flämig 2004, S. 40; Steinmeyer 2004, S. 28), der die zwei Oberbegriffe „Verkehr von Privatpersonen“ und „Wirtschaftsverkehr“ differenziert. Im „Verkehr von Privatpersonen“ werden nach Schwerdtfeger (1976) die „[...] Fahrten zusammengefasst, die infolge privater Bedürfnisse entstehen und in der Regel außerhalb beruflicher Tätigkeiten von den Bedürfnisträgern selbst realisiert werden [...]“ (Schwerdtfeger 1976, S. 6). Der Wirtschaftsverkehr deckt folglich jene Fahrten ab, die innerhalb der beruflichen Tätigkeit von Individuen durchgeführt werden und nicht der privaten Bedürfnisbefriedigung dienen. Ausschlaggebend ist hierbei, dass die Ursache des Verkehrs im ökonomischen Bereich, außerhalb der privaten Lebenshaltung, liegt und daher klar gegenüber dem Verkehr von Privatpersonen abzugrenzen ist (Schwerdtfeger 1976, S. 6f.). Während der Güterverkehr nach Schwerdtfegers (1976, S. 6f.) Verständnis ausschließlich zum Zweck der Güterbeförderung dient, ist der Personenwirtschaftsverkehr in zwei Einzelkomponenten zu unterteilen. Zum einen sind dies die Geschäftsfahrten ohne Güterbeförderung wie beispielsweise Beratungstätigkeiten und zum anderen die „Mischformen wie Kundendienste, die sowohl Güter (z.B. Ersatzteile) als auch Dienstleistungen bzw. deren Träger befördern“ (Schwerdtfeger 1976, S. 6).

Die folgende Abbildung 2 stellt die genutzte Segmentierung noch einmal grafisch dar und nutzt dabei, dem wissenschaftlichen Konsens folgend, Schwerdtfegers (1976) Definition als Basis für die weitere Bearbeitung.

Abbildung 2: Segmentierung des Wirtschaftsverkehrs



Quelle: Eigene Darstellung nach Steinmeyer (2004, S. 31)

Der Dienstverkehr in seiner ursprünglichen Erscheinung, wie er beispielsweise von Beratungsgesellschaften induziert wird, kommt in seinen dahinterliegenden Mobilitätsentscheidungen dem klassischen Personenverkehr sehr nahe, auch wenn die, die Aktivität auslösende Entscheidung unternehmerischer Natur ist (eine ausführliche Literaturdarstellung zum Dienstverkehr und zu Geschäftsreisenden findet sich unter anderem in Aguilera (2008, S. 237)).

Die vorherige Segmentierung macht deutlich, dass das hier betrachtete Segment des Wirtschaftsverkehrs, der Personenwirtschaftsverkehr, durch Mischformen geprägt ist, bei denen sowohl Güter als auch Dienstleistungen bzw. die dienstleistende Person, die zusätzliche Materialien mit sich führen kann, befördert wird. Das Charakteristische ist insofern der kombinierte Subjekt- und Objektfluss.

Wie sich die dargestellte Segmentierung in den räumlichen Strukturen des Güter- und Personenwirtschaftsverkehrs zeigt, ist in den folgenden Kapiteln 2.2 und 2.3 dargestellt.

2.2 Strukturen des Güterverkehrs

Bei der Behandlung von Gütern kann nach Pfohl (2010) zwischen drei grundsätzlichen Vorgängen unterschieden werden. Zum einen gibt es die Güterbereitstellung, bei der die Güter in Industrieunternehmen durch Produktionsprozesse wie Gewinnung, Verarbeitung und Bearbeitung qualitativ verändert werden, um der Güterverwendung zur Verfügung zu stehen. Die Güterverwendung ist ein Konsumtionsprozess, bei dem Güter in Haushalten, aber auch in Industrie-, Handels- oder Dienstleistungsunternehmen, verbraucht oder abgenutzt werden und somit ebenfalls einer qualitativen Veränderung unterliegen. Die Funktionen Güterbereitstellung und Güterverwendung werden durch den dritten Vorgang, die Güterverteilung, miteinander verknüpft. Hierunter sind Transformationsprozesse (Bewegungs- und Lagerprozesse) zu verstehen, die die räumliche und zeitliche Verfügbarkeit von Gütern verändern (Pfohl 2010, S. 4).

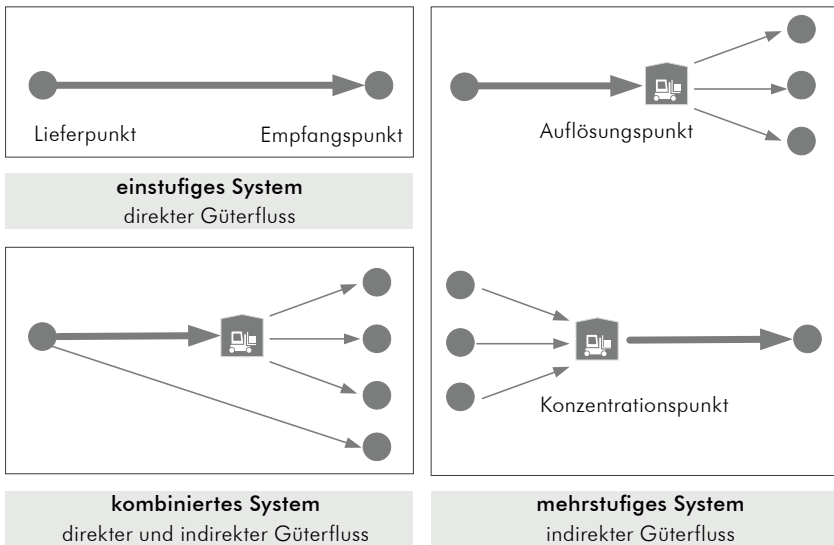
Folglich ist die Entstehung von Güterverkehr dadurch bestimmt, dass die Güter und Waren an bestimmten, meist unterschiedlichen Orten produziert und konsumiert werden, was dazu führt, dass diese mittels Transportaktivitäten zur richtigen Zeit an den Orten der Güterverwendung bereitgestellt werden müssen.

Das Resultat von Transportaktivitäten ist physischer Verkehr. Unternehmen spielen folglich die entscheidende Rolle bei der Erzeugung einer Transportnachfrage im Wirtschaftsverkehr (Menge 2010, S. 1).

Logistiksysteme zur Güterverteilung, als Systeme der räumlichen und zeitlichen Gütertransformation unter Berücksichtigung der gesamten Versorgungskette, sind durch das Ineinandergreifen von Bewegungs- und Lagerprozessen charakterisiert. Das Zusammenspiel der Lager- bzw. Umschlag- und Transportprozesse lässt sich durch Knoten, die durch Kanten miteinander verbunden sind, darstellen. Dabei können die Knoten als Zustände und die Kanten als raum- bzw. zeitüberbrückende Zustandsveränderungen verstanden werden (Ihde 1991, S. 13).

Nach Pfohl (2010, S. 6) lassen sich drei Grundstrukturen von Logistiksystemen unterscheiden, die in Abbildung 3 dargestellt sind.

Abbildung 3: Grundstrukturen von Logistiksystemen



Quelle: Eigene Darstellung nach Pfohl (2010, S. 6)

Dies sind zum einen die einstufigen Systeme, bei denen die Raum- und Zeitüberbrückung durch einen direkten Güterfluss zwischen dem Lieferpunkt, an dem die Güter bereitgestellt (Quelle) und dem Empfangspunkt, an dem die Güter verwendet (Senke) werden, erfolgt. Zum anderen unterscheidet Pfohl (2010, S. 6f.) die mehrstufigen Systeme, bei denen die Raum- und Zeitüberbrückung durch einen indirekten Güterfluss zwischen Quelle und Senke erfolgt. Die Kombination der beiden Systeme lässt direkte und indirekte Güterflüsse nebeneinander bestehen und wird als kombiniertes System bezeichnet (Pfohl 2010, S. 6f.). Die Strukturen der Liefer- und Empfangspunkte sind in der Darstellung nach Pfohl (2010) allerdings verkürzt abgebildet, diese sind häufig sehr viel komplexere Transportorganisationen, wie beispielsweise beim Konzept des Milkruns (Bretzke und Barkawi 2012, S. 126ff.).

Eine gewisse Anzahl an Knoten, wie beispielsweise Lagerhäuser oder Kundenstandorte und die entsprechende Anzahl an Transportverbindungen auf den Kanten, stellen ein Netzwerk dar, dessen Struktur sich im Laufe der Zeit ändern kann (Wandel und Ruijgrok 1993, S. 237). Dabei verbleiben die Güter und Waren an den Knoten oder werden auf eine andere, durch das Netzwerk führende Kante übergeleitet. Je nach Funktion des Knotens, werden hier unterschiedliche Aktivitäten durchgeführt, bei denen die Güter bzw. die Transporteinheit (beispielsweise die Losgröße) verändert werden kann (Löwa und Flämig 2011, S. 8). Diese reichen in Abhängigkeit des Netzwerkzwecks von der reinen Lagerung über die Konsolidierung und Auflösung bis zur Umverpackung (Liedtke und Friedrich 2012, S. 1338).

2.3 Strukturen des Personenwirtschaftsverkehrs

Für die Strukturen im Personenwirtschaftsverkehr ist davon auszugehen, dass diese sich von den klassischen Grundstrukturen von Logistiksystemen, wie sie im vorangegangenen Abschnitt erläutert wurden, unterscheiden. Der Grund zu dieser Annahme leitet sich daraus ab, dass nicht nur der ausschließliche Transport von Waren im Vordergrund steht, sondern vielmehr die Kombination von Waren- und Personentransport.

Dienstleistungen werden, im Vergleich zu Transportobjekten im Güterverkehr, häufig am selben Ort produziert und konsumiert, wie es beispielsweise bei Handwerkerleistungen der Fall ist. Menge (2010, S. 15f.) begründet dies mit der räumlichen und zeitlichen Synchronität von Herstellung und

Konsum. Nichtsdestotrotz führt dies zu einer Transportaktivität, da das die Dienstleistung ausführende Subjekt sowie die zur Ausführung der Dienstleistung benötigten Materialien zum Konsumtionsort bewegt werden. Auch der Transport für Dritte kann eine Dienstleistung darstellen.

Im Gegensatz zu klassischen Gütertransporten gibt es nur wenige Gründe, um Objekte zwischen Quelle und Senke zu bündeln oder aufzulösen. Dementsprechend sind die Knoten im Netzwerk des Personenwirtschaftsverkehrs häufig Kundenstandorte. Der Personenwirtschaftsverkehr charakterisiert sich darüber hinaus im Gegensatz zum klassischen Güterverkehr oft durch kürzere Strecken (Wermuth et al. 2012c, S. 21). Während es bei der Darstellung der klassischen Logistiksysteme nach Pfohl (2010) in erster Linie darum geht, Güterflüsse abzubilden und somit der Fokus auf dem Transportobjekt liegt, steht beim Personenwirtschaftsverkehr zumeist eine Kombination aus Objekt- und Subjektfluss im Vordergrund.

Hierbei handelt es sich um die von Schwerdtfeger (1976, S. 6) als Mischform bezeichneten Verkehre, bei denen sowohl Güter, das Objekt, als auch Dienstleistungen bzw. deren Träger, das Subjekt, transportiert werden. In der Literatur lässt sich allerdings keine einheitliche Definition zu den logistischen Strukturen im Personenwirtschaftsverkehr finden. Die verfügbaren Beschreibungen der Strukturen weisen dennoch Ähnlichkeiten auf, sodass deren Analyse die Ableitung gültiger Strukturen möglich macht.

Ein Ansatz, Grundstrukturen des Personenwirtschaftsverkehrs abzubilden, ist in Steinmeyer (2004, S. A-24) zu finden. Sie hat für ihre Erhebung drei Muster entworfen, wie Touren von Beschäftigten schematisch aussehen könnten. Nach Steinmeyer (2004, S. A-24) liegen die wesentlichen strukturellen Unterschiede hierbei in der Anzahl der Fahrten, die an einem Tag vom Unternehmen aus und wieder zurück gemacht werden, sowie in der Reihung der einzelnen Ziele. Sie differenziert zwischen Strukturen, die durch maximal eine Fahrt oder einen Weg am Tag vom Unternehmen aus und zu diesem wieder zurück gekennzeichnet sind, und jenen Strukturen, die mehrere Fahrten am Tag aufzeigen. Hier kann zudem noch danach unterschieden werden, ob die Wege oder Fahrten jeweils am Unternehmensstandort starten und hier auch wieder enden, oder ob die Fahrten zu einer oder mehreren Touren am Tag kombiniert werden.

Hebes (2011, S. 165ff.) kommt zu dem Ergebnis, dass sich der Personenwirtschaftsverkehr mittels vierer Strukturen ausdrücken lässt, die sich aber im Wesentlichen in ihrer Komplexität der Fahrtenfolge unterscheiden. Zwei seiner vier Strukturen sind durch zwei Fahrten und nur einen Stopp gekennzeichnet. Die Tour ist somit durch drei Aufenthaltsorte geprägt, die sich im Wesentlichen durch die Art des Aufenthaltsortes unterscheiden lassen, indem dieser privat oder dienstlich ist. Diese Einteilung anhand dienstlicher oder privater Aufenthaltsorte orientiert sich an der KiD und dem Umgang mit geschlossenen oder offenen Fahrtenketten, auf die nachfolgend noch genauer eingegangen wird. Die anderen beiden Strukturen zeichnen sich durch wesentlich komplexere Fahrtenfolgen aus. Es werden mehrere Fahrten am Tag zurückgelegt, die teilweise zu Touren verknüpft werden, es wird aber auch mehrfach in gleiche Räume zurückgekehrt, so dass sternförmige Strukturen entstehen (Hebes 2011, S. 165ff.).

In der Studie Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland (KiD) sind die Strukturen des Kraftfahrzeugverkehrs im Wirtschaftsverkehr funktional orientiert und durch die jeweiligen Fahrtzwecke charakterisiert. Dabei unterscheiden Wermuth et al. (2012b, S. 142f.) im Personenwirtschaftsverkehr zum Zweck der Personenbeförderung zwischen Holen, Bringen, Befördern von Personen (dienstlich/geschäftlich) und der Rückfahrt von Personen. Im Personenwirtschaftsverkehr zum Zweck der Erbringung beruflicher Leistung wird zwischen den Fahrtzwecken Erbringung beruflicher Leistungen wie Montage, Reparatur, Beratung, Betreuung, etc. und Rückfahrt zum Betrieb/Stellplatz unterschieden.

Dabei arbeitet die KiD mit Fahrtenketten, die darüber definiert sind, dass eine Fahrtenkette die gleiche Nutzungsart auf allen Fahrten haben muss. So ist sichergestellt, dass der Definition nach alle Fahrten einer Fahrtenkette ausschließlich privat oder dienstlich/geschäftlich sind. So ergeben sich nach Wermuth et al. (2012b, S. 23f.) vier Fahrtenkettentypen, in denen der Personenwirtschaftsverkehr stattfinden kann. Dabei unterscheiden auch sie im Wesentlichen anhand der Anzahl der Fahrten und der Quelle-Ziel-Beziehung.

Sie unterscheiden zudem zwischen geschlossenen, hier ist die Quelle der ersten Fahrt auch das Ziel der letzten Fahrt, und offenen Fahrtenketten. Die geschlossene Einzelfahrt ist eine Einzelrundfahrt, wie beispielsweise bei einer Kfz-Testfahrt. Die geschlossene Mehrfahrtenkette ist demgegenüber durch mehr als eine Fahrt charakterisiert und kann beispielsweise eine Sammel-

oder Verteiltour sein. Darüber hinaus existieren nach Wermuth et al. (2012b, S. 23) die offene Einzelfahrt, die eine zielgerichtete einzelne Fahrt ist, und die offene Mehrfahrtenkette, die eine offene Tour mit mehr als einer Fahrt darstellt. Sie stellt eine Tour mit zielgerichteten, aneinandergereihten Fahrten dar, bei der die Quelle der ersten Fahrt nicht dem Ziel der letzten Fahrt entspricht.

Flämig et al. (2020, S. 17) haben die von Steinmeyer (2004) und Wermuth et al. (2012b) entwickelten Strukturen noch erweitert und dem Unternehmensstandort eine räumliche Strukturkomponente zugesprochen. So unterscheiden sie zudem, ob der Unternehmensstandort innerhalb oder außerhalb des Servicegebiets liegt. Auch Hebes (2011) Darstellung der Strukturen im Personenwirtschaftsverkehr lässt dies als sinnvoll erscheinen, da bei der Betrachtung seiner zwei komplexen Fahrtenfolgen deutlich wird, dass sich diese auch durch die räumliche Komponente des ersten und letzten Aufenthaltsortes unterscheiden und die Fahrzeugfahrten länger sind, wenn der Standort außerhalb des Servicegebietes liegt (Hebes 2011, S. 165). In einem Fall liegen die Aufenthaltsorte der ersten und letzten Fahrt in einem großen räumlichen Abstand zu den anderen Zielen der Fahrtenfolge, während sich im zweiten Fall erster und letzter Aufenthaltsort in räumlicher Nähe zu den anderen Aufenthaltsorten befinden.

Zudem wird auch dem Verbleib der Fahrzeuge nach der Nutzung ein Einfluss auf die Struktur zugesprochen. Für die folgenden Analysen werden hier dafür drei Begrifflichkeiten eingeführt:

- Betriebsgebunden: Das Fahrzeug steht nach der Nutzung auf dem eigenen Betriebsgelände, was die örtliche Bindung zum Unternehmen zeigt.
- Heimgebunden: Das Fahrzeug steht nach dem Einsatz beim Nutzenden Zuhause auf dem eigenen Privatgelände.
- Ortsungebunden: Das Fahrzeug steht nach der Nutzung im öffentlichen Straßenraum, weswegen keine direkte Verbundenheit zu einem speziellen Ort gegeben ist.

Da im Personenwirtschaftsverkehr nicht davon auszugehen ist, dass Strecken nur motorisiert zurückgelegt werden, wird in der folgenden Beschreibung von Wegen statt Fahrten gesprochen, da diese zusätzlich das Zufußgehen berücksichtigen. Sofern die Transporte aber mit einem Fahrzeug durchgeführt werden, können diese auch als Fahrten bezeichnet werden. Aus der

vorangegangenen Synthese lässt sich ableiten, dass sich die Strukturen im Personenwirtschaftsverkehr unabhängig des genutzten Fortbewegungsmittels im Wesentlichen anhand dreier Merkmale beschreiben lassen:

- Die Anzahl der Wege bzw. die Komplexität der Wegefolge.
- Die Art der Aneinanderreihung der Wege.
- Die räumliche Lage der Start- und Endpunkte.

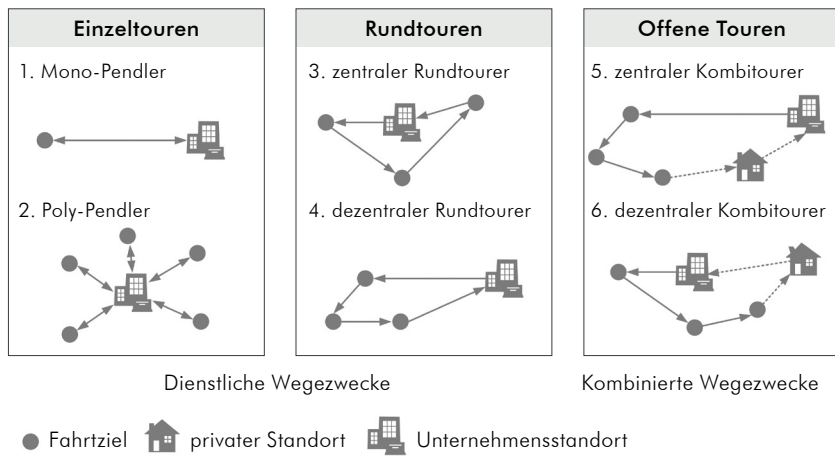
So entstehen zur Beschreibung der Erscheinungsformen sechs grundsätzliche Strukturen des Personenwirtschaftsverkehrs, die sich hinsichtlich ihrer genannten Charakteristika weiter unterteilen lassen. Diese sind in der nachfolgenden Abbildung 4 dargestellt und in Tabelle 2 anhand ihrer charakteristischen Ausprägungen unterschieden.

Wenn die Wege eine rein dienstliche Ursache haben, lassen sich vier Grundstrukturen ableiten, durch die der Personenwirtschaftsverkehr beschrieben werden kann. Diese lassen sich, wie oben dargestellt, im Wesentlichen durch die Anzahl der getätigten Wege, ihre Art der Aneinanderreihung und die räumliche Lage des Start- bzw. Endpunktes charakterisieren. Einzeltouren, die aus einem Hin- und einem Rückweg bestehen, können mittels zweier Strukturen abgebildet werden. Die erste Struktur zeigt maximal eine Tour am Tag, die am Unternehmensstandort startet und auch endet, weswegen sie auch als Struktur der Mono-Pendler bezeichnet werden kann. Die Struktur 2 zeigt mehrere Einzeltouren am Tag vom Unternehmensstandort beginnend und zurück, womit sie als Poly-Pendler-Struktur bezeichnet werden kann. In Struktur 3, den zentralen Rundtourern, sind mehrere Wege zu einer Wegekette verknüpft und das Unternehmen liegt innerhalb des Servicegebietes. Diese unterscheidet sich durch die räumliche Lage des Unternehmensstandortes von Struktur 4, wo dieser außerhalb des Servicegebietes liegt und folglich als Struktur der dezentralen Rundtourer bezeichnet werden kann. Bei dieser Struktur charakterisieren sich der erste und letzte Weg darüber, dass sie länger sein können als die übrigen Wege auf der Tour.

Bei dienstlichen und privaten Zwecken innerhalb einer Tour lassen sich zwei typische Wegeketten ableiten. Hierbei kann sich ein privater Wegezweck auf die Strukturen im Personenwirtschaftsverkehr auswirken. Durch die kombinierte dienstliche und private Ursache können die Touren unterbrochen werden und es entstehen offene Wegeketten. Bei diesen Strukturen

stellt der Startpunkt nicht auch den Endpunkt dar und wenn ein Fahrzeug genutzt wird, wird dieses nach Beendigung der beruflichen Leistung nicht immer zum Unternehmensstandort zurückgebracht. Die fünfte Struktur zeigt demzufolge eine offene Wegekette, die durch einen privaten Zweck innerhalb des Servicegebietes des Unternehmens unterbrochen wurde, weswegen diese Struktur als die der zentralen Kombitourer bezeichnet werden kann. Die Wegekette startet zwar am Unternehmensstandort, der dienstliche Zweck endet aber am letzten Dienstleistungsort. Eine weitere Grundstruktur in der kombinierten Nutzung, ist die der dezentralen Kombitourer. Sie stellt die offene Wegekette mit Unterbrechung durch einen privaten Zweck außerhalb des Servicegebietes des Unternehmens dar. Bei privater Nutzung eines dienstlichen Fahrzeugs werden hier Fahrten induziert, die möglicherweise deutlich mehr Kilometer generieren als bei einer rein dienstlichen Nutzung.

Abbildung 4: Grundstrukturen im Personenwirtschaftsverkehr



Ergänzend zu den hier aufgeführten Strukturen ist allerdings davon auszugehen, dass sich speziell die Wege der Kombitourer im Personenwirtschaftsverkehr noch komplexer darstellen, indem auch während der Arbeit private Wege stattfinden, wie beispielsweise der kurze Stopp beim Bäcker. Die Komplexität ist an dieser Stelle allerdings kaum abbildbar, da die Wegezwecke hier stark verschwimmen.

In der Tabelle 2 sind die wesentlichen Merkmale, anhand derer sich die Strukturen im Personenwirtschaftsverkehr beschreiben lassen, noch einmal aufgeführt.

Tabelle 2: Charakteristika der Grundstrukturen im Personenwirtschaftsverkehr

Nr.	Bezeichnung	Quantität der Wege	Reihung der Wege	Räumliche Lage Tourstart und Tourende
Dienstlicher Wegezweck				
1	Mono-Pendler	Einfach	Einzeltour	Start und Ende sind identisch
2	Poly-Pendler	Mehrere	Mehrere Einzeltouren	Start und Ende sind identisch
3	Rundtourer zentral	Mehrere	Rundtour	Unternehmensstandort innerhalb des Servicegebietes
4	Rundtourer dezentral	Mehrere	Rundtour	Unternehmensstandort außerhalb des Servicegebietes
Kombinierter Wegezweck				
5	Kombitourer zentral	Mehrere	Offene Wegekette	Privater Ort innerhalb des Servicegebietes
6	Kombitourer dezentral	Mehrere	Offene Wegekette	Privater Ort außerhalb des Servicegebietes

Quelle: Eigene Darstellung

2.4 Eine Definition des Personenwirtschaftsverkehrs

Wie die vorangegangenen Ausführungen zeigen, wird gemeinhin dann von Personenwirtschaftsverkehr gesprochen, wenn die Ortsveränderung einer Person zur Erbringung erwerbswirtschaftlicher Tätigkeiten im Vordergrund der Raumüberwindung steht. Dabei kann die Person gegebenenfalls Güter mit sich führen, die vor Ort für die Leistungserbringung benötigt werden, oder weitere Personen befördern. Dem Personenwirtschaftsverkehr geht folglich die beruflich bedingte Notwendigkeit zur Raumüberwindung für die Erbringung einer wirtschaftlichen Tätigkeit voraus und wird daher im Folgenden als Unternehmensmobilität bezeichnet.

Dabei zeigen sich die räumlichen Strukturen im Personenwirtschaftsverkehr sehr unterschiedlich und reichen von Einzeltouren (Mono-Pendler und Poly-Pendler) über Rundtouren bis zu offenen Touren (Kombitourer), die grundsätzlich sehr komplex sein können. Im Unterschied zum reinen Güterverkehr wird auf den Wegen zwischen Quelle und Senke allerdings wenig gebündelt.

Für diese Forschungsarbeit wird die generische Definition des Personenwirtschaftsverkehrs daher im Rahmen der Beschreibung der Transportcharakteristika spezifiziert: Der Personenwirtschaftsverkehr ist eine Kombination aus Subjekt- und oft Objektfluss, in der eine Person in Ausübung ihres Berufes Wege oder/und Kombinationen von Wegen zur Leistungserbringung am Kundenstandort im Verkehrsnetz zurücklegt.

Dabei kann ein zurückgelegter Weg zunächst einmal unabhängig vom Fortbewegungsmittel betrachtet werden, weswegen beispielsweise auch Zufußverkehre zum Personenwirtschaftsverkehr gezählt werden können. Dies kann etwa der beruflich bedingte Gang zur Post sein. Im Rahmen dieser Arbeit werden allerdings nur Ortsveränderungen betrachtet, die mit Kraftfahrzeugen vollzogen werden, weswegen auch häufig von Fahrten statt Wegen gesprochen wird.

Typische Beispiele üblicher Personenwirtschaftsverkehre sind die Wege der Schornsteinfeger, Pflegedienste oder Handwerker. Gleichmaßen generieren aber auch das Taxigewerbe und Werk- bzw. Terminalverkehre Personenwirtschaftsverkehr. Zwar finden Terminalverkehre auf privatem Grund statt, die meisten thermischen Fahrzeuge besitzen aber auch eine Straßenzulassung, um die Verrußung der Fahrzeuge durch eine Autobahnfahrt zu reduzieren. Sie sind daher ebenso Gegenstand des Personenwirtschaftsverkehrs.

3 Forschungsstand im Personenwirtschaftsverkehr

Zur Ermittlung des Forschungsstands wurde eine detaillierte Literaturanalyse durchgeführt, deren methodische Vorgehensweise und gewonnenen Erkenntnisse zum Personenwirtschaftsverkehr in Rosenberger und Flämig (2020) detailliert dokumentiert sind. Der Vergleich der unterschiedlichen Herangehensweisen zur Analyse von Literatur macht deutlich, dass zunächst die Vorbereitung der Analyse wichtig ist, indem die leitenden Fragen der Literaturanalyse erarbeitet werden. Daher wird zunächst der genutzte Ablauf der Literaturanalyse methodisch beschrieben und die Recherchefragen entwickelt. Die gewonnenen Erkenntnisse zum Forschungsstand zum Personenwirtschaftsverkehr werden genutzt, um die eigene empirische Erhebung zu konzipieren.

3.1 Vorgehen bei der Literaturanalyse und Ableitung der Recherchefragen

Die hier genutzte Taxonomie von Cooper (1988) zielt auf die Erklärung unterschiedlicher Vorgehensweisen bei der Durchführung von Literaturanalysen ab und grenzt diese durch sechs Charakteristika voneinander ab. Eine ausführliche Erläuterung der Taxonomie nach Cooper (1988) ist Rosenberger und Flämig (2020) zu entnehmen.

Die Vorgehensweise bei der Literaturanalyse und ihre Einordnung in die Taxonomie nach Cooper (1988) ist in der Tabelle 3 spezifiziert: Die Literatur wird mit dem Fokus auf die Ergebnisse und die Anwendungen analysiert, mit dem Ziel, diese zu identifizieren und zu integrieren. Die Analyse richtet sich zunächst an Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen zur weiteren Verarbeitung. Es wird eine neutrale Darstellung innerhalb der Literaturanalyse gewählt, da es zunächst die bestehende Literatur wertfrei abzubilden gilt. Es wird die zentrale und vollständige deutsche Literatur abgebildet, da sich die einschlägige Literatur auf wenige Grundlagenwerke reduziert. Die Darstellung der Literatur ist im Wesentlichen historisch und konzeptionell organisiert, um bei der Beantwortung der Recherchefragen teilweise vergleichbare Inhalte zusammen darzustellen.

Tabelle 3: Einordnung der eigenen Vorgehensweise bei der Literaturanalyse in die Taxonomie nach Cooper

Charakteristika		Ausprägungsmerkmale			
inhaltlich	Fokus	Ergebnisse	Methoden	Theorien	Anwendungen
	Ziel	Integration		Kritik	Identifikation
	Zielgruppe	Fachleute	Wissenschaft	Wirtschaft/ Politik	Öffentlichkeit
methodisch	Perspektive	neutrale Darstellung		Positionierung	
	Abdeckung	vollständig	vollständig selektiv	repräsentativ	zentral
	Organisation	historisch		konzeptionell	methodisch

Quelle: Eigene Erweiterung in Anlehnung an Cooper (1988, S. 109)

Ebenfalls ist der Tabelle 3 eine Erweiterung Coopers Taxonomie zu entnehmen, indem die sechs Charakteristika in inhaltliche und methodische Charakteristika der Literaturanalyse eingeteilt wurden. Für die inhaltliche Ausgestaltung der Recherchefragen sind nach Cooper (1988) die Charakteristika Fokus, Ziel und Zielgruppe maßgeblich. Da im Fokus der Literaturanalyse der Forschungsstand zum Personenwirtschaftsverkehr steht, ist es zunächst wichtig, einen Überblick darüber zu bekommen, welche empirischen Grundlagen derzeit zur Erklärung des Personenwirtschaftsverkehrs verfügbar sind. Neben der Frage, welche empirischen Daten und Informationen wie erhoben wurden, interessieren die jeweils gewonnenen Ergebnisse. Daraus leitet sich folgende Recherchefrage ab:

Recherchefrage 1:

Welche empirischen Grundlagen existieren zum Personenwirtschaftsverkehr?

Darüber hinaus hat die Literaturanalyse zum Ziel, Bestimmungsfaktoren des Personenwirtschaftsverkehrs zu identifizieren. Ein Faktor ist etwas, was in einem spezifischen Zusammenhang bestimmende Wirkungen hat. Er kann auch als Umstand bezeichnet werden (Scholze-Stubenrecht 1999, S. 1162; Grill 1993, S. 268). Etwas bestimmen kann mehrdeutig sein. So meint es gleichermaßen etwas zu definieren, als auch zu prägen oder entscheidend zu beeinflussen (Scholze-Stubenrecht 1999, S. 562). Auch kommt etwas festlegen, festsetzen der Bedeutung nahe (Scholze-Stubenrecht 1999, S. 562). Demnach ist ein Bestimmungsfaktor ein Umstand, der etwas anderes prägt oder beeinflusst, indem er in einem Zusammenhang eine Wirkung hat.

Für die zweite Recherchefrage dieser Literaturanalyse wird deshalb die gesichtete Literatur hinsichtlich der in ihr genannten Bestimmungsfaktoren des Personenwirtschaftsverkehrs analysiert. Bestimmungsfaktoren können dabei auch zur Charakterisierung herangezogene Variablen oder Merkmale darstellen, da diese oftmals genutzt werden, wenn etwas messbar gemacht werden soll. So ist ein Merkmal ein charakteristisches, unterscheidendes Zeichen, an dem eine bestimmte Person, Gruppe oder Sache, auch ein Zustand erkennbar ist (Scholze-Stubenrecht 1999, S. 2569). Variablen stellen veränderliche Größen dar, die sowohl qualitativ charakterisiert als auch quantitativ erfasst und mit denen Auswirkungen angezeigt werden können (Grill 1993b, S. 197). Nach Identifikation der Bestimmungsfaktoren gilt es zu bewerten, inwiefern die in der Literatur verwendeten Faktoren für die weitere Forschung genutzt werden können und wo eine Forschungslücke besteht. Es soll zum einen beantwortet werden, wie der weitere Forschungsbedarf zur Datenverfügbarkeit im Personenwirtschaftsverkehr auf Grundlage der analysierten Bestimmungsfaktoren aussehen kann. Zum anderen soll abgeleitet werden, welche der identifizierten Bestimmungsfaktoren bei der weiteren Datenerhebung zu berücksichtigen sind und in eine Betriebsbefragung integriert werden sollten. Die zweite Recherchefrage lautet:

Recherchefrage 2:

Welche Bestimmungsfaktoren des Personenwirtschaftsverkehrs sind in der Literatur bereits identifiziert?

In den beiden nachfolgenden Abschnitten werden auf der Grundlage der in Rosenberger und Flämig (2020) analysierten Literatur die Recherchefragen beantwortet.

3.2 Empirische Grundlagenarbeiten zum Personenwirtschaftsverkehr

Der Großteil der empirischen Grundlagenarbeiten zum Personenwirtschaftsverkehr lässt sich zu Verkehrsmodellen, amtlichen Statistiken und eigenständigen Forschungsarbeiten finden.

Die Analyse des derzeit verfügbaren Datenbestandes zeigt, dass der Personenwirtschaftsverkehr in den letzten Jahren in Deutschland eher selten und im Ausland fast gar nicht empirisch erforscht wurde. Darin liegt sowohl der Grund als auch Folge der schlechten Datenlage. Der Personenwirtschaftsverkehr kann beispielsweise in Modellen nur dann berücksichtigt werden, wenn eine ausreichende Datenbasis verfügbar ist. Da dies nur selten der Fall ist, wird der Personenwirtschaftsverkehr nur als Schnittstelle zum Personen- oder Güterverkehr betrachtet oder gänzlich außen vorgelassen, was wiederum dazu führt, dass keine neuen Erkenntnisse zu Art und Maß abgeleitet werden können.

Grundsätzlich existieren in der Verkehrsforschung auch umfangreiche empirische Wirtschaftsverkehrsstudien aber nur wenige haben den Personenwirtschaftsverkehr zum Gegenstand. Die existierenden Forschungsarbeiten lassen sich auf wenige einschlägige reduzieren. Deren Datenbasis, Zielsetzung, Forschungsgegenstand und Analyseansatz sind in Tabelle 4 dargestellt. In der Gegenüberstellung wird deutlich, dass das Ziel häufig die Generierung eines tieferen Verständnisses für den Personenwirtschaftsverkehr ist. Dabei basieren die Forschungsarbeiten zumeist auf eigens, umfangreich erhobenen Unternehmensdaten, denen individuelle Fragestellungen zugrunde lagen. Die Datenlage ist daher sehr uneinheitlich.

Auch die Analyse von Verkehrsmodellen macht deutlich, dass der Personenwirtschaftsverkehr im Vergleich zum Güterverkehr und erst recht zum Personenverkehr nur wenig betrachtet ist. Die Modelle und die kritische Auseinandersetzung diverser Autoren mit den Anforderungen an die Wirtschaftsverkehrsmodellierung zeigen, dass verlässliche Daten wichtig sind, um den Wirtschaftsverkehr adäquat darstellen zu können. In den meisten Fällen existieren solche Daten aber nicht, außer sie werden eben genau für diesen Zweck erhoben, wie beispielsweise bei Machledt-Michael (2000).

Tabelle 4: Forschungsarbeiten mit empirischer Grundlage zum (Personen)wirtschaftsverkehr

Verfasser:in	Jahr	Datenbasis	Zielsetzung	Gegenstand	Analyseansatz
Schwerd- feger	1976	614 Betriebe in Braunschweig und Karlsruhe; Verkehrszählungen und Interviews zu Umfang und zeitlicher Verteilung des An- und Auslieferungsverkehrs	Aufdeckung von Bestimmungsründen und Entwicklung von Rechenvorschriften zur Abschätzung des Lieferverkehrsaufkommens	Urbane Lieferverkehr	Empirisch quantitativ; Verkehrszählungen und Interviews
Schütte	1997	280 Fragebögen bei Betriebsbefragung in innenstadtnahem Mischgebiet zur Parkraumbewirtschaftung; Fahrtenprotokolle und Interviews von 18 Handwerksbetrieben in Dortmund	Vermeidung und Verlagerung sowie stadtvträgliche Abwicklung von Kfz-Fahrten auf Basis von Mobilitätsprofilen	Personen- wirtschafts- verkehr	Empirisch quantitativ und qualitativ; Mobilitätsprofile, Betriebstypisierung
Flämig	2004	Umfrage zum Umgang mit dem Wirtschaftsverkehr in 100 Kommunen; 135 Fallbeispiele zum Umgang mit dem Wirtschaftsverkehr in der Praxis	Gestaltung des Wirtschaftsverkehrsystems in Verdichtungsräumen; Identifizierung der Ursachen für die Diskrepanz zwischen Anspruch und Realität einer nachhaltigen Wirtschaftsverkehrsgestaltung	Wirtschafts- verkehr in Gänze; Fokus auf Umsetzungs- ebene	Gestaltungs- orientierter, systemtheoretischer Ansatz
Steinmeyer	2004	2 Einzeluntersuchungen: Einstiegsstudie zum Pkw der Volkswagen AG; Betriebsbefragung in Hamburg (537 Unternehmen) und Dresden (856 Unternehmen)	Kenndaten der Verkehrsentstehung und Analyse der Hintergründe und Wirkungszusammenhänge	Personen- wirtschafts- verkehr	Empirisch quantitativ; Dependenzanalysen
Hebes	2011	Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland (KiD 2020) und Dienstleistungsverkehrsstudie (DLVS)	Bedeutung von unternehmerischen Strukturen und Prozessen für das Verkehrsverhalten	Personen- wirtschafts- verkehr	Empirisch qualitativ; Clusteranalyse; Regressionsmodelle

Quelle: Rosenberger und Flämig (2020, S. 59)

Die dem Wirtschaftsverkehr zugrundeliegenden komplexen Abläufe haben einen starken Einfluss auf die Verkehrsnachfrage. Da hierzu aber keine Daten vorhanden sind, kann dieser Einfluss auf den stattfindenden Verkehr nicht abgebildet werden, was wiederum zu Unwissenheit in der Politik und Planung führt. Insgesamt ist die Wirtschaftsverkehrsmodellierung bei weitem nicht so weit fortgeschritten wie die Modellierung im Personenverkehr. Wenn der Wirtschaftsverkehr abgebildet wird, dann handelt es sich dabei zumeist um das Segment des Güterverkehrs. Dennoch existieren Modelle, die den Personenwirtschaftsverkehr zu berücksichtigen versuchen, deren Detaillierungsgrad ist aber wesentlich geringer als bei Modellen des Güterverkehrs und erst recht des Personenverkehrs.

Die Analyse der in Tabelle 5 aufgeführten Modelle und ihrer Eingangsdaten macht deutlich, dass kaum Daten zu Verhaltensmustern berücksichtigt werden, was davon zeugt, dass hierzu keine Kenntnisse vorhanden sind. Zudem sind die Akteure meist sehr grob eingeteilt, sprich zu einer kleinen Anzahl von Branchen aggregiert, was dafür spricht, dass bei einer disaggregierten Betrachtung eine noch ungenauere Darstellung der Verflechtungsbeziehungen folgen würde.

Die Analyse der verfügbaren Statistiken macht deutlich, dass der Personenwirtschaftsverkehr auf zwei Arten versucht wird in Zahlen abzubilden. Er wird zum einen in einigen Statistiken zum Güterverkehr mitberücksichtigt, wobei hier die konkrete Abgrenzung zumeist aber unklar bleibt. Dies ist beispielsweise bei der amtlichen Güterkraftverkehrsstatistik und der Fahrleistungserhebung der Fall. Wenn überhaupt, dann ist die Differenzierung auf Basis der Fahrzeugarten möglich, unter der Annahme, dass der Personenwirtschaftsverkehr vornehmlich mit Pkw und leichten Nutzfahrzeugen <3,5t zGG durchgeführt wird. Dies würde dann bei Straßenverkehrszählungen Ableitungen zum Personenwirtschaftsverkehr zulassen. Zum anderen wird der Personenwirtschaftsverkehr in den Statistiken des Personenverkehrs berücksichtigt, in denen die beruflichen Wege als eine Art Übergangsbereich zum Wirtschaftsverkehr abgedeckt sind, so im deutschen Mobilitätspanel oder der Erhebung Mobilität in Deutschland. Diese inhaltliche Abdeckung innerhalb der einzelnen Statistiken ist der Tabelle 6 zu entnehmen.

Tabelle 5: Wirtschaftsverkehrsmodelle

Modell	Jahr	Datengrundlage	Zielsetzung	Gegenstand
Freturb	1993	Eigene Empirie: Befragung von 4.500 Betrieben und 2.200 Fahrern; zusätzlich Daten aus dem französischen Unternehmensregister „Sirene“	Entwicklung im Rahmen eines Forschungsprogramms, um die Umweltauswirkungen des städtischen Warenverkehrs zu begrenzen	Innerstädtischer Wirtschaftsverkehr, u.a. Güterverkehr, Müllentsorgung und Instandhaltung
WIVER	1996	Eigene Empirie: Befragung von 1.500 Betrieben in Hamburg und 3.700 Betrieben in Berlin und Brandenburg	Wirtschaftsverkehr für Planungsfälle berechnen und den verkehrlichen Wirkungsgrad von Maßnahmen beurteilen	Urbane Wirtschaftsverkehr
WISEVA-W	1997	Weiterentwicklung des WIVER-Modells	Bestimmung des Verkehrsaufkommens von Pkw und Lkw	Wirtschaftsverkehr
Calgary-Modell	2002, 2007	Eigene Empirie: 3.100 Befragte und 64.000 Fahrten; zusätzlich Daten aus dem Canada Census	Folgeabschätzung wirtschaftsverkehrspolitischer Maßnahmen	Wirtschaftsverkehr; Personenwirtschaftsverkehr durch Fahrtzweck und Fahrzeug bestimmbar
KWM	2005	Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland 2002	Abbildung des Straßen-güterwirtschaftsverkehrs	Kleinräumiger Wirtschaftsverkehr; Güterverkehr und Personenwirtschaftsverkehr

Quelle: Rosenberger und Flämig (2020, S. 62)

Tabelle 6: Quantitative Erhebungen der amtlichen Statistiken zum Wirtschaftsverkehr

Erhebung	Jahr	Zielsetzung	Gegenstand
Fahrleistungs- erhebung (FLE)	1990, 1993, 2002, 2014	Fahrleistungsermittlung der deutschen Kfz und aller Kfz auf deutschen Straßen	Privatverkehr und Wirtschafts- verkehr; Daten zu Pkw und Lkw gewerblicher Halter werden erhoben
Deutsches Mobilitätspanel (MOP)	Seit 1994 jährlich	Messung des allgemeinen Verhaltens von Personen	Privatverkehr aber Erhebung von Arbeitswegen und Dienstwegen
Mobilität in Deutschland (MiD)	2002, 2008, 2017	Haushaltsbefragung über alltägliche Mobilität	Privatverkehr und Personen- wirtschaftsverkehr in Form von beruflichen Wegen und Arbeits- wegen; Erfassung der Anzahl an Pkw gewerblicher Halter
Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland (KiD)	2002, 2010	Aufbau einer Datenbasis zu Einsatz und Nutzung der Kraftfahrzeuge	Wirtschaftsverkehr, Personenwirtschaftsverkehr
Die amtliche Güterkraft- verkehrsstatistik	jährlich	Leistungsstatistik über den Gütertransport	Wirtschaftsverkehr; Güterverkehr
Straßenverkehrs- zählungen	Permanent automatisch sowie manuell alle 5 Jahre	Erhebung zur Verkehrsstärke auf deut- schen Straßen	Privatverkehr und Wirtschafts- verkehr; Differenzierung des Personenwirtschaftsverkehrs nach Fahrzeugart möglich

Quelle: Rosenberger und Flämig (2020, S. 60)

In Deutschland existiert nur eine amtliche Statistik, die sich in ihrem Kern mit dem Personenwirtschaftsverkehr beschäftigt. Die deutschlandweite Erhebung „Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland“ (KiD), erfolgte erstmals im Jahr 2002 und hat die Wirtschaftsverkehrsforschung in den letzten Jahren stark vorangetrieben. Neben der KiD existieren kaum weitere Erhebungen, die sowohl qualitativ als auch quantitativ von hoher Qualität sind. Vereinzelt vorliegende Daten sind meist für kleinräumige Gebiete oder bestimmte Wirtschaftszweigabschnitte erhoben worden. Für Zeiten vor der KiD existieren fast ausschließlich kleinräumige Untersuchungen. Seit dem Jahr 2002 dient die KiD oftmals als Referenzgrundlage. In Kombination mit der Güterkraftverkehrsstatistik des KBA bildet die KiD das verfügbare statistische Gesamtbild des straßenbezogenen Wirtschaftsverkehrs ab. Allerdings konzentrieren sich diese Statistiken zumeist auf eine begrenzte Anzahl von Grunddaten. Da diese wiederum vergleichbar zu anderen Statistiken sein sollten und zudem den verkehrsplanerischen Ansprüchen genügen, bleibt das Neuerungspotential dementsprechend gering.

Allerdings ist die Anzahl der Datensätze in der KiD teilweise zu gering, um verlässliche Aussagen zuzulassen, was zu erheblichen Über- oder Unterschätzungen der tatsächlichen Bedeutung einzelner Verkehrsarten führen kann. Die Zuordnung zum Personenwirtschaftsverkehr ist in der KiD nur über den Fahrtzweck (Wermuth et al. 2012b, S. 16) möglich, der wiederum auf Fahrzeugbasis variieren kann und so die Fahrzeuge nicht eindeutig dem Personenwirtschaftsverkehr zugeordnet werden können. So fehlt es auch an näheren Informationen über die Fahrtziele, um hier etwa Rückschlüsse auf Warenströme ableiten zu können. In den Niederlanden beispielsweise sind diese Informationen wesentlich transparenter in den verfügbaren Statistiken erfasst. Jährlich werden hier alle inländischen Verkehrsströme veröffentlicht und so ein vollständiges Bild des Verkehrssystems ermöglicht (Davydenko 2015, S. 72f.).

Neben Befragungen, wie beispielsweise die Daten für die KiD erhoben wurden, bildet die Verkehrszählung eine gängige Methode, Verkehre zu erfassen. Aber auch hier ist die Ermittlung für den Personenwirtschaftsverkehr nicht einfach. Eines der größten Probleme stellt die Identifizierung der Fahrzeuge dar, deren Fahrten dem Personenwirtschaftsverkehr zuzuschreiben sind. Dies ist besonders bei Pkw, die im Wirtschaftsverkehr eingesetzt werden, fast unmöglich. So entsteht auch hier die Schwierigkeit einer richtigen

Abgrenzung und dementsprechend richtigen Zuordnung der Fahrzeuge zum Personenwirtschaftsverkehr, dessen Grenzen gegenüber dem privaten Personenverkehr und gewerblichen Güterverkehr leicht verschwimmen. Zudem werden neben dem Pkw und Lkw bisher keine weiteren im Wirtschaftsverkehr eingesetzten Verkehrsmittel, wie beispielsweise das Lastenfahrrad, in der Verkehrsstatistik abgebildet.

3.3 Bestimmungsfaktoren des Personenwirtschaftsverkehrs in der Literatur

Wie die Literaturanalyse in Rosenberger und Flämig (2020) deutlich macht, ist die älteste und zugleich einschlägigste Arbeit die von Schwerdtfeger zum städtischen Lieferverkehr aus dem Jahr 1976. Bereits hier stand die Aufdeckung möglicher Bestimmungsgründe im Mittelpunkt. Durch eine empirische Untersuchung hat Schwerdtfeger festgestellt, dass die Betriebsgröße (Schwerdtfeger 1976, S. 85), gemessen in Anzahl von Vollbeschäftigten oder in der Größe der Geschäftsfläche (Schwerdtfeger 1976, S. 105ff.), in den meisten Branchen ein entscheidender Faktor für die Bestimmung des betriebsindividuellen Lieferverkehrsaufkommens ist. Die Betriebs- bzw. Unternehmensgröße als wichtiger Bestimmungsfaktor wurde von vielen Verkehrsforschern nach ihm bestätigt, allerdings mit unterschiedlichen Indikatoren. Für das Wirtschaftsverkehrsmodell (WIVER) von Sonntag et al. (1996) wurde beispielsweise der Anteil fahraktiver Beschäftigter nach Wirtschaftsgruppe als Modellierungsgrundlage genutzt. Schütte (1997, S. 12) spricht wiederum den Fahrzeugen eines Unternehmens eine große Bedeutung zu, indem er die Art und Menge der Firmenfahrzeuge als Maßeinheit für den von einem Betrieb ausgehenden Verkehr sieht. Die Anzahl der fahraktiven Beschäftigten auf Ebene des Unternehmens dient als Eingangsgröße bei VISEVA-W (Verkehr in Städten und Regionen Erzeugung Verteilung Aufteilung-Wirtschaftsverkehr), der Weiterentwicklung des WIVER-Modells (Lohse et al. 2011, S. 472; Uhlig 2005, S. 12; Friedrich et al. 2003, S. 12). Die Einführung dieses Indikators scheint in der Modellierung maßgeblich gewesen zu sein, denn in allen zeitlich folgenden Modellen des Wirtschaftsverkehrs ist die Anzahl der Beschäftigten als Eingangsvariable, gleichwohl als Struktur- oder Verhaltensvariable, entweder nach Branchen oder Unternehmen zu finden

(vgl. auch Hunt et al. 2004; Routhier und Toilier 2007). Steinmeyer (2004, S. 111) sagt zwar auch, dass die Gesamtanzahl der Beschäftigten in einem Unternehmen bestimmend ist, spricht aber auch deutlich den regelmäßig mobilen Beschäftigten eine Bedeutung zu. Steinmeyer sieht die zentralen Wirkungszusammenhänge darin, dass die „Gesamtzahl der Beschäftigten [...] den Anteil der mobilen Beschäftigten“ (Steinmeyer 2004, S. 111) bestimmt und von dieser Größe wiederum die Anzahl der Firmenfahrzeuge abhängt. Diese Zusammenhänge unterscheiden sich hinsichtlich des Wirtschaftszweiges und des Untersuchungsgebietes (Steinmeyer 2004, S. 111). So stellen nach Steinmeyer (2004, S. 111) neben den regelmäßig mobilen Beschäftigten auch die eingesetzten Fahrzeuge einen zentralen Kennwert dar. Hebes (2011, S. 89ff.) identifiziert darüber hinaus beispielsweise neben der Anzahl an Mitarbeitern die Anzahl der Unternehmenseinheiten, sprich die Anzahl der Betriebsstandorte in einer Region als Bestimmungsgröße.

Neben der Branchenzugehörigkeit werden die wirtschaftliche Tätigkeit bzw. der Wirtschaftszweigabschnitt häufig als Merkmal herausgearbeitet. Als Eingangsdaten für Wirtschaftsverkehrsmodelle sind stets Strukturdaten des Wirtschaftsraumes aber auch Verhaltensdaten gefragt, die häufig auf Ebene der wirtschaftlichen Tätigkeit und später auf Branchen oder Wirtschaftszweigabschnitten benötigt werden, um eine Hochrechnung zu ermöglichen. So auch bei Sonntag et al. (1996, S. 31), die Verhaltensdaten der jeweiligen „Wirtschaftsgruppen“ mittels telefonischer und schriftlicher Befragung generierten. Auch Schütte (1997, S. 43) bestätigte, dass sich deutliche Unterschiede bei den Einsatzzwecken der Fahrzeuge zwischen den Branchen erkennen lassen. Allerdings kann er in seiner eigenen Empirie keine ausreichend homogenen Gruppen über die Branchenzugehörigkeit ableiten, dennoch sieht er die Tätigkeit eines Unternehmens neben der Betriebsgröße und der Tourencharakteristik als die wesentlich bestimmenden Merkmale (Schütte 1997, S. 43). Die Art der Tätigkeit hat Schütte (1997, S. 85ff.) schlussendlich als einen Bestimmungsfaktor herausgearbeitet, der die Wege im Wirtschaftsverkehr langfristig beeinflusst. Das Modell VISEVA-W berücksichtigt für die Generierung von Rundtouren Verhaltensdaten, wie die Anzahl an Fahrten sowie die Anzahl der Rundfahrten pro Bezugsgröße (Friedrich et al. 2003, S. 13f.). Als Bezugsgröße wird auch hier unter anderem die Anzahl der Beschäftigten einer Branche genannt (Lohse et al. 2011, S. 472; Uhlig 2005, S. 12). Steinmeyer (2004, S. 196)

kommt zu dem Schluss, dass die Branche einen prägenderen Faktor darstellt als beispielsweise der räumliche Bezug. Weiter steht nach Steinmeyer (2004, S. 111) die Art der angebotenen Leistung des Betriebes in einem Zusammenhang mit dem betrachteten Wirtschaftszweig und bestimmt die Zusammensetzung der Beschäftigten nach Berufsgruppen.

„In Abhängigkeit von der Berufsgruppe ergibt sich schließlich das jeweilige Verkehrsverhalten.“ (Steinmeyer 2004, S. 111)

Auch Hunt et al. (2004, S. 11ff.) arbeiten die Bedeutung der wirtschaftlichen Tätigkeit heraus, indem das Modell auf die Rekonstruktion von Touren fokussiert und dabei sowohl Fahrzeugtypen als auch Wirtschaftssektoren und die Anzahl an Arbeitnehmern eines Unternehmens mit einbezieht. Allerdings werden bei der Nachbildung die den Touren vorgelagerten logistischen Entscheidungen vernachlässigt.

Auch der Einfluss unterschiedlicher Betriebsformen und -typen auf das Lieferverkehrsaufkommen konnte von Schwerdtfeger (1976) nur bedingt quantifiziert werden. Lediglich in zwei von sieben Branchen konnte Schwerdtfeger (1976, S. 94f.) Unterschiede zwischen Filialen und selbständigen Betrieben erkennen. Um eine ausreichende Vergleichbarkeit zu generieren und signifikantere Unterschiede bezüglich Betriebsformen aufzudecken, empfiehlt Schwerdtfeger eine größere Datenbasis (Schwerdtfeger 1976, S. 236).

Mit Blick auf die zeitliche Verteilung macht die Untersuchung von Schwerdtfeger (1976, S. 158) deutlich, dass einzelne Wochentage so gut wie keinen Einfluss auf das Ausmaß des Lieferverkehrs haben. Anders die tageszeitliche Verteilung der Verkehre. Hier ist bei Schwerdtfeger eine deutliche Aufkommensspitze zwischen 8 und 10 Uhr zu erkennen, gefolgt von einem Aufkommensabfall bis 18 Uhr. Diese Erkenntnis stimmt mit nahezu allen bis zu diesem Zeitpunkt veröffentlichten Untersuchungen überein, was die Bedeutung der tageszeitlichen Verteilung unterstreicht (Schwerdtfeger 1976, S. 167). In der Wirtschaftsverkehrsmodellierung wird der Tagesgang häufig genutzt, um die Verkehrsverteilung auf die jeweiligen Tagesperioden und Spitzenstunden vorzunehmen (Sonntag et al. 1996, S. 23f.; Leerkamp et al. 2013, S. 53f.). Auch Schütte macht auf die Bedeutung der zeitlichen Verteilung der Fahrten aufmerksam, indem er den Anteil und die Anzahl der Startzeiten im Tagesverlauf berücksichtigt (Schütte 1997, S. 45). Machledt-Michael

(2000, S. 79) hat sich mit einem Fahrtenkettenmodell für den städtischen und regionalen Wirtschaftsverkehr beschäftigt und stellt in den Mittelpunkt, in welcher Reihenfolge im Laufe eines Tages Aktivitäten mit Fahrzeugen durchgeführt werden. Und auch Hebes (2011, S. 161, S. 214) kommt zu dem Ergebnis, dass Aktivitäten im Personenwirtschaftsverkehr in vier Tagesgänge unterschieden werden können und meist durch den Fahrtzweck, das Ziel der Fahrt, die Anzahl der Fahrten, die Fahrleistung und die Branche des Unternehmens zu charakterisieren sind. Von Sonntag et al. (1996) wurden in ihrem Wirtschaftsverkehrsmodell bereits ähnliche Charakteristika für die Modellierung des Verkehrs aufgegriffen, nämlich der Transport- bzw. Fahrtzweck nach Sektor und Fahrzeugtyp sowie das Fahrtenaufkommen. Diese Eingangsdaten, die im Wesentlichen die Fahrt eines Fahrzeuges beschreiben, beziehen auch neuere Modellen in ähnlicher Weise mit ein. Beispielsweise berücksichtigt das Modell von Routhier und Toilier (2007, S. 9f.) das Fahrtenaufkommen und die Fahrtweiten. Nach Schütte (1997, S. 45) charakterisiert sich eine Tour anhand von Touren- und Fahrtenlängen, die Fahrziele und die zeitliche Verteilung der Fahrten. Ähnliche Bestimmungsfaktoren identifiziert auch Steinmeyer (2004, S. 196), die in ihrer empirischen Studie zusammenfassend festhält, dass zurückgelegte Wege und Touren pro Tag und die Wegzwecke grundsätzlich durch die Branchen und die Berufsgruppen der mobilen bzw. fahraktiven Beschäftigten beeinflusst werden.

Weiter macht Schwerdtfeger (1976) deutlich, dass sich die Art des eingesetzten Fahrzeuges nach der Beschaffenheit des zu transportierenden Gutes, der Größe des belieferten Betriebes (Kommissionsgröße) und der Organisation des anliefernden Unternehmens richtet (Schwerdtfeger 1976, S. 177f., S. 237). So spielen „die Kommissionsgröße (Liefermenge pro Lieferung), die Art und Größe der eingesetzten Lieferfahrzeuge und die gesamte Organisation der Lieferungen eine entscheidende Rolle in der Ausprägung räumlich-zeitlicher Muster des Lieferverkehrs“ (Schwerdtfeger 1976, S. 108). Auch Sonntag et al. (1996, S. 21) unterscheiden in ihrem Fahrzeugstrommodell in vier Fahrzeugarten und bestimmen somit die Art des Fahrzeuges als Kategorisierungsmaß um den Verkehr darzustellen. Ähnliche Kategorisierungen sind in weiteren Fahrzeugstrommodellen, wie beispielsweise dem französischen Freturb (Routhier und Toilier 2007), zu finden (vergleiche auch Hunt et al. 2004 und Janßen 2005). Die Anzahl wöchentlicher Quell- und Zielfahrten aller berücksichtigten Betriebe wird auf drei Fahrzeugarten

(Nutzfahrzeuge mit bis zu 3,5 t zGG, starre Lastwagen, Sattelzugmaschinen) verteilt und so die Anzahl und Häufigkeit der Fahrten je Fahrzeug, Transportorganisation und der Routenart ermittelt. Hierbei wird im Speziellen das Sendungsaufkommen berücksichtigt, das in die Anzahl der empfangenen bzw. versendeten Sendungen je Woche und Sendungstyp differenziert ist. Der Sendungstyp wiederum wird über die Verpackung, die Sendungsgröße und die Sendungsfrequenz bestimmt.

Ebenfalls bei Schütte (1997, S. 51) ist zu finden, dass die Verkehrsmittelwahl wesentlich ist und auch Flämig (2004, S. 150) macht deutlich, dass die Verlagerung auf andere bzw. die Optimierung bestehender Transportmittel, das Mobilitätsverhalten im Hinblick auf CO₂-Emissionen und Ökoeffizienz erheblich beeinflusst. Hebes (2011, S. 89ff.) arbeitet neben der Relevanz der Verkehrsmittelwahl als weiteren Aspekt die interne Regelung zur Nutzung der Firmenwagen heraus.

Ebenso ausschlaggebend für die Zusammensetzung des Fuhrparks ist die räumliche Allokation der zu beliefernden Betriebe, sprich wie diese zueinander liegen und welche Entfernungen überwunden werden müssen. Mit wachsender räumlicher Konzentration der Betriebe lässt sich nach Schwerdtfeger (1976) „ein deutlicher Zug zum größeren Güter-Kfz feststellen“ (Schwerdtfeger 1976, S. 108). Die Berücksichtigung der Fahrtweiten bzw. Entfernungen zwischen den einzelnen Quell- und Zielstandorten findet sich auch in vielen Wirtschaftsverkehrsmodellen wieder (Leerkamp et al. 2013, S. 46, S. 51; Hunt et al. 2004, S. 11ff.).

Schwerdtfeger (1976, S. 236) konnte entgegen seiner Erwartungen im Rahmen seiner Studie keine Unterschiede im Lieferverkehr bezüglich des Standortes von Unternehmen feststellen. In der Wirtschaftsverkehrsmodellierung findet der Unternehmensstandort dennoch zumeist als Strukturvariable Eingang, um unter anderem das Quellpotential der einzelnen Verkehrsbezirke abbilden zu können (Friedrich et al. 2003, S. 13f.; Routhier und Toillier 2007, S. 9). Auch Flämig (2004) betont, dass die Einflussnahme unterschiedlich ausgestalteter Maßnahmen, wie beispielsweise raumstrukturelle Maßnahmen, durch den Standort einer Organisation bedingt ist. Hebes (2011, S. 178) identifiziert den Unternehmensstandort als Einflussfaktor, indem er die Standortwahl zu den Entscheidungen zählt, die das Mobilitätsverhalten und damit auch das Fahrprofil der Firmenfahrzeuge langfristig bestimmen.

Die Branche, der Warenkreis und die Größe des belieferten Betriebes wirken sich determinierend auf die Standzeiten von Lieferfahrzeugen aus (Schwerdtfeger 1976, S. 237). Aus diesem Grund hat auch die Fahrten- und Wegeplanung einen großen Einfluss, wobei nach Schütte (1997, S. 12) den Fahrern ein erheblicher Entscheidungsspielraum zugesprochen wird und auch Kundenwünsche beträchtlichen Einfluss haben. Schütte (1997, S. 63) vermutet, dass die von den Unternehmen in Kauf genommenen Anfahrweiten über die Zahlungsbereitschaft der Kunden und die Gewinnerwartung und Gesamtkalkulation des Auftrags durch die Betriebe geregelt wird. Ergebnisse zur Fahrtroutenplanung, allerdings mit der branchenspezifischen Einschränkung, dass es sich hierbei um Handwerksbetriebe handelt, machen deutlich, dass die Tourenplanung vorwiegend nach Kundenwünschen und zweitrangig nach der räumlichen Zuordnung erfolgt. Auch Verkehrsprobleme haben Auswirkungen auf das Verhalten von Unternehmen. So reagieren diese beispielsweise mit der Ablehnung von verkehrsbedingt ungünstigen Aufträgen (Schütte 1997, S. 65). Hebes (2011, S. 89ff.) sieht den Einfluss der Wegeplanung auch, verortet diese aber eher als innerbetriebliche Entscheidung.

Bei Schwerdtfegers (1976, S. 184) Befragung der Fahrzeugführer wurde deutlich, dass 80 Prozent der Lieferungen im Verlauf von Rundtouren durchgeführt werden und 60 Prozent der Fahrer regelmäßig etwa zur gleichen Tageszeit den gleichen Betrieb beliefern. Dies zeigt an, dass die Tourenplanung stark routiniert abläuft und Routinen und Regelmäßigkeiten in der Zielwahl einen Bestimmungsfaktor im Lieferverkehr darstellen können. Darüber hinaus trifft er die Annahme, dass der Umfang des Lieferverkehrs in etwa mit der Entwicklung des privaten Konsums steigen wird, da das Konsumverhalten der Bevölkerung für ihn die ausschlaggebende Basisgröße für den städtischen Güterverkehr darstellt (Schwerdtfeger 1976, S. 69).

Wie in Rosenberger und Flämig (2020) herausgearbeitet, werden auch in der KiD, der einzigen Statistik, die den Personenwirtschaftsverkehr in Deutschland zum Gegenstand hat, die aufgezeigten Bestimmungsfaktoren verwendet. Die Merkmale zur Beschreibung des Wirtschaftsverkehrs in der KiD lassen sich in drei Gruppen unterteilen: Merkmale des Fahrzeuges, Merkmale des Halters und Merkmale der Nutzer. Erklärt werden kann das beschriebene Verkehrsverhalten mit Hilfe der Merkmale des Fahrzeuges, nämlich dem Fahrzeug-Tag und der Fahrt (Wermuth et al. 2001, S. 46). Darüber hinaus lassen sich aus der Querschnittsstudie Mobilität in Deutschland (MiD), die sich dem Mobilitätsverhalten der Bevölkerung

widmet, Bestimmungsfaktoren zur berufsbedingten Mobilität entnehmen. Diese sind die Anzahl der regelmäßig beruflichen Wege, das genutzte Verkehrsmittel und die zurückgelegte Entfernung. Alle diskutierten Bestimmungsfaktoren sind in Tabelle 7 noch einmal aufgeführt.

Die Literatur macht deutlich, dass es grundsätzlich viele Bestimmungsfaktoren unternehmerischen Mobilitätsverhaltens gibt. Diese sind je nach Quelle allerdings unterschiedlich benannt und vor allem nicht immer direkt als Determinanten beschrieben. Wie in Abschnitt 1.1 definiert, wird im Folgenden von Bestimmungsfaktoren im Mobilitätsverhalten von Unternehmen gesprochen, wenn ein Umstand, in einem Zusammenhang eine Wirkung hat und dadurch das Mobilitätsverhalten und letztlich auch den Verkehr prägt oder beeinflusst. So stellen bei den Verkehrsmodellen beispielsweise die verwendeten Inputvariablen die Treiber des Modells dar und können daher als das Mobilitätsverhalten bestimmende Faktoren verstanden werden.

Dies führt dazu, dass Bestimmungsfaktoren und Indikatoren in der Literatur nicht direkt unterschieden werden. So wurde beispielsweise häufig von der Anzahl an Fahrzeugen eines jeweiligen Unternehmens gesprochen, diese stellt in der genauen Betrachtung aber einen Indikator der Fuhrparkgröße dar.

Um ein übersichtlicheres Bild zu erlangen, auf das weitere Forschung aufbauen kann, ist insofern zunächst die inhaltliche Zusammenführung der einzelnen Bestimmungsfaktoren und Indikatoren notwendig, indem diese kategorisiert werden.

Die Zusammenstellung der Bestimmungsfaktoren zeigt, dass sich die, für das Mobilitätsverhalten von Unternehmen bisher identifizierten Faktoren und Indikatoren im Wesentlichen in folgende drei Teilsysteme einteilen lassen:

- intern-strukturelle Bestimmungsfaktoren
- intern-operative Bestimmungsfaktoren
- externe Bestimmungsfaktoren

Die Zuordnung der Bestimmungsfaktoren und der jeweiligen Indikatoren ist in aggregierter Form der nachfolgenden Tabelle 7 zu entnehmen.

Die intern-strukturellen Bestimmungsfaktoren, bei denen es sich im Wesentlichen um strukturgebende Eigenschaften wie die Wirtschaftszweigzugehörigkeit, die Unternehmensgröße oder die Struktur der Beschäftigten

handelt, die in den Forschungsarbeiten identifiziert werden konnten, sowie die aus den Modellen extrahierten Strukturdaten lassen die Ableitung zu, dass wesentliche Bestimmungsfaktoren in der Struktur des Unternehmens selbst und den Charakteristika des Fuhrparks bzw. der Fahrzeuge begründet liegen. Auch die amtlichen Statistiken zeigen, dass die Kenntnis über das Unternehmen inklusive des verfügbaren Fuhrparks wesentlich ist. Die Analyse der Literatur macht deutlich, dass die Mobilität über die Leistung bzw. die Tätigkeit des Unternehmens determiniert zu sein scheint. Diese wird häufig mit der Wirtschaftszweigzugehörigkeit gleichgesetzt. Darüber hinaus ist von Relevanz, wie viele Beschäftigte und Fahrzeuge ein Unternehmen hat. Der Fuhrpark an sich ist durch die einzelnen Fahrzeuge und deren Eigenschaften wie beispielsweise die Fahrzeugart charakterisiert.

Die intern-operativen Bestimmungsfaktoren, die den eigentlichen Fahrzeugeinsatz beschreiben, sind bei den Forschungsarbeiten aus internen Prozessen, wie beispielsweise dem Einsatzzweck, und bei den Verkehrsmodellen, aus den Verhaltensdaten, zu extrahieren. Auch die amtlichen Statistiken erfassen diese Variablen sehr detailliert. Hier geht es im Wesentlichen darum, nähere Informationen zu den einzelnen Fahrten oder Touren zu erlangen: Wann haben diese stattgefunden, wie weit ist das Fahrzeug gefahren und welcher Fahrtzweck stand dabei im Vordergrund? Auch das Fahrtziel ist wesentlich für die Charakterisierung einer Fahrt.

Die Analyse zeigt, dass es bei der Entstehung von Verkehr auch Zwänge und Rahmenbedingungen externer Art geben kann, die als externe Bestimmungsfaktoren bezeichnet werden können. So können beispielsweise politische Maßnahmen, die Tageszeit oder die Auftragslage, bedingt durch das Bevölkerungsverhalten, als Treiber unternehmerischer Mobilität verstanden werden.

Tabelle 7: Zuordnung der identifizierten Bestimmungsfaktoren und ausgewählter Indikatoren zu ihren Teilsystemen

Teilsystem	Bestimmungsfaktor	Indikator (Auswahl)	
intern-strukturell	Wirtschaftszweig- bzw. Branchenzugehörigkeit	Amtliche Systematik	
	Art der Tätigkeit		Art der angebotenen Leistung
			Anzahl Vollbeschäftigte
	Unternehmens- bzw. Betriebsgröße		Größe der Geschäftsfläche
			Fahraktive Beschäftigte nach Wirtschaftsgruppe
			Regelmäßig mobile Beschäftigte
			Anzahl Fahrzeuge
	Fuhrparkgröße		Anzahl Fahrzeuge nach Fahrzeuggröße
			Anzahl Fahrzeuge nach Fahrzeugart
		Beschäftigte	Anzahl Beschäftigte (nach Berufsgruppen)
	Fahrzeuggröße	Fahrzeugsegmente	
	Verkehrsmittelwahl		Anteil des genutzten Verkehrsmittels
		Art der Fahrzeugnutzung; betriebliche Vorgaben / Kriterien / Regelungen für die Verkehrsmittelwahl	
			Dienstlich / geschäftliche Nutzung
			Entscheidung aufgrund von Kosten, Zeit, Richtlinien oder Sonstige
	Standort	Agglomerationstyp	
Organisation des anliefernden Unternehmens	-		
Antriebsart des Fahrzeuges	Art des Antriebes		
Fahrzeugbeschaffungsart	Art der Beschaffung		

Teilsystem	Bestimmungsfaktor	Indikator (Auswahl)
intern-operativ	Einsatzzweck / Wegezweck / Fahrzweck	Wegauslösende Tätigkeit Fahrzweck
	Fahrleistung	Touren- und Fahrtenlängen Anzahl der Touren
	Wegecharakteristik	Anzahl der Wege
		Anzahl der Stopps
		Anzahl der Fahrten
	Fahrziele	Tätigkeit am Fahrtziel
		Eigener Betrieb, Fremder Betrieb unternehmensintern, fremder Betrieb unternehmensextern
	Sendung	Art, Größe, Gewicht und Beschaffenheit des Gutes
	Routinen	Kontinuität in den Tageszeiten und Zielen
	Räumliche Allokation der zu beliefernden Betriebe	Fahrtweiten zwischen den Quell- und Zielstandorten
Zeitliche Verteilung der Fahrten	Anteil und Anzahl der Startzeiten im Tagesverlauf (klassiert)	
extern	Politische Maßnahmen	–
	Kundenwünsche und Zahlungsbereitschaft	–
	Konsumverhalten der Bevölkerung	Einkommen pro Kopf und pro Jahr
	Tageszeit / Tagesgang	Fahrtenanteil pro Stunde
	Größe des belieferten Betriebes	Kommissions- bzw. Sendungsgröße

Quelle: Eigene Zusammenstellung nach Schwerdtfeger (1976); Sonntag et al. (1996); Schütte (1997); Wermuth et al. (2001); Routhier und Toilier (2007); Friedrich et al. (2003); Hunt et al. (2004); Flämig (2004); Steinmeyer (2004); Uhlig (2005); Hebes (2011); Leerkamp et al. (2013)

3.4 Zwischenfazit und Ableitung der Forschungsfragen

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass bereits empirische Grundlagen zum Personenwirtschaftsverkehr existieren. Diese umfassen allerdings nur wenige Forschungsarbeiten, Verkehrsmodelle und amtliche Statistiken, die zudem entweder veraltet, nicht repräsentativ und in der Regel auch nicht maßnahmensensitiv sind. Der Mangel an Quantität und Qualität lässt sich auf besondere Herausforderungen bei der Datenerhebung zurückführen. Durch Verkehrsbeobachtungen ist einem Fahrzeug nicht zwingend anzusehen, dass es gerade im beruflichen Kontext bewegt wird. Bei der Befragung von Fahrenden werden viele Wege, die in Ausübung des Berufes getätigt werden, beispielsweise nicht als diese festgehalten. Nach Brög und Winter (1990, S. 22), müssten daher die Wege, die in Ausübung des Berufes getätigt und auch als diese dokumentiert werden, wahrscheinlich mit dem Faktor zwei korrigiert werden. Das bedeutet, dass jede Fahrt, die als in Ausübung des Berufes von Personen angegeben wurde, als zwei Fahrten in der Realität zu sehen ist, und der tatsächliche Anteil des Personenwirtschaftsverkehrs doppelt so hoch ist, wie angegeben. Diese Erkenntnis ist darauf zurückzuführen, „daß die Personen mit Wirtschaftswegen ausgesprochen mobil sind und häufig nur ein vereinfachtes Muster ihres Tagesablaufes wiedergeben“ (Brög und Winter 1990, S. 22).

Die Herausforderung bei der Datenbeschaffung ist, dass Daten schwer zu erheben sind und folglich der Erhebungsaufwand der benötigten Daten vertretbar und leistbar sein muss. Die benötigten Daten und die zu erhebenden Daten müssten dementsprechend in ihren Anforderungen gut aufeinander abgestimmt sein. Bei der Erhebung von internen Unternehmensdaten zeigt sich, dass diese in Qualität und Plausibilität selten auf einem einheitlichen Niveau zu erheben sind. Diese Schwierigkeit bei der Datenbeschaffung haben die bisher schlechte Problemerkennung und eine ungenügende Lösungsentwicklung zur Folge.

Auch ist die schlechte Systemerkennung des Personenwirtschaftsverkehrs auf seine stets dem Güterverkehr oder Personenverkehr untergeordnete Rolle zurückzuführen. Die Diskussion der in den amtlichen Statistiken abgedeckten Inhalte zeigt, wie unterrepräsentiert der Personenwirtschaftsverkehr bisher ist. Er stellt häufig nur eine Schnittstellenfunktion dar und ist in Breite und Tiefe nicht angemessen abgebildet. Nur die Studie Kraftfahrzeugverkehr

in Deutschland (KiD) verfolgt überhaupt das Ziel, die Verkehrsaktivitäten im Personenwirtschaftsverkehr darzustellen, und ist die einzige frei zugängliche Quelle für Verkehrsverhaltensdaten, wie den Fahrzeugeinsatz, im Personenwirtschaftsverkehr.

Es konnte gezeigt werden, dass in der Literatur eine Reihe an Variablen zu finden ist, die das Mobilitätsverhalten von Unternehmen bestimmen. Die identifizierten Bestimmungsfaktoren werden in den einzelnen Forschungsquellen jedoch zumeist unterschiedlich benannt oder beschrieben und nicht direkt als die Mobilität determinierende Faktoren betitelt. Auch die Wirkungszusammenhänge untereinander und auf das Verkehrsverhalten sind nicht hinreichend untersucht. Grund hierfür ist, dass bisher auf keine einheitliche Wissensbasis zurückgegriffen werden kann, da der Aufbau einer solchen bisher ausgeblieben ist. Auch die Einordnung der Bestimmungsfaktoren in das Gesamtsystem bleibt in der Literatur bisher zumeist völlig aus und es existiert kein generisches Modell, das den Personenwirtschaftsverkehr versucht zu beschreiben.

So liegen der unzureichenden systemischen Erfassung des Personenwirtschaftsverkehrs im Wesentlichen drei Probleme zugrunde:

- Aufwändige Datenerfassung aufgrund der mannigfaltigen Ausprägungen der Unternehmensmobilität in der Art der Fortbewegung und deren Organisation.
- Vermeintlich untergeordnete Relevanz gegenüber dem Güterverkehr.
- Unklare relative Bedeutung der einzelnen Variablen.

Folglich muss die Beschreibung differenzierter erfolgen, als die bisher vorliegenden Arbeiten zum Personenwirtschaftsverkehrssystem es darlegen. Eine Möglichkeit, den Personenwirtschaftsverkehr besser zu erfassen, setzt zunächst die nähere Untersuchung der Variablen voraus. Sofern also weiter spezifiziert werden kann, welche Variablen sich für eine Beschreibung des Personenwirtschaftsverkehrs eignen, kann eine bestehende Lücke geschlossen werden. Es ergibt sich die folgende Forschungsfrage:

Forschungsfrage 1:

Anhand welcher Bestimmungsfaktoren lässt sich der Personenwirtschaftsverkehr beschreiben (Beschreibungsmodell)?

Insgesamt macht die Analyse der Literatur deutlich, dass wenig empirisches Wissen über den Personenwirtschaftsverkehr vorliegt. Es konnte aufgezeigt werden, dass die lückenhafte Kenntnis über Mobilitätsmuster und Bestimmungsfaktoren auf die Schwierigkeiten in der Datenerhebung, das untergeordnete Rollenverständnis und die unklare Bedeutung der einzelnen Variablen zurückzuführen ist. Die Erhebungsschwierigkeiten können auch der Grund dafür sein, dass Unternehmen bisher gemäß ihrer Wirtschaftszweigzugehörigkeit eingeteilt und in den wenigen Datengrundlagen auch so erfasst werden. Trotz bekannter Heterogenität innerhalb der Wirtschaftszweige, denen die Unternehmen angehören, liegen alle Erhebungen und Erkenntnisse meist auf Wirtschaftszweigebene vor. Oftmals wird sogar eine noch größere Ungenauigkeit zugelassen, indem die Erkenntnisse auf Branchen aggregiert werden. Schon Schütte (1997, S. 43) hält fest, dass diese Einteilung nicht zweckmäßig ist. Zudem fällt im Rahmen der untersuchten Literatur auf, dass kaum die dem Verkehrsverhalten zugrundeliegenden Entscheidungen innerhalb eines Unternehmens berücksichtigt werden. Betriebliche Entscheidungsabläufe sind empirisch bisher kaum erhoben worden. Da aber diese sehr viel kurzlebiger als im privaten Bereich sind, ist es umso wichtiger, deren Bedeutung für das Verkehrsverhalten zu kennen, da folglich auch dieses als sehr viel unbeständiger einzuschätzen ist.

Es zeigt sich, dass die in der Literatur verwendeten Merkmale und Elemente bislang zu ungenau und vor zu begrenzten Annahmen untersucht worden sind, um die verkehrsrelevanten Unternehmensaktivitäten vollumfänglich abzubilden. Eine Möglichkeit ist die Suche nach Zusammenhängen und Regelmäßigkeiten im Mobilitätsverhalten von Unternehmen, die die Unternehmen auf Grundlage ihres tatsächlichen Mobilitätsverhalten einordnen und dabei auch die unternehmerischen Rahmenbedingungen berücksichtigen. Hieraus ergibt sich die folgende Forschungsfrage:

Forschungsfrage 2:

Welche homogenen Muster existieren in der Mobilität von Unternehmen (Mobilitätsmuster)?

4 Entwicklung eines entscheidungsbasierten Beschreibungsmodells der Unternehmensmobilität

Die Analyse des Forschungsstands hat deutlich gemacht, dass für die Gestaltung des Personenwirtschaftsverkehrs die reine Betrachtung von Verkehrskennziffern nicht ausreicht. Vielmehr muss die Systembetrachtung erweitert werden. Dies gilt umso mehr, wenn Verhalten – hier das Mobilitätsverhalten von Unternehmen – erklärt werden soll. Mobilitätsverhalten ist ein bislang im Personenverkehr geprägter Begriff und wird als „Ortsveränderung einer Person mit ihren räumlichen, zeitlichen, modalen und wegezweckspezifischen Ausprägungen“ (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. 2020, S. 25) verstanden. Das, was im Personenverkehr als das Mobilitätsverhalten einer Person verstanden wird, ist im Personenwirtschaftsverkehr die verkehrliche Ausprägung wirtschaftlicher Aktivitätsmuster. Da diese Aktivitäten aber ebenso wie im privaten Personenverkehr auf ein spezifisches menschliches Verhalten, hier durch Entscheidungen von Unternehmensakteuren, zurückgeführt werden, kann Personenwirtschaftsverkehr als Ausprägung unternehmerischen Mobilitätsverhaltens verstanden werden.

Zur Komplexitätsreduktion und zur zielgerichteten Adressierung von verkehrsplanerischen Maßnahmen wird das Mobilitätsverhalten vielfach zu Gruppen aggregiert. Diese werden häufig mit Methoden der empirischen Sozialforschung gewonnen. Zunächst widmet sich daher dieses Kapitel der Identifikation und Formulierung von verhaltenshomogenen Gruppen in der Personen(wirtschafts)verkehrsforschung. Um zu verstehen, durch welche Entscheidungen in Unternehmen, deren Mobilitätsverhalten determiniert wird, werden diese beschrieben. Dabei steht auch im Mittelpunkt, ob und unter welchen Voraussetzungen Unternehmen als einheitlich handelnde Einheit verstanden werden können. Auf dieser Basis wird im letzten Abschnitt ein Beschreibungsmodell abgeleitet, das verkehrsrelevante unternehmerische Entscheidungen auf verschiedenen zeitlichen Ebenen darstellt.

4.1 Verhaltenshomogene Gruppen in der Personen(wirtschafts)verkehrsforschung

Bei der Planung des Personenverkehrs werden seit mehr als 50 Jahren vermehrt zielgruppenspezifische Analysen und Maßnahmen entwickelt (Wittwer 2014, S. III). Erstmals wurde der Begriff der verhaltenshomogenen Gruppen von Eckardt Kutter (1972) geprägt, der unterschiedliche Merkmale wie die Stellung im Erwerbsprozess und die Pkw-Verfügbarkeit nutzt, um mittels faktoren- und clusteranalytischer Verfahren Bevölkerungssegmente zu bilden. Die verhaltenshomogenen Gruppen bilden heute die gängige Praxis in der Personenverkehrsmodellierung.

Mittels der Gruppenbildungsprozesse wird die Realität auf ein handhabbares Maß verkürzt, indem die Verkehrsakteure in Gruppen mit ähnlichem Verkehrsverhalten oder ähnlichen statistischen Ausprägungen gruppiert werden. Dies hat zur Folge, dass die im Personenverkehr genutzten verhaltenshomogenen Gruppen zumeist über Strukturvariablen definiert sind und selten auf Grundlage des tatsächlichen Verhaltens. Im Gegensatz zum Personenverkehr wurde das Konzept der verhaltenshomogenen Gruppen im Wirtschaftsverkehr und im Speziellen im Personenwirtschaftsverkehr bis dato selten verfolgt. Grundsätzlich ist dieser Zugang eine sehr deutsche Debatte, deren zugrundeliegende Studien im Folgenden diskutiert werden.

Schwerdtfeger (1976) war in Deutschland der erste, der Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Personenwirtschaftsverkehr herausarbeiten konnte, indem er Verhaltensunterschiede beim Lieferverkehrsaufkommen innerhalb zweier Branchen feststellte und dies unter anderem mit der Unternehmensgröße begründete. Schütte (1997) arbeitete bereits 1997 mit der Hypothese, dass sich die Mobilität im Personenwirtschaftsverkehr anhand weniger Merkmale beschreiben lässt. Er kam allerdings aufgrund seiner empirischen Daten zu dem Ergebnis, dass die Branchenzugehörigkeit keine ausreichend homogene Gruppe darzustellen scheint. Zudem weisen die Ergebnisse eine sehr breite Streuung auf, weswegen eine Bildung von Mittelwerten oder Algorithmen seiner Meinung nach nicht zweckmäßig wäre (Schütte 1997, S. 43). Er konzentrierte sich daher auf die Entwicklung eines Mobilitätsprofils für Handwerksbetriebe und blieb damit bei einer Systematisierung entlang von Wirtschaftsbereichszugehörigkeiten.

Die in jüngerer Zeit entstandenen Arbeiten nutzen darüber hinaus Fahrzeugkategorisierungen anhand von zeitlich vergleichbaren Mustern, die auf Basis tageszeitlich differenzierter Analysen von Fahrzeugaktivitäten gebildet wurden (Machledt-Michael 2000; Deneke 2004; Hebes 2011). Machledt-Michael (2000) bildet auf der Grundlage einer eigenen Stichtagsbefragung drei Gruppen, die sich allerdings nicht nur auf den Personenwirtschaftsverkehr beziehen, sondern den Wirtschaftsverkehr in Gänze abbilden sollen. Charakterisiert werden die Gruppen anhand der Merkmale „Fahrzeugart“ und „Wirtschaftsgruppe“, wobei sie diese anhand von 5 Branchen unterscheidet. Der Personenwirtschaftsverkehr wird bei Machledt-Michael (2000, S. 99) in einer einzigen Gruppe abgebildet und zeigt keinerlei Auffälligkeiten anhand derer sich der Personenwirtschaftsverkehr charakteristisch beschreiben ließe. Zudem legt sie dar, dass sowohl nach Kennziffern der Fahrzeugnutzung als auch nach Zeitanteilen keine klare Unterscheidung der gebildeten Gruppen möglich war (Machledt-Michael 2000, S. 92, S. 95).

Den Personenwirtschaftsverkehr anhand einer Fahrzeuggruppe abbilden zu wollen, greift nach heutigem Stand des Wissens offensichtlich zu kurz. Dies zeigen auch die Ergebnisse von Deneke (2005) und Hebes (2011), die auf der Grundlage der KiD 2002 ebenso Fahrzeugkategorisierungen anhand von Zeitbudgetmustern vornehmen. Deneke (2004) leitet sehr detailliert nutzungsorientierte Fahrzeugkategorien ab. Er gibt den schwer kontrollierbaren Einfluss mehrerer Variablen zu bedenken und analysiert daher maximal zwei Variablen in Abhängigkeit der jeweiligen Tagesstunden. Um dennoch möglichst viele Variablen zu betrachten, baut er sein Vorgehen mehrstufig auf und verdichtet die Ergebnisse im Anschluss an die Clusterung. Deneke (2004) ist der Meinung, dass ein Fahrzeug über zwei Zustände definiert werden kann, die Fahrt und den Aufenthalt. Aus diesem Grund sind nach Deneke (2004, S. 134) die wichtigsten Dimensionen einer Fahrzeugnutzung der „Fahrtzweck“ und der „Aufenthaltsort“. Deneke (2004, S. 208) kommt auf Datengrundlage der KiD 2002 insgesamt zu 11 homogenen Gruppen. Alle sogenannten Zeitbudgetmuster haben gemischte Aufenthaltsorte und Fahrtzwecke (Deneke 2004, S. 190f.), bei denen sich alle zugeordneten Fahrzeuge in bestimmten Zeitintervallen bewegen. Sieben dieser Gruppen sind gewerblich genutzte Fahrzeuge bis 3,5 t Nutzlast und können vor diesem Hintergrund zur Analyse des Personenwirtschaftsverkehrs dienen. Allerdings liegen die Ergebnisse auf Grundlage der Fahrzeugart und verdichteten

Wirtschaftszweighthauptgruppen zum einen stark aggregiert und zum anderen in keiner Variable verhaltensscharf vor.

Zu einer geringeren Gruppenanzahl kommt Hebes (2011) bei seiner Fahrzeugkategorisierung auf Grundlage von erzeugten Tagesgängen durch Fahrt bzw. Tour auslösende Aktivitäten in Form von Zielart und Fahrtzweck (Hebes 2011, S. 128f.). Hebes (2011, S. 161f., S. 174) kommt zu dem Ergebnis, dass es vier charakteristische Tagesgänge gibt, die etwas mehr als ein Drittel des Verkehrsverhaltens wiedergeben, allerdings kein universelles Muster existiert, das auf bestimmte Fahrzeugarten und Wirtschaftszweigabschnitte passt. Hebes (2011, S. 168) macht an mehreren Stellen auf den Einfluss privat genutzter Fahrzeuge aufmerksam, indem er beispielsweise den auffälligsten Unterschied zweier seiner Cluster in der Zeit an privaten Aufenthaltsorten sieht. Ob die absolute Anzahl von vier Gruppen geeignet ist, um die hohe Komplexität des Wirtschaftsverkehrs abzubilden, bleibt an dieser Stelle differenziert zu hinterfragen. Hebes (2011, S. 217) untersucht zwar den Einfluss unterschiedlicher Faktoren auf die Clusterzugehörigkeit und kommt zu dem Schluss, dass innerbetriebliche Änderungen zu einem gänzlich verschiedenen Verkehrsverhalten führen können, lässt die weitere Beantwortung aber offen.

Wittwer (2014), der sich mit klassischen Kategorisierungen im Personenverkehr beschäftigt hat, sieht auch dort Herausforderungen bei der Gruppenbildung. Die untersuchten Ansätze einer Einteilung in verhaltensähnliche Gruppen und die resultierenden Erklärungsschwierigkeiten stärken die Vermutung, dass im Personenwirtschaftsverkehr nicht die eine Gruppierung zu erwarten ist, sondern vielmehr mit mehreren möglichen Gruppeneinteilungen zu rechnen ist.

Die bisher abgeleiteten Fahrzeugkategorisierungen beziehen sich auf Stichtagsbefragungen im Rahmen der KiD und versuchen ein durchschnittliches Verhalten durch eine Mindestanzahl an Tagesprogrammen zu gewährleisten. In der KiD sind dem Personenwirtschaftsverkehr nach Wermuth et. al (2012b, S. 16) konzeptionell zwei Fahrtzwecke zugeordnet: „Fahrten zur Erbringung beruflicher Leistungen“ und „Holen, Bringen, Befördern von Personen“. Bislang unberücksichtigt bleibt, wie sich Verhaltensmuster aufgrund bestimmter betriebsbedingter Einflüsse verändern. Genauer, welche Wirkung betriebsinterne Strategien, bedingt durch Entscheidungen, auf die Charakteristik und Ausgestaltung der Mobilitätsmuster haben. Dies würde

die Möglichkeit einer differenzierteren Analyse bieten. Darüber hinaus gehen die bisherigen Fahrzeugkategorisierungen davon aus, dass der Personenwirtschaftsverkehr anhand einer Gruppierung in seiner Ausprägung beschrieben werden kann und berücksichtigen nicht, dass die Gruppen je nach Fragestellung unterschiedlich sein können.

Menge (2010, S. 207), der in seiner Arbeit Dienstleistungsverkehre untersuchte, um den Personenwirtschaftsverkehr unter anderem anhand von Verkehrsaufkommensprofilen zu beschreiben, kommt zu dem Ergebnis, dass Daten auf Betriebsebene keine geeignete Grundlage zur Profilbildung sind. Hierfür sind wegbezogene Daten auf Ebene des Individuums oder des Fahrzeuges notwendig, die im Idealfall mit betrieblichen Daten verschnitten werden (Menge 2010, S. 209).

4.2 Rationale Entscheidungen in Unternehmen

Hinsichtlich der Frage, welche betrieblichen Daten zu nutzen sind, liegt die Vermutung nahe, dass es Unternehmensentscheidungen gibt, die mobilitätsbestimmend sind. Um die Mobilitätsmuster von Unternehmen zu verstehen, gilt es folglich das dahinterstehende Entscheidungsverhalten und dessen Bedeutung für ein als einheitlich anzunehmendes Verkehrsverhalten zu analysieren.

Entscheidungen sind im Wesentlichen durch Handlungsalternativen, Umwelteinflüsse, Konsequenzen sowie durch Ziele und Präferenzen des Entscheiders determiniert (Eisenführ und Weber 2003, S. 16). Handlungsalternativen sind die Menge an Möglichkeiten, von denen eine vom Entscheider gewählt wird. Umwelteinflüsse sind Ereignisse und Zustände der Umwelt, die auf die Entscheidung einen Einfluss haben. Diese können vom Entscheider nur teilweise oder gar nicht beeinflusst werden. Der Entscheider kann lediglich Erwartungen bezüglich der Umwelteinflüsse haben und diese ggf. in das Entscheidungsproblem miteinbeziehen. Mit der Wahl der Handlungsalternative und dem Eintreten der Umweltsituation sind zunächst die eintretenden Konsequenzen bestimmt. Gleichzeitig ist das Ergebnis als Ausprägung des Entscheidungsproblems aber noch nicht bekannt. Ziele und Präferenzen des Entscheiders bestimmen letztendlich die Parameter, anhand derer das Entscheidungsproblem optimiert wird, da der Entscheider

im Allgemeinen ein Ergebnis gegenüber einem anderen präferiert (Eisenführ und Weber 2003, S. 16). Die unterschiedlichen Determinanten münden letztendlich in Entscheidungen, die wiederum die Grundlage für das wahrzunehmende Verhalten bilden (Eisenführ und Weber 2003, S. 1).

Unter Berücksichtigung ökonomischer Gesichtspunkte, sprich unter Annahme einer Nutzenmaximierung, werden Ziele, Optionen, Umweltbedingungen, Ergebnisse und deren Wahrscheinlichkeiten sowie deren Nutzen objektiv ermittelt und anhand von Regeln der Entscheidungslogik verknüpft. Um Entscheidungen in Unternehmen transparent und konsistent zu treffen, braucht der begrenzt rationale Mensch formalisierte Regeln und Prozeduren (Eisenführ und Weber 2003, S. 3). Dieser normativen Annahme kann die Theorie der rationalen Entscheidung zugrunde gelegt werden.

In der verhaltenswissenschaftlichen Entscheidungstheorie basiert das Organisationskonzept nach Barnard (1938) auf der formalen Organisation. So definiert er die formale Organisation als „[...] a system of consciously coöordinated [sic] personal activities or forces of two or more persons“ (Barnard 1938, S. 73) und baut demnach seine Systembetrachtung einer Organisation auf mindestens zwei Personen und deren koordinierte Handlungen oder Kräfte auf (Barnard 1938, S. 73). Insofern sind formale Organisationen Systeme zielgerichteter (rationaler) Handlungen, die auf die Erfüllung eines Organisationsziels ausgerichtet sind. Der Theorie liegt zugrunde, dass das rationale Handeln in Organisationen auf formale Strukturen zurückzuführen ist.

Dabei bildet das Konzept der begrenzten Rationalität den zentralen Ausgangspunkt (Berger und Bernhard-Mehlich 2002, S. 140). Im Mittelpunkt steht die Frage, wie in Organisationen rational entschieden werden kann, wenn die kognitiven Fähigkeiten, der die Entscheidungen treffenden Individuen, für die komplexe und unsichere Umwelt zu beschränkt sind. Rationales Verhalten erfordert vereinfachte Modelle, die zwar die wichtigsten Charakteristika des Problems erfassen, nicht aber all seine Komplexität (March und Simon 1987, S. 157). Damit diese Entscheidungen auch unter begrenzter Rationalität vernünftig ausfallen, bedienen Individuen sich bestimmter Entscheidungsregeln. Dabei ist die Entscheidung vom Anspruchsniveau der Lösung abhängig, welche wiederum mit den speziellen Erfahrungen der Individuen variieren. Optimierung wird durch Befriedigung ersetzt und es werden, unter der Voraussetzung, dass alle gleich handeln, Programme entwickelt, um das Verhalten bei ähnlichen Problemen wiederholen zu können.

Der Entscheider wird in eine vereinfachte Entscheidungssituation versetzt. In der Literatur werden beispielsweise Arbeitsteilung oder standardisierte Verfahren als Mechanismen zur Komplexitäts- und Unsicherheitsreduzierung genannt (Simon 1976, S. 102f.). Sie dienen der Vereinfachung von Organisationsentscheidungen insofern, als dass sie einen Teil der Entscheidungsprämissen vorgeben und so den Entscheider beeinflussen (Kieser und Ebers 2019, S. 179).

Die Arbeitsteilung reduziert beispielsweise insofern die Komplexität für Individuen als dass sie ihren Horizont eingrenzt. Im Sinne der Bestandsicherung der Organisation wird das Problem in Teilprobleme gegliedert und die jeweilige Arbeit wird unter den Mitgliedern der Organisation aufgeteilt. Dabei verfolgen in der verhaltenswissenschaftlichen Entscheidungstheorie die Abteilungen entsprechend der Teilprobleme weitgehend eigenständige Ziele, weswegen Berger und Bernhard-Mehlich (2002, S. 146) auch von lokaler Rationalität sprechen.

Standardisierung legt fest, wie bestimmte Aufgaben ausgeführt werden sollen. So wird das Organisationsmitglied, hier der Entscheider, von der Ableitung von neuen Lösungsmöglichkeiten befreit. Standardisierung kommt insbesondere bei regelmäßigen, sich wiederholenden Aufgaben und Ereignissen vor (Simon 1976, S. 102).

Aufgrund ihrer kognitiven Grenzen bei der Informationsaufnahme und -verarbeitung können Individuen zwar keine objektiv rationalen Entscheidungen treffen, handeln im Rahmen der formalen Organisation allerdings intentional rational. Die Entscheider kennen nicht alle Alternativen und können daher weder eine vollständige Folgenabschätzung tätigen noch die optimale Alternative wählen (Simon 1976, S. 80).

March und Simon (1987) schlussfolgern, dass „wenn das Verhalten in Organisationen der ‚Intention nach rational‘ ist, so kann man erwarten, daß jene Aspekte des Verhaltens relativ stabil sind [...]“ (March und Simon 1987, S. 158). Darüber hinaus formulierte Barnard, dass es in Organisationen Ähnlichkeiten geben muss, die unabhängig von den Tätigkeitsbereichen der Organisationen existieren (Barnard 1938, S. xxvii f.). Er hielt es für sehr wahrscheinlich, dass es allgemeine Merkmale von Organisationen gibt und, dass Menschen mit gleichartigen Rahmenbedingungen, wie beispielsweise Erfahrungen, sich gleich entwickeln.

„[...] it has long seemed probable that there are universal characteristics of organizations that are active understandings, evaluations, concepts, of men skilled in organizing.“ (Barnard 1938, S. xxviii)

Auch Matt (2018, S. 419) findet in seiner empirischen Arbeit heraus, dass es sich bei Entscheidungen über das Mobilitätsverhalten im Personenwirtschaftsverkehr um sehr komplexe Vorgehen handelt, die sehr subjektiv geprägt sein können. In der vorliegenden Forschungsarbeit wird allerdings auf der Grundlage der vorangegangenen Ausführungen in Kapitel 4.2 unterstellt, dass formalisierte Strukturen bei der Entscheidungsfindung bei gleichen Ausprägungen zu einem ähnlichem Verkehrsverhalten der Unternehmen führen. Ähnliches argumentiert auch Schütte (1997, S. 12), der beschreibt, dass der Betrieb als „Aggregation von Individualentscheidungen“ die maßgebliche Einheit im Mobilitätsverhalten von Unternehmen darstellt. Dabei kann das Verhalten in seiner Grundstruktur aus unterschiedlichen Teilentscheidungen bestehen, die entweder isoliert oder kombiniert, also als eine Aggregation betrieblicher Teilprobleme, betrachtet werden können. Nach Eisenführ und Weber (2003, S. 16) fußt dies auf der Annahme, dass sich Entscheidungsprobleme besser lösen lassen, wenn sie in einzelne Komponenten zerlegt sind (Dekomposition), anstatt das Problem im Ganzen zu betrachten.

Wie die vorangegangenen Ausführungen zeigen, basiert Verhalten im Wesentlichen auf Entscheidungen der beteiligten Individuen und ihren Rahmenbedingungen. Der beschränkten individuellen Rationalität treten Organisationen dabei mit formalen Regeln und Entscheidungsprogrammen entgegen und koordinieren die vorherrschende Komplexität mit Hilfe formaler Regeln wie beispielsweise standardisierter Prozesse. Die Organisationsstruktur kann als Rahmen gesehen werden, die das Handeln der Organisationsmitglieder steuert. Entscheidungen in Unternehmen werden folglich mittels Formalisierung in bestimmte Bahnen gelenkt und lassen so rationales Handeln zu (Baecker 2012, S. 137). Regelmäßiges Entscheidungsverhalten existiert allerdings nur beim Eintreten gleichartiger Situationen. Folglich bedingen unterschiedliche Umweltsituationen und Rahmenbedingungen die Entscheidungssituation und können zu unterschiedlichem Verhalten führen.

Nach Luhmann (1995, S. 38) bezeichnet Formalität das Ausmaß, in dem Verhalten innerhalb eines Systems formalisiert, sprich über eine bestimmte Verhaltenserwartung, charakterisiert ist. Ist dieses System ein Unternehmen, kann unter Berücksichtigung der Unternehmensziele von klaren Geltungskriterien ausgegangen werden. Für die vorliegende Forschungsarbeit bedeutet dies, dass auf Grundlage formalisierender Entscheidungsdeterminanten rationales Handeln in Unternehmen vorausgesetzt werden kann, das zu regelmäßigen und gleichartigen Verkehrsverhalten führen kann.

4.3 Verkehrsrelevante Entscheidungsebenen in Unternehmen und Schlussfolgerungen für die eigene Erhebung

Werden die im vorangestellten Kapitel gewonnenen Erkenntnisse auf den Forschungsgegenstand des Personenwirtschaftsverkehrs bezogen, muss jede Organisation ein eigenes kontextabhängiges Mobilitätsverhalten aufweisen. Wie in Kapitel 2 beschrieben, wird im Kontext dieser Arbeit die dem Personenwirtschaftsverkehr zugrunde liegende Unternehmensmobilität als die Raumüberwindung von Gütern und/oder Personen zur Erbringung wirtschaftlicher Leistungen verstanden. Bei der Analyse des Mobilitätsverhaltens von Unternehmen sind daher die Entscheidungen, die bezüglich der Raumüberwindung von Gütern und den die Güter begleitenden Personen oder den Ausführenden einer Dienstleistung in Abhängigkeit der unternehmerischen Tätigkeit getroffen werden, Betrachtungsgrundlage. Zwischen der Entscheidung eine bestimmte Wirtschaftstätigkeit auszuüben und der aus der wirtschaftlichen Tätigkeit resultierenden Verkehrsnachfrage, werden in Unternehmen eine Reihe an weiteren Entscheidungen getroffen, die auf unterschiedlichen Determinanten beruhen.

Für den Güterverkehr existieren Darstellungen, wie beispielsweise bei Friedrich (2010) und Friedrich et al. (2003) oder auch Kawamura et al. (2011), die betriebliche Entscheidungsebenen bei der Entstehung von Güterverkehr betrachten. Eine vergleichbare Darstellung ist für die Entscheidungen, die zu Personenwirtschaftsverkehr führen, bisher nicht bekannt.

Manheim (1980), der bereits Friedrich (2010) als Grundlage diente, führte die Idee einer generellen Entscheidungshierarchie ein und begrenzt seine Darstellung nicht auf Logistikentscheidungen sondern beschreibt die wirtschaftliche Tätigkeit an sich, um diese innerhalb eines Unternehmens abbilden zu können. Er stellt generelle Ebenen dar, auf denen Entscheidungen innerhalb eines Unternehmens getroffen werden, die zur Nachfrage nach Verkehr führen (Manheim 1980, S. 62). Diese Darstellung bietet die Möglichkeit, seine Entscheidungsebenen auch auf das Personenwirtschaftsverkehrssystem zu übertragen und sie sogar zu erweitern.

Manheim (1980, S. 62) bezog bereits die Entscheidung über die Unternehmensausrichtung und das Gesamtbestreben der Unternehmung mit ein. Darauf folgt die Entscheidung bezüglich der wirtschaftlichen Aktivität und die Entscheidungen zur räumlichen Ausrichtung des Unternehmens. Daran schließt Manheim (1980, S. 62) die Entscheidungen bezüglich der eigentlichen Fahrt an. Die Darstellung der Entscheidungsebenen endet an dieser Stelle und die letzte Ebene wird nicht weiter spezifiziert. Obwohl für die Generierung des Güterverkehrs entwickelt, lassen sich die genannten Ebenen auf den Personenwirtschaftsverkehr übertragen und weitere Ebenen auf der Grundlage der bereits gewonnenen Erkenntnisse ergänzen.

Entscheidungen bezüglich der Ausrichtung des Unternehmens im Personenwirtschaftsverkehr können beispielsweise die Größe oder die grundsätzliche wirtschaftliche Ausrichtung betreffen. Auch die darauffolgende strategische Entscheidung kann insofern auf den Personenwirtschaftsverkehr übertragen werden, als dass hier entschieden wird, welche Produkte und Leistungen in der entsprechenden Breite und Tiefe angeboten werden. Entscheidungen mit räumlichen Konsequenzen für den Personenwirtschaftsverkehr sind neben der eigenen Standortwahl auch das Servicegebiet. Diese Entscheidungen lassen sich von ihren inhaltlichen und zeitlichen Ausrichtungen alle der strategischen Ebene des Unternehmens zuordnen, sind also Entscheidungen der Organisation.

Betriebliche Vorgaben und Rahmenbedingungen auf der taktischen Ebene, wie beispielsweise die Auftragslage oder verfügbare Transportmittel, bedingen letztlich die Transportaufgabe, die zu einem spezifischen Nachfrageverhalten im Personenwirtschaftsverkehrssystem führt. Aus diesem Grund wird in dem eigenen entwickelten Modell diese Ebene zwischen

dem wahrzunehmenden Verkehrsverhalten und den auslösenden Entscheidungen ergänzt.

Die Analyse der Bestimmungsfaktoren hat deutlich gemacht, dass neben den strukturellen Eigenschaften des Unternehmens, die durch strategische Entscheidungen bestimmt werden, die Art und Struktur der Fahrzeugflotte sowie der Fahrzeugeinsatz die Mobilitätsmuster von Unternehmen bestimmen. Die Entscheidungen über das Transportmittel und den Transportmitteleinsatz ergänzen als eigene Ebenen insofern die mobilitätsrelevante Entscheidungshierarchie der Unternehmen. Aufgrund ihres planerischen Charakters handelt es sich bei den genannten Ebenen um Verkehr auslösende und formierende Entscheidungen mit einer mittleren bis langen Fristigkeit.

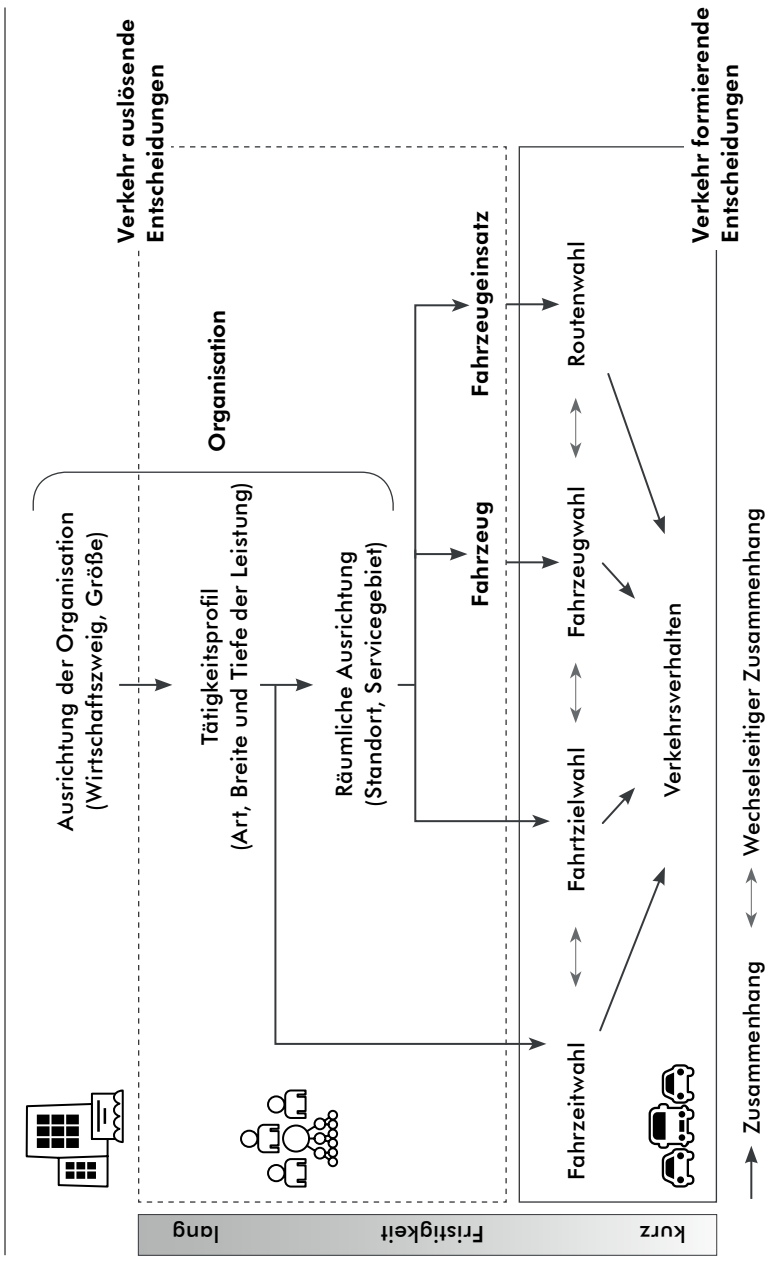
Für eine Transportaufgabe fallen nach Manheim (1980, S. 64) neben der Entscheidung, ob der Transport überhaupt stattfindet, die grundsätzlichen Entscheidungen bezüglich des oder der Ziele, der Zeit, der Transportmittelwahl und der Routenwahl. Diese bedingen, unter Berücksichtigung der betrieblichen Vorgaben und Rahmenbedingungen, in ihrem Zusammenspiel das resultierende Verkehrsverhalten und können aufgrund ihres operativen Charakters als das Verkehrsverhalten formierende Entscheidungen innerhalb einer Organisation verstanden werden und sind dem eigentlichen Verkehrsverhalten direkt vorgelagert.

Da in der vorliegenden Forschungsarbeit der Fokus auf Kraftfahrzeugen liegt, wird das Teilsystem Transportmittel bereits hier als Fahrzeug spezifiziert, so dass die inhaltliche Ausrichtung des Modells kraftfahrzeuggebunden ist. Eine generische Darstellung der Fortbewegung im Modell wurde hier verworfen, da ein Großteil des Personenwirtschaftsverkehrs mit Fahrzeugen erbracht wird und unter der Zielsetzung einer nachhaltigen Gestaltung das größte Potential besitzen.

Die Abbildung 5 zeigt die Übertragung und Erweiterung von Manheims (1980) Entscheidungsebenen auf das Personenwirtschaftsverkehrssystem.

Das entscheidungsbasierte Beschreibungsmodell des Personenwirtschaftsverkehrs verdeutlicht die Komplexität des Personenwirtschaftsverkehrsystems, indem das Verkehrsverhalten von Unternehmen auf das Zusammenspiel unterschiedlicher Entscheidungen auf unterschiedlichen Ebenen zurückzuführen ist.

Abbildung 5: Entscheidungsorientiertes Beschreibungsmodell des Personenverkehrsverkehrsystems



Quelle: Erweiterte Darstellung auf Basis von (Manheim 1980, S. 62)

Die unterschiedlichen Entscheidungsebenen in Unternehmen, auf denen das Mobilitätsverhalten entschieden wird, lassen sich in drei Teilsysteme gliedern:

- Organisation
- Fahrzeug
- Fahrzeugeinsatz

Die Bedeutung dieser drei Teilsysteme wurde auch schon bei der Zusammenstellung und der Analyse der Bestimmungsfaktoren im Personenwirtschaftsverkehr deutlich und findet sich nun zudem bei der Betrachtung der Entscheidungsebenen wieder. Die Unternehmensorganisation spielt bei den intern-strukturellen Bestimmungsfaktoren eine wesentliche Rolle und bildet zudem die drei strategischen Entscheidungen der Personenwirtschaftsverkehrsgenerierung ab. Ebenfalls zu den intern-strukturellen Bestimmungsfaktoren zählen die Charakteristika des Fuhrparks, der Ausdruck der Entscheidungen über das einzusetzende Fahrzeug ist. Die intern-operativen Bestimmungsfaktoren beschreiben den eigentlichen Fahrzeugeinsatz auf der operativen Entscheidungsebene. Folglich ist bei einer eigenen Empirie, die das vorhandene Forschungswissen erweitert, darauf zu achten, dass die Bestimmungsfaktoren in den drei Teilsysteme Organisation, Fahrzeug und Fahrzeugeinsatz erhoben werden, was sich nur durch eine Unternehmensbefragung ermöglichen lässt. Allerdings bleiben so die externen Bestimmungsfaktoren unberücksichtigt, mit der Folge, dass ihr Einfluss auf das Mobilitätsverhalten von Unternehmen unbestimmt bleibt.

Unternehmensbefragungen ermöglichen die Erhebung der in Tabelle 8 zusammengeführten Variablen in den einzelnen Teilsystemen.

Es konnte bereits abgeleitet werden, dass eine Änderung der Entscheidung, beispielsweise über die logistische Strategie, zu Verhaltensänderungen bzw. erkennbaren Verhaltensunterschieden im Verkehrssystem führen muss und Entscheidungen, inklusive ihrer Bedeutungen, in Organisationen bei der Analyse von Mobilitätsprofilen bisher nur wenig betrachtet wurden (Löwa und Flämig 2011, S. 2). Weiter haben die bisherigen Ergebnisse gezeigt, dass im Mobilitätsverhalten von Unternehmen homogene Gruppen zu vermuten sind, die in Abhängigkeit der dem Verhalten zugrundeliegenden Entscheidung variieren können. Dieses Verhalten sollte erwartungsgemäß in entsprechenden Fahrprofilen zu beobachten sein, die als Informationssammlung über die typischen täglichen verkehrsrelevanten Wirtschaftsaktivitäten

Tabelle 8: Zusammenführung der identifizierten Bestimmungsfaktoren und Entscheidungsebenen

Teilsystem	Bestimmungsfaktor	möglicher Indikator	
Organisation	Wirtschaftszweig- bzw. Branchenzugehörigkeit	Amtliche Systematik	
	Art der Tätigkeit	Art der angebotenen Leistung	
	Unternehmens- bzw. Betriebsgröße		Anzahl Vollbeschäftigte
			Größe der Geschäftsfläche
			Fahraktive Beschäftigte nach Wirtschaftsgruppe
			Regelmäßig mobile Beschäftigte
	Fuhrparkgröße		Anzahl Fahrzeuge
			Anzahl nach Fahrzeuggröße
			Anzahl nach Fahrzeugart
	Beschäftigte	Anzahl Beschäftigte (nach Berufsgruppen)	
	Standort	Agglomerationstyp	
	Organisation des anliefernden Unternehmens	–	
	Verkehrsmittelwahl	Anteil des genutzten Verkehrsmittels	
	Art der Fahrzeugnutzung; betriebliche Vorgaben / Kriterien / Regelungen für die Verkehrsmittelwahl		Regelung der Nutzung der Firmenwagen
		Dienstlich / geschäftliche Nutzung	
		Entscheidung aufgrund von Kosten, Zeit, Richtlinien oder Sonstige	

Teilsystem	Bestimmungsfaktor	möglicher Indikator
Fahrzeug	Antriebsart des Fahrzeuges	Art des Antriebes
	Fahrzeugbeschaffungsart	Art der Beschaffung
	Fahrzeuggröße	Fahrzeuge Segmente
Fahrzeugeinsatz	Einsatzzweck / Wegezweck / Fahrtzweck	Wegauslösende Tätigkeit
		Fahrtzweck
	Fahrleistung	Touren- und Fahrtenlängen
		Anzahl der Touren
		Anzahl der Wege
		Anzahl der Stopps
	Wegecharakteristik	Anzahl der Fahrten
		Tätigkeit am Fahrtziel
		Eigener Betrieb, Fremder Betrieb unternehmensintern, fremder Betrieb unternehmensextern
	Fahrtziele	
Sendung	Art, Größe, Gewicht und Beschaffenheit des Gutes	
Routinen	Kontinuität in den Tageszeiten und Zielen	
Räumliche Allokation der zu beliefernden Betriebe	Fahrtweiten zwischen den Quell- und Zielstandorten	
Zeitliche Verteilung der Fahrten	Anteil und Anzahl der Startzeiten im Tagesverlauf (klassiert)	

Quelle: Eigene Darstellung

von Unternehmen verstanden werden können (Schütte 1997, S. 3). Folglich müssen viele Gruppen bzw. Gruppierungen im Verkehrsverhalten existieren, je nachdem von welchem Verhalten ausgegangen wird. Weiter noch bedeutet dies, dass nicht davon ausgegangen werden kann, dass das Verkehrsverhalten im Personenwirtschaftsverkehrssystem aller Unternehmen mittels einer Gruppierung erfasst und beschrieben werden kann.

Die Betrachtung des auf Basis von Mannheim (1980) erweiterten Systemmodells des Personenwirtschaftsverkehrs macht deutlich, dass alle betrieblichen Entscheidungen, die dem Verkehrsverhalten auf unterschiedlichen Ebenen vorgelagert sind, erheblichen Einfluss auf die Ausgestaltung des selbigen haben können. Dabei können die logistischen Strategien direkt mit der Transportaufgabe und damit dem beobachtbaren Verkehrsverhalten zusammenhängen.

Eine strategische Entscheidung adressiert langfristig die organisatorische Aufstellung oder Fragen der Leistungserstellung. Auf operativer Ebene können dies aber auch Entscheidungen sein, ob die Fahrzeuge des Fuhrparks hinsichtlich ihrer Fahrtzielregelmäßigkeit optimiert einzusetzen sind.

Vor dem vorliegenden Forschungsinteresse stellt sich die Frage, ob sich das Mobilitätsverhalten im Personenwirtschaftsverkehr in Abhängigkeit der genannten betrieblichen Entscheidungen, die dem Verkehrsverhalten vorgelagert sind, unterschiedlich darstellt und sich somit beispielsweise ein unterschiedlicher Einfluss auf die Verkehrsverflechtungsbeziehungen sowie Raumstruktur und -erschließung ergibt. Dann würden sich die Mobilitätsmuster im Personenwirtschaftsverkehr in Abhängigkeit der Fahrtzielregelmäßigkeit unterscheiden. Oder anders, welche Unterschiede sind in den Mobilitätsmustern zu identifizieren, wenn Fahrzeuge regelmäßige oder wechselnde Ziele anfahren. Daraus ergibt sich folgende Arbeitshypothese:

-
- H11** Die Regelmäßigkeit, mit der Ziele angefahren werden, hat erheblichen Einfluss auf das typische Mobilitätsmuster von Fahrzeugen.
 - H01** Typische Mobilitätsmuster zeigen sich unabhängig von der Fahrtzielregelmäßigkeit.
-

5 Empirische Erhebung bei Hamburger Unternehmen zum Personenwirtschaftsverkehr

In diesem Kapitel wird zunächst die zur Datenerhebung genutzte Methode vorgestellt, um im Anschluss auf Grundlage der in Kapitel 4.3 zusammengeführten Erkenntnisse zu Bestimmungsfaktoren im Mobilitätsverhalten von Unternehmen die erfolgte Erhebung und die erzielte Datenlage vorzustellen.

5.1 Fragebogen als Erhebungsmethode

Für die durchgeführte Datenerhebung wurde ein (teil-)standardisierter, webbasierter Fragebogen gewählt. Im folgenden Abschnitt werden wichtige Charakteristika und Eignungskriterien dieser Erhebungsmethode vorgestellt, die bei der Entwicklung der Fragebogenerhebung berücksichtigt wurden.

Sowohl für die qualitative als auch quantitative Forschung existieren grundsätzlich zahlreiche unterschiedliche empirische Methoden zur Datenerhebung. Diese lassen sich anhand vieler Charakteristika unterscheiden, so beispielsweise durch ihre Stichprobengröße. Bei größeren Fallzahlen eignen sich quantitative Untersuchungen, während kleine Fallzahlen für qualitative Methoden sprechen. Für die dieser Forschungsarbeit zugrundeliegende Datenerhebung ist aufgrund der Stichprobengröße folglich ein quantitatives Instrument zur Erhebung zu wählen.

Die mit Abstand häufigste Datenerhebungsmethode in der quantitativen (allerdings auch in der qualitativen) Sozialforschung ist die Befragung, die je nach Forschungsinteresse unterschiedlich ausgestaltet sein kann. Als Grund für die Häufigkeit, wird ihre Anwendung in der Forschungspraxis genannt (Häder 2015, S. 189). Mittlerweile hat die Befragung mit weitem Abstand vor alternativen Erhebungsmethoden den Spitzenplatz bei der Erfassung von Informationen inne (Diekmann 2008, S. 371).

Die Befragung ist mittlerweile so stark verbreitet, dass sich eine eigene Methodenforschung entwickelt hat (Häder 2015, S. 189). Dabei ist die standardisierte Befragung methodisch am besten erforscht und stellt eines der gebräuchlichsten Instrumente zur empirischen Datenerhebung dar (Reinecke 2014, S. 602). Die Standardisierung einer Befragung charakterisiert

sich über den Grad der Festlegung des Fragetextes, die dazugehörenden Antwortkategorien und die Reihenfolge der Fragenabfolge (Reinecke 2014, S. 601; Häder 2015, S. 194). Mit der Standardisierung einer Befragung wird die Vereinheitlichung und Objektivierbarkeit der Untersuchungsergebnisse innerhalb der Erhebung angestrebt, mit dem Ziel, die Untersuchungsobjekte möglichst gut vergleichen zu können (Reinecke 2014, S. 612; Diekmann 2008, S. 438; Schnell 2012, S. 27; Reinecke 2014, S. 603). Darüber hinaus trägt die Standardisierung zur Schnelligkeit der Erhebung bei (Schnell 2012, S. 28).

Mit dem Standardisierungsgrad geht auch die Art der verwendeten Fragen einher. Bei einer hohen Standardisierung sind überwiegend geschlossene Fragen zu formulieren, während die Fragen bei einer geringen Standardisierung offener formuliert sind. Geschlossene Fragen gehen davon aus, dass alle Antwortalternativen bekannt sind und die vorgegebenen Antwortkategorien in einer festgelegten Reihenfolge dem Befragten zur Auswahl gestellt werden (Faulbaum et al. 2009, S. 19). Es kann zusätzlich eine offene Ergänzungsmöglichkeit unter Sonstiges hinzugefügt werden, dann wird von Hybridfragen oder halboffenen Fragen gesprochen (Faulbaum et al. 2009, S. 20). Geschlossene Fragen machen zumeist den überwiegenden Teil in Befragungen mit hohem Standardisierungsgrad aus. Offene Fragen, die darüber charakterisiert sind, dass keine Antwortalternativen gegeben sind und folglich vom Befragten ein aktives Nachdenken verlangen, werden in standardisierten Befragungen eher vermieden (Reinecke 2014, S. 604).

Standardisierte Befragungen verlangen vom eingesetzten Messinstrument einen hohen Grad an Strukturierung. Aus diesem Grund wird als standardisiertes Befragungsinstrument besonders häufig ein Fragebogen eingesetzt (Häder 2015, S. 195).

„Ein Fragebogen ist eine mehr oder weniger standardisierte Zusammenstellung von Fragen, die Personen zur Beantwortung vorgelegt werden mit dem Ziel, deren Antworten zur Überprüfung der den Fragen zugrundeliegenden theoretischen Konzepte und Zusammenhänge zu verwenden. Somit stellt ein Fragebogen das zentrale Verbindungsstück zwischen Theorie und Analyse dar.“ (Porst 1996, S. 738)

Innerhalb eines Fragebogens sollten Fragen mit ähnlichen Inhalten zu Frageblöcken zusammengefasst werden (Schnell 2012, S. 120). Beim Aufbau des Fragebogens sollte mit allgemeinen Fragen begonnen werden und zum Ende hin mit spezielleren Themen gearbeitet werden (Schnell 2012, S. 121). Da es Befragten leichter fällt, Fragen zu ihrem Verhalten als zu ihren Einstellungen zu beantworten, sollte bei Bedarf beider Kategorien, mit den Fragen zum Verhalten begonnen werden. Darüber hinaus muss die Anordnung der Frageblöcke zu einem Gesamtfragebogen überlegt stattfinden, da eine räumliche Nähe die Gefahr birgt, dass die Antworten auf die Fragen miteinander korrelieren. Aus diesem Grund sollte nur gruppiert werden, was auch inhaltlich zusammenpasst, da diese Fragen stärker korrelieren als solche, die räumlich voneinander getrennt sind (Kallus 2016, S. 56).

Eine Übersicht über die Charakteristika unterschiedlicher Kommunikationsformen bei Befragungen liefert die Tabelle A.1 auf Seite 282 im Anhang A. Die im Rahmen dieser Forschungsarbeit für die Datenerhebung gewählte, webbasierte Befragung unterscheidet sich im Wesentlichen durch das genutzte Medium von anderen standardisierten Befragungen und ist eine Art der schriftlichen Befragung. Die Fragebögen sind von den Befragten internetgestützt auszufüllen (Wagner und Hering 2014, S. 661). Einen großen Vorteil liefert die webbasierte Befragung indem sie zeitlich und räumlich unabhängig ist. So ist es auch mit begrenzten Kapazitäten, wie es in Forschungsprojekten häufig der Fall ist, möglich, eine große Anzahl an Befragungsteilnehmenden gleichzeitig anzusprechen und so mit geringem finanziellen Aufwand in kurzer Zeit eine große Stichprobe zu generieren (Wagner und Hering 2014, S. 662). Da bei der webbasierten Befragung kein Interviewer eingesetzt wird, entfallen bei dieser Art der Befragung zudem der mögliche Interviewereffekt und Effekte der sozialen Erwünschtheit.

Die webbasierte Befragung bietet dieselben Möglichkeiten wie andere Erhebungsmethoden, darüber hinaus erleichtern besonders aber die automatische Filterführung die Handhabung des Fragebogens und automatische Checks auf Item-Nonresponse erhöhen die Datenqualität. Die größte Herausforderung der webbasierten Befragung, ist die Sicherstellung von Repräsentativität (Porst 2000, S. 106).

5.2 Aufbau des Fragebogens

Im folgenden Abschnitt wird die eigene Erhebung vorgestellt sowie der entwickelte und genutzte Fragebogen näher erläutert. Im Anschluss wird die erzielte Stichprobe beschrieben.

Der Fragebogen ist im Anhang B ab Seite 283 zu finden und gliedert sich in drei Fragenkomplexe. Der vierte Fragenkomplex umfasst die Fahrzeuge und den Fahrzeugeinsatz der Fahrzeugflotte und wurde für Unternehmen mit kleinen und großen Fuhrparks differenziert ausgegeben. Die Fragenkomplexe werden nachfolgend – der Reihenfolge im Fragebogen entsprechend – erläutert:

- Kontaktdaten,
- Unternehmen, Fuhrpark,
- Servicegebiet,
- Fahrzeug und Fahrzeugeinsatz – kleiner Fuhrpark bzw. – großer Fuhrpark.

Der Aufbau des Fragebogens basiert auf den identifizierten Bestimmungsfaktoren auf den unterschiedlichen Entscheidungsebenen der Mobilität von Unternehmen. Dabei wurde sich auf eine Indikatorenauswahl der einzelnen Bestimmungsfaktoren konzentriert. Nicht abgefragt wurden die zeitliche Verteilung und Anzahl der Fahrten, da der Fokus auf einer möglichst repräsentativen Unternehmensbefragung lag². Zusätzlich wurde die Erhebung mit weiteren Fragen angereichert, die bisher, wie in Kapitel 3 analysiert, in der verfügbaren Datengrundlage fehlen. Bei nicht eindeutigen Kategorisierungen wurde versucht, eine mit der KiD kompatible zu wählen, um eine Vergleichbarkeit mit Vergangenheitswerten zu ermöglichen.

Da die Erhebung darüber hinaus in das im Abschnitt 5.3 vorgestellte Forschungsprojekt eingebettet ist, wurden die Fragen inhaltlich auf den Forschungsgegenstand Elektromobilität erweitert. So waren zu dem Zeitpunkt beispielsweise nur batterieelektrische Fahrzeuge kleiner 3,5t zGG verfügbar, für die zudem eine Maximalreichweite von 140 Kilometer angenommen

2 Für objektive Erkenntnisse über die zeitliche Verteilung und die Anzahl der Fahrten wurde auf Datenlogger zurückgegriffen, mit denen aus datenschutzrechtlichen Gründen allerdings nur die im Rahmen des Projektes geförderten Elektrofahrzeuge ausgestattet werden konnten. Eine Verkehrszählung konnte ressourcenbedingt nicht erfolgen.

werden konnte (Harris und Webber 2014, S. 173; Kurani et al. 1994, S. 244; Lopes et al. 2014, S. 23; Mallapragada et al. 2014, S. 502; Rijnsoever van et al. 2013, S. 16). Differenzierte Literaturanalysen zu den zusätzlich zu berücksichtigenden Kriterien beim Einsatz von batterieelektrischen Fahrzeugen finden sich in Matt (2018) und Trümper (2019).

Da die gemeinsame Vorerhebung auf der kommunalen Ebene für Hamburg (Knahl und Sommer 2013) nur mit der Unterstützung der Handelskammer Hamburg möglich war, konnten nicht alle Fragen im wissenschaftlichen Sinne umgesetzt werden. So wurden durch die Handelskammer Hamburg sowohl Fragen verändert, gestrichen als auch weitere Fragen hinzugefügt, die originär nicht der in Kapitel 3 durchgeführten Literatanalyse entspringen, für den Erfolg des zugrunde liegenden Forschungsvorhabens aber von wesentlicher Bedeutung waren. Die zusätzlich ergänzten Fragen dienen in erster Linie einer detaillierten Fahrzeugeinsatzanalyse.

Zunächst werden die Kontaktdaten erfragt. Dabei dienen die Kontaktdaten nicht nur für Rückfragen und mögliche Ergänzungen der Daten. Vielmehr werden die Adresdaten zur Herstellung eines geographischen Bezugspunktes der Antworten genutzt, um anschließend eine Einordnung auf Basis von Raumtypen vornehmen zu können. Da es sich hierbei allerdings um Angaben zum Unternehmen handelt, die nicht fahrzeugscharf vorliegen, werden diese im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit nicht näher betrachtet. Räumliche Auswertungen können den Projektberichten Flämig et al. (2020) und Flämig et al. (2017) entnommen werden.

Im Fragenkomplex zum Unternehmen und Fuhrpark wird zunächst die Leistung bzw. Tätigkeit des Unternehmens erfasst, da in der vorangegangenen Literatanalyse herausgearbeitet werden konnte, dass die Art der Leistung wesentlichen Einfluss auf das Mobilitätsverhalten hat. Da aus anderen Erhebungen bekannt ist, dass die ausschließliche Einordnung in Wirtschaftszweige oft nicht eindeutig ist, wird die Leistung in einem Freitextfeld abgefragt und der Wirtschaftszweigabschnitt kann zusätzlich von den Befragten aus einer Dropdown-Liste ausgewählt werden. Durch die Kombination dieser beiden Abfragen können die Angaben plausibilisiert und Auswertungen auf Wirtschaftszweigklassenebene vorgenommen werden und die Daten bleiben gleichzeitig auf Wirtschaftszweigabschnittsebene aggregierbar.

Eine ebenso große Bedeutung für das Mobilitätsverhalten von Unternehmen wird in der vorliegenden Literatur der Anzahl der Beschäftigten und der Anzahl der Fahrzeuge im Unternehmen zugeschrieben. Aus diesem Grund wird die Anzahl der Beschäftigten insgesamt in der Metropolregion Hamburg und am Standort sowie die Anzahl der Fahrzeuge insgesamt in der Metropolregion Hamburg und am Standort erfragt. Diese Daten dienen einerseits dazu, das Bruttosubstitutionspotential für Elektrofahrzeuge in Abhängigkeit zur Fuhrparkgröße abschätzen zu können und andererseits zur Überprüfung, inwieweit das Mobilitätsverhalten von der Unternehmensgrößenklasse bzw. der Fuhrparkgrößenklasse abhängig ist. Diese Angaben dienen außerdem als Bezugsgröße für die Ermittlung von Kennziffern für die Verkehrsgenerierung durch wirtschaftliche Aktivitäten. Ebenso interessant ist die mögliche Abhängigkeit beider Variablen, auch unter Berücksichtigung, dass in der Literatur oftmals die fahraktiven Beschäftigten als Datengrundlage angebracht wurden.

Zudem wird nach geplanten Fahrzeug(neu)beschaffungen gefragt. Dies erfolgt differenziert nach Fahrzeugsegment, Antriebsart und Beschaffungsart bis zum Jahr 2020. Die Frage zielt darauf ab, jahresscharfe Berechnungen möglicher Fahrzeughochläufe im Hamburger Wirtschaftsverkehr nach Antriebsarten für die nächsten Jahre prognostizieren und insgesamt eine Abschätzung zur Fahrzeugflotte tätigen zu können. Ebenso dienen diese Angaben dazu, herauszufinden, ob es in unterschiedlich großen Unternehmen verschiedene Erneuerungszyklen gibt. Diese Fragen werden evaluiert durch Fragen zur Einschätzung der Befragten hinsichtlich des zukünftigen Anteils an Elektrofahrzeugen am befragten Standort in den nächsten zwei, fünf und zehn Jahren und möglicher Gründe für die Einführung von Elektromobilität und gegebenenfalls dabei auftretender Hemmnisse.

Der darauffolgende Fragenkomplex erfasst das Servicegebiet des jeweiligen Unternehmens. Die Abfrage dient in erster Linie der Ableitung des räumlichen Fahrtenaufkommens und dessen Regelmäßigkeit sowie der möglichen Abschätzung von Ladeinfrastruktur- sowie Energiebedarf. Ebenso können die Angaben zur Validierung der erfassten Fahrleistung auf Fahrzeugebene genutzt werden. Die Abfrage der schwerpunktmäßigen Lage der Fahrtziele der Unternehmen erfolgt auch vor dem Hintergrund, dass diesen in der Literatur eine wichtige Bedeutung in der Mobilität von Unternehmen zugesprochen wurde. Die Befragten können auf einer digitalen Karte des Hamburger Stadtgebietes angeben, welche Stadtteile

tägliche und wöchentliche Fahrtziele darstellen. Aufgrund dieses gestalterischen Elements wurde das Servicegebiet in einem eigenen Fragebogen teil erfasst, obwohl es dem Teilsystem der Organisation zuzuordnen ist.

In der nachfolgenden Tabelle 9 sind die in der Erhebung erfassten Variablen zum Unternehmen und den Fuhrparks sowie dem Servicegebiet dargestellt. Dabei sind die Freitextangaben mit einem Sternchen (*) gekennzeichnet.

Der Fragenkomplex zum Fahrzeug und Fahrzeugeinsatz unterscheidet sich zwischen den Fuhrparkgrößen dahingehend, dass Unternehmen mit Fuhrparks, die mehr als 14 Fahrzeuge umfassen, die Beantwortung der Fragen für Fahrzeuggruppen vornehmen können, sofern die Fahrzeuge vergleichbare Fahrzeugeinsatzprofile besitzen.

Bei kleinen Fuhrparks mit weniger als 15 Fahrzeugen sind detaillierte Angaben zu jedem einzelnen Fahrzeug zu machen, um ein vollständiges Bild des Fuhrparks zu erlangen. Auf Grundlage dessen können zum einen Abschätzungen zum Substitutionspotential durch Elektrofahrzeuge gewonnen und zum anderen das Mobilitätsverhalten der Unternehmen bis auf Fahrzeugebene genau beschrieben werden.

Bei den Einzelprofilen werden zunächst fahrzeugspezifische Daten wie das amtliche Kennzeichen, die Antriebsart, das Datum der Erstzulassung, Angaben zu Herstellerschlüssel und Typschlüssel sowie die Schadstoffklasse erfragt. Ebenso sollen Anschaffungsjahr und voraussichtliches Ablösejahr eingetragen werden. Die Angaben zur Antriebsart dienen dabei der Ermittlung des Substitutionspotentials durch Elektrofahrzeuge und gleichzeitig dem Vergleich der Einsatzprofile unterschiedlicher Antriebsarten. Mit Hilfe der Herstellernummer und dem Typschlüssel können zum einen das Segment des Fahrzeuges bestimmt werden, zum anderen dienen die Angaben aber darüber hinaus der Analyse von Umweltwirkungen. Das Anschaffungsjahr und das voraussichtliche Ablösedatum dienen in Kombination mit den Angaben zur Fahrzeugbeschaffung der Berechnung von Fahrzeughochläufen.

Angaben zur Beschaffungsart der einzelnen Fahrzeuge können zur Abschätzung von Erneuerungszyklen in den Fahrzeugflotten genutzt werden und lassen so Rückschlüsse auf die Entwicklung der Fahrzeugflotten der einzelnen Unternehmen zu. Diese Variable bildet ein Bindeglied zwischen den Fahrzeug- und den Fuhrparkdaten, da sie sowohl auf Einzelfahrzeugebene als auch bei Betrachtung des gesamten Unternehmensfuhrparks interessant ist.

Tabelle 9: Unternehmensvariablen und ihre Merkmalsausprägungen

Bezug	Variable	Ausprägung
	Unternehmen	*Name des Unternehmens
	Adresse	*Adresse des Unternehmens
	Ansprechpartner	*Name und Telefon/Email AnsprechpartnerInnen
	Leistung	*Die hauptsächlich erbrachten Leistungen/Tätigkeiten des Unternehmens
	Wirtschaftszweigabschnitt	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U
	Beschäftigte Gesamt	*Anzahl der Beschäftigten insgesamt
	Beschäftigte Ort	*Anzahl der Beschäftigten am Standort der Befragung
Unternehmen	Fahrzeuge Gesamt	*Anzahl der Fahrzeuge insgesamt
und Fuhrpark	Fahrzeuge Ort	*Anzahl der Fahrzeuge am Standort der Befragung
	Schätzung E-Fahrzeuge zwei Jahre	< 5 % 5 – 10 % 10 – 30 % 30 – 50 % > 50 %
	Schätzung E-Fahrzeuge fünf Jahre	< 5 % 5 – 10 % 10 – 30 % 30 – 50 % > 50 %
	Schätzung E-Fahrzeuge zehn Jahre	< 5 % 5 – 10 % 10 – 30 % 30 – 50 % > 50 %
	Gründe für E-Fahrzeuge	*Gründe für (mehr) E-Fahrzeuge im Unternehmen
	Gründe gegen E-Fahrzeuge	*Gründe gegen (mehr) E-Fahrzeuge im Unternehmen
	Fahrziele	Innerhalb des Hamburger Stadtgebietes Außerhalb des Hamburger Stadtgebietes
Servicegebiet	Servicegebiet	Stadtteile auf der Karte auswählen Stadtteile auf der Karte auswählen täglich wöchentlich

Quelle: Eigene Darstellung

Bestandteil dieses Fragenkomplexes ist zudem das Einsatzprofil jedes Fahrzeuges, da dieses bei der Literaturanalyse als eines der wichtigsten Wissensbasen identifiziert werden konnte. Hier werden Angaben zur typischen Fahrtstrecke pro Tag in Kilometern, zur maximalen Fahrleistung am Tag sowie zur Anzahl an Tagen im Jahr, an denen mit dem Fahrzeug mehr als 140 km am Tag gefahren wurde, erbeten. Zudem wurde das Muster einer regelmäßigen Tagestour eines jeden Fahrzeuges erfragt, das anhand vier schematisch dargestellter typischer Tagestouren ausgewählt werden, oder frei beschrieben werden kann, sofern keines der skizzierten Muster passt. Hintergrund ist das Erkenntnisinteresse über den Aufbau der Fahrtenketten. Im Anschluss wird die Regelmäßigkeit der Fahrtziele abgefragt, sprich ob mit dem Fahrzeug hauptsächlich gleichbleibende oder wechselnde Ziele angefahren wurden, da auch die Fahrtzielregelmäßigkeit in der Literatur als Bestimmungsfaktor identifiziert werden konnte. Diese Daten geben die Möglichkeit, Ladepunkte für E-Fahrzeuge besser zu planen, in Kombination mit dem Tourenmuster sind aber auch gestalterische Ansätze hinsichtlich alternativer Organisation durch Fahrtenbündelung denkbar.

Bei der Frage nach dem genauen Fahrtziel sind die Auswahlmöglichkeiten so gewählt, dass die Verknüpfung mit verschiedenen Wirtschaftszweigen möglich ist, um wirtschaftliche Verflechtungsbeziehungen nachzuzeichnen, da diese Möglichkeit in den bisherigen Forschungsdaten nicht gegeben ist. Auch lässt sich ableiten (u.a. in Kombination mit der Fahrtzielregelmäßigkeit), wie beispielsweise bei Baustellen, ob die Fahrtziele nur temporär aufgesucht werden und dementsprechend variable Ziele sind. Zudem wird der Fahrtzweck erfragt, um im Speziellen zwischen Personenbeförderungsverkehren, Material- und Warentransport und der Erbringung beruflicher Leistung sowie sonstiger Nutzung zu unterscheiden. Auf Basis der Angaben zum Fahrtzweck können in Kombination mit den Angaben zum Fahrzeugeinsatz Einsatzprofile der Unternehmen abgeleitet werden. Diese beiden Fragen bieten großes Potential, die KiD auf Ebene der Wirtschaftsverkehrserhebung zu ergänzen.

Die Aufenthaltsorte der Fahrzeuge während und außerhalb der Arbeitszeit bei 30-minütiger und 7-stündiger Fahrzeitunterbrechung lassen Einblicke in die Routinen der Fahrzeugnutzung und Nicht-Nutzung zu. Durch die Angaben zur Fahrzeugnutzung, ob diese nur dienstlich oder dienstlich und privat ist, können Antworten, wie beispielsweise die zu den Tagesfahrleistungen, besser eingeordnet und interpretiert werden. Die Fahrzeugvariablen und

Tabelle 10: Fahrzeugvariablen und ihre Merkmalsausprägungen

Bezug	Variable	Ausprägung	
	Amifliches Kennzeichen	*Kennzeichen	
	Antriebsart	Elektro	Konventionell
		Hybrid	Sonstiges
	Erstzulassung	*Datum Erstzulassung	
	Herstellerschlüssel	*Herstellerschlüssel	
	Typschlüssel	*Typschlüssel	
	Schadstoffklasse	*Schadstoffklasse	
	Anschaffungsjahr	*Jahr der Anschaffung	
	Ablösedatum	*voraussichtliches Ablösedatum/Leasingende	
	Beschaffungsart	Kauf	Leasing
			Miete
	Ø Tagesfahrleistung	*Typische Fahrstrecke pro Tag (in km)	
	max. Tagesfahrleistung	*Maximal an einem Tag gefahrene Fahrstrecke (in km)	
	Anzahl der Tage >140 km	*Anzahl Tage im Jahr, an denen mehr als 140 Kilometer gefahren wird	
Fahrzeug und Einsatz	Tourenmuster	1 – maximal eine Tour vom Unternehmen und zurück 2 – mehrere Touren vom Unternehmen und zurück 3 – Verbindung mehrerer Ziele auf einer Tour, Unternehmen liegt innerhalb des Servicegebietes 4 – Verbindung mehrerer Ziele auf einer Tour, Unternehmen liegt außerhalb des Servicegebietes Ganz anders	
Fahrzielregelmäßigkeit		Wechselnde Ziele	Gleichbleibende Ziele
Fahrziel (Ort)	Private Haushalte	Eigenes Unternehmen aber andere Niederlassung	Fremdunternehmen und Behörden, und zwar... Fläche
		1 2 3 4 5	1 2 3 4
Fahrtzweck	Reine Personenbeförderung (ggf. Personenanzahl)	Warentransport (ggf. Angaben zum Transportgut und -zweck)	Sonstige Nutzung
Standort (30 min)	Ja, auf eigenem Unternehmensgelände	Ja, auf fremdem Unternehmensgelände	Nein, das Fahrzeug ist ununterbrochen im Einsatz
Standort (7 h)		Ja, auf öffentlich zugänglichen Parkplätzen	Ja, auf eigenem Privatgrundstück
Fahrzeugnutzung		Nur dienstliche Nutzung	Dienstliche und private Nutzung

Quelle: Eigene Darstellung

ihre Merkmalsausprägungen sind der Tabelle 10 zu entnehmen. Auch hier sind die Freitextangaben mit einem Sternchen (*) gekennzeichnet.

Die Fahrzeuge großer Fuhrparks mit über 14 Fahrzeugen können als Gruppen angelegt werden, sofern die Fahrzeuge über einen konventionellen Antrieb verfügen. Die Elektrofahrzeuge müssen weiterhin für eine genauere Datenanalyse einzeln angelegt werden. Diese Art der Fuhrparkerfassung liegt darin begründet, dass der Erfassungsaufwand für die Anwender so gering wie möglich gehalten und gleichzeitig eine hohe Quantität und Qualität der Daten erreicht werden soll.

Die Gruppen sollen von den Befragten derart angelegt werden, dass die gruppierten Fahrzeuge ähnliche Charakteristika besitzen, gleiche Tourenmuster fahren und ähnliche Tagesfahrleistungen haben. Der übrige Aufbau des Erfassungsbogens ist identisch zum ersten Teil.

Zusätzlich muss für jede Fahrzeuggruppe zur Identifizierung ein Gruppenname angegeben und die Fahrzeuganzahl der Gruppe benannt werden. Grundsätzlich soll bei den Angaben der Gruppenerfassung darauf geachtet werden, dass die Angaben auf den überwiegenden Anteil der Fahrzeuge in der Gruppe zutreffen.

5.3 Beschreibung der Stichprobe

Im Rahmen des „Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität“ der Bundesregierung, bei dem der Fokus auf Innovationen im Bereich der rein-batterieelektrischen Fahrzeuge lag, förderte das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) zwischen den Jahren 2012 und 2017 das Forschungsvorhaben Hamburg - Wirtschaft am Strom (WaS). Der Fokus des Forschungsvorhabens lag dabei auf dem Fahrzeugeinsatz im Personenwirtschaftsverkehr. Ein Ziel der wissenschaftlichen Begleitforschung war es, eine umfangreiche Datengrundlage über den Hamburger Wirtschaftsverkehr und seine Ausprägungen zu generieren, um so ein Substitutionspotential von verbrennungsmotorischen Fahrzeugen durch Elektrofahrzeuge abzuleiten.

Die Daten wurden durch eine fragebogenbasierte, internetgestützte Umfrage bei den Unternehmen in Hamburg, die öffentlich geförderte batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) geleast haben, erhoben, wie sie methodisch in Kapitel 5.1 beschrieben ist. Es wird von Unternehmen gesprochen, obwohl sowohl privatwirtschaftliche Unternehmen als auch Behörden und

Unternehmen, die sich mehrheitlich im Eigentum der Stadt Hamburg befinden, Fahrzeuge über das Projekt erhalten hatten. Insgesamt haben 367 Unternehmen ein gefördertes Fahrzeug geleast. 345 der Unternehmen wurden zwischen September 2014 und April 2016 aufgefordert die webbasierte Erhebung auszufüllen. Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit wurden zudem im Jahr 2017 Nachfassaktionen getätigt, um die Daten an wichtigen Stellen zu komplettieren.

Nicht zu allen Unternehmen konnten gleichermaßen detaillierte Informationen zur Organisation selbst als auch zum Fuhrpark gewonnen werden. Eine vollständige Beantwortung aller Fragen liegt nur für 85 Prozent der Stichprobe vor. Der genaue Erhebungsverlauf mit detaillierten Angaben zu den einzelnen Erhebungswellen ist in Flämig et al. (2020) dokumentiert.

Nachfolgend wird die empirische Stichprobe der zuvor erläuterten Erhebung kurz beschrieben. Die detaillierte Beschreibung der Stichprobe sowie weiterer Ergebnisse finden sich im Ergebnisbericht des Forschungsvorhabens Hamburg - Wirtschaft am Strom (WaS) (Flämig et al. 2020). Darüber hinaus wurden anonymisierte Steckbriefe aller teilnehmenden Unternehmen hinsichtlich ihrer verkehrsrelevanten Eigenschaften erstellt, die in Flämig et al. (2017) dokumentiert sind.

Insgesamt konnten zwischen den Jahren 2014 und 2016 in der Erhebung Daten von 345 Unternehmen und 7.153 Fahrzeugen erhoben werden. Der lange Erhebungszeitraum ist auf den verzögerten Fahrzeughochlauf im Projekt zurückzuführen. Die Fahrzeuge decken 18 der 21 Wirtschaftszweigabschnitte nach der in der deutschen amtlichen Statistik gebräuchlichen Klassifikation der Wirtschaftszweige 2008 des Statistischen Bundesamtes (WZ 2008) ab. Der Datensatz enthält keine Unternehmen und Fahrzeuge der Wirtschaftszweige Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden (B), Private Haushalte mit Hauspersonal; Herstellung von Waren und Erbringung von Dienstleistungen durch private Haushalte für den Eigenbedarf ohne ausgeprägten Schwerpunkt (T) sowie bei Exterritorialen Unternehmen und Körperschaften (U). Die Tabelle 11 zeigt die Anzahl der erhobenen Unternehmen und die dazugehörigen Fahrzeuge in den jeweiligen Wirtschaftszweigabschnitten.

Tabelle 11: Wirtschaftszweigzugehörigkeit der erfassten Unternehmen und Fahrzeuge

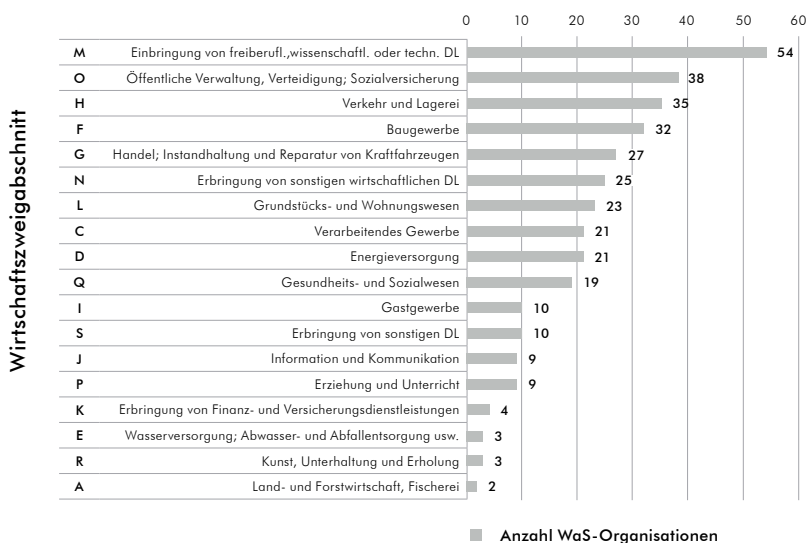
Wirtschaftszweigabschnitt	Unternehmen [Anzahl]	Fahrzeuge [Anzahl]
A Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	2	9
C Verarbeitendes Gewerbe	21	566
D Energieversorgung	21	890
E Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen	3	287
F Baugewerbe	32	639
G Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	27	298
H Verkehr und Lagerei	35	878
I Gastgewerbe	10	62
J Information und Kommunikation	9	129
K Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	4	5
L Grundstücks- und Wohnungswesen	23	365
M Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen	54	515
N Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen	25	719
O Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung	38	1.586
P Erziehung und Unterricht	9	17
Q Gesundheits- und Sozialwesen	19	132
R Kunst, Unterhaltung und Erholung	3	3
S Erbringung von Sonstigen Dienstleistungen	10	53
Insgesamt	345	7.153

Quelle: Eigene Darstellung nach (Flämig et al. 2020, S. 16)

Die Unternehmen in den einzelnen Wirtschaftszweigabschnitten sind ebenfalls in Abbildung 6 dargestellt. Durch die absteigend sortierten absoluten Werte wird deutlich, dass 159 Unternehmen und damit knapp 50 Prozent der Stichprobe durch die vier größten Wirtschaftszweigabschnitte dargestellt werden und zwar:

- Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen (M),
- Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung (O),
- Verkehr und Lagerei (H) und
- Baugewerbe (F).

Abbildung 6: Anzahl der Unternehmen nach Wirtschaftszweigabschnitten



Quelle: Flämig et al. (2020, S. 17); Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 345 Unternehmen)

Die hohe Anzahl an Unternehmen in den genannten Wirtschaftszweigabschnitten hat zur Folge, dass besonders der Wirtschaftszweigabschnitt Verkehr und Lagerei (H) im Vergleich zur Verteilung aller Hamburger Unternehmen in der Stichprobe überrepräsentiert ist (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein 2019, S. 203). Darüber hinaus sind auch die Wirtschaftszweigabschnitte Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen (G) sowie Energieversorgung (D) in der vorliegenden Stichprobe deutlich überrepräsentiert (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein 2019, S. 203). Für den Wirtschaftszweigabschnitt Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung (O) fehlt ein Vergleichswert, der eine Aussage zur Abdeckung zulässt. In den frei verfügbaren Statistiken über die Unternehmensanzahl in den einzelnen Wirtschaftszweigabschnitten in Hamburg sind die Abschnitte Land- und Forstwirtschaft, Fischerei (A) sowie Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung (O) derzeit ausgenommen (Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein 2019,

S. 194). Die vollständige Gegenüberstellung der Verteilung der Wirtschaftszweigabschnitte in der Stichprobe und im gesamten Hamburger Stadtgebiet sind Abbildung A.3 auf Seite 285 im Anhang zu entnehmen.

Die Abbildung 7 zeigt analog die Anzahl der erfassten Fahrzeuge in ihren jeweiligen Wirtschaftszweigabschnitten. Die öffentliche Verwaltung repräsentiert in der Stichprobe den größten Fuhrpark und stellt mit 1.586 Fahrzeugen ein Fünftel aller Fahrzeuge. Jeweils 10 Prozent der Fahrzeuge befinden sich in den Wirtschaftszweigabschnitten:

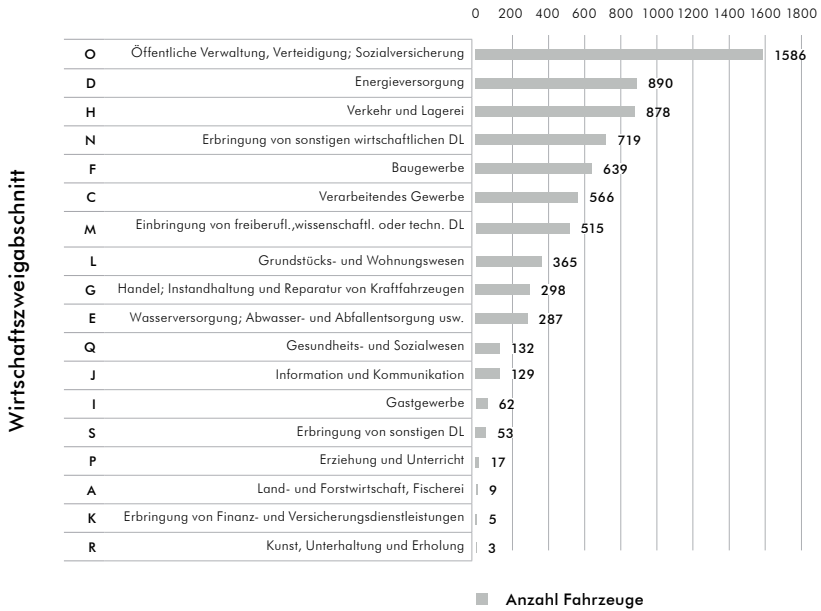
- Energieversorgung (D),
- Verkehr und Lagerei (H),
- Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen (N) sowie
- dem Baugewerbe (F).

Die Abbildung 8 zeigt die Größe der erfassten Unternehmen nach Beschäftigungsgrößenklassen und die Anzahl an Unternehmen in den jeweiligen Beschäftigungsgrößenklassen nach Wirtschaftszweigabschnitten. 31 Prozent der Unternehmen beschäftigen zwischen einer und neun Personen und zählen somit zu den Kleinstunternehmen³. 28 Prozent der Stichprobe sind kleine Unternehmen mit 10 bis 49 Beschäftigten und 18 Prozent sind mittlere Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten. Mehr als 500 Beschäftigte haben 23 Prozent der Unternehmen und zählen daher zu den großen Unternehmen.

Kleinstunternehmen sind in der Projektstichprobe gegenüber der deutschen Verteilung deutlich unterrepräsentiert, während mittlere und große Unternehmen überrepräsentiert sind. Im Jahr 2015 waren in Deutschland 3,5 Millionen Unternehmen eingetragen, wovon 90 Prozent Kleinstunternehmen und acht Prozent kleine Unternehmen darstellten. Mittlere und große Unternehmen waren zusammen nur für zwei Prozent aller deutschen Unternehmen verantwortlich.

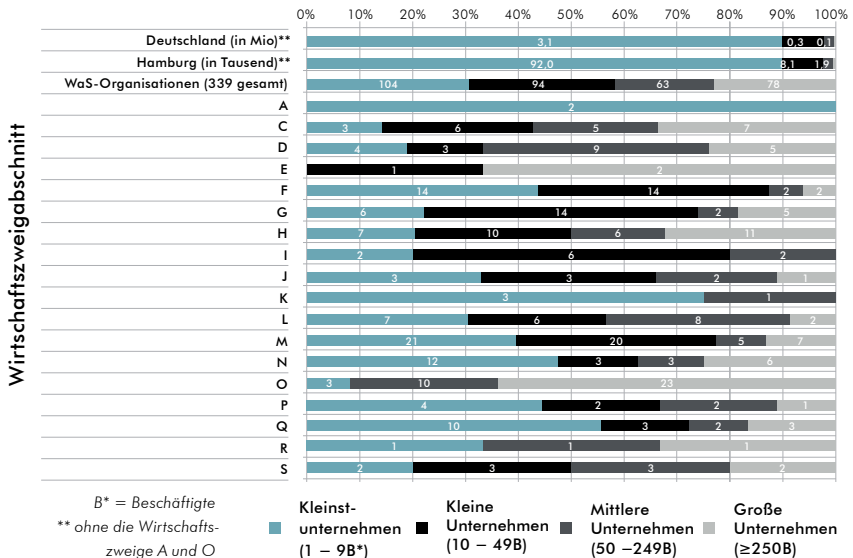
3 Die Einteilung der Unternehmensgrößenklassen erfolgt auf Basis der Empfehlung 2003/361/EG der Europäischen Kommission. Da keine Zahlen zum Umsatz der Unternehmen vorlagen, wurden die Unternehmen ausschließlich auf Basis der Beschäftigtenzahlen zugeordnet, die auch gemäß der EC das Hauptkriterium darstellen. EC (2003): Empfehlung der Kommission vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen (2003/361/EG).

Abbildung 7: Anzahl der Fahrzeuge nach Wirtschaftszweigschnitten



Quelle: Flämig et al. (2020, S. 18); Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung N = 7.153 Fahrzeuge)

Abbildung 8: Anzahl der Unternehmen je Beschäftigungsgrößenklasse



Quelle: Flämig et al. (2020, S. 19); Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 345 Unternehmen, n = 339 Unternehmen)

6 Ableitung und Anwendung eines morphologischen Beschreibungsmodells des Personenwirtschaftsverkehrs

Auf Grundlage der Literaturanalyse zu den Bestimmungsfaktoren sowie den Erkenntnissen zu den Entscheidungsebenen im Personenwirtschaftsverkehr und der durchgeführten Datenerhebung, deren ausführliche Ergebnisse in Flämig et al. (2020) und Flämig et al. (2017) zu finden sind, lässt sich ein Beschreibungsmodell zum Personenwirtschaftsverkehr ableiten. Ein Beschreibungsmodell dient der Abbildung empirischer Erscheinungen und liefert einen Überblick über das Gesamtsystem, ohne dabei eine analysierende oder erklärende Aufgabe zu haben (Flämig 2004, S. 26; Maas 1980, S. 135). Es beschreibt, ohne Anspruch an Vollkommenheit, hier die Systemkomponenten des straßengebundenen Personenwirtschaftsverkehrs mit Fahrzeugen kleiner 3,5 t zGG.

Der Definition folgend, ist in der Tabelle 12 das im Kapitel 4.3 entwickelte entscheidungsbasierten Beschreibungsmodell des Personenwirtschaftsverkehrs in einen morphologischen Kasten⁴ nach Zwicky (1959) überführt worden. Nach Zwicky (1959, S. 10) dient der morphologische Kasten als Stützgerüst zur Kenntnis möglicher Lösungen eines Problems unter gegebenen Rahmenbedingungen. Dadurch wird es möglich, die mit Hilfe der Empirie erhobenen Ausprägungen systematisch aufzuführen (Schawel und Billing 2014, S. 171). Das morphologische Beschreibungsmodell bezieht sich auf die im Rahmen der Literaturanalyse identifizierten drei Entscheidungsebenen, die auch als Teilsysteme des Personenwirtschaftsverkehrssystems verstanden werden können und im Kapitel 4.3 in Abbildung 5 zu einem Systemmodell zusammengeführt worden sind. Das morphologische Beschreibungsmodell umfasst Variablen auf der Ebene der Organisation sowie Variablen zur Beschreibung des Personenwirtschaftsverkehrssystems auf Fahrzeug- und Fahrzeugeinsatzebene. Die Auswahl der Variablen erfolgte zunächst auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse der Literaturanalyse, die in Kapitel 3 dokumentiert sind. Die Variablenausprägungen basieren auf der eigenen empirischen Erhebung, bei deren Ausgestaltung wiederum auch

4 Morphologie = Lehre des geordneten Denkens

die Literaturanalyse leitend war. Einzelne Fahrzeug- und Fahrzeugeinsatzvariablen, wie die Haltedauer oder das Tourenmuster (dessen Bedeutung im Rahmen der Literaturanalyse durch die Variablen des Fahrzeugeinsatzes allerdings auch deutlich wurde), wurden auf der Grundlage der Fragestellung der eigenen Empirie mitaufgenommen.

Eine der wichtigsten Variablen scheint auf Grundlage der Literaturanalyse hierbei die Einordnung der wirtschaftlichen Aktivität. Diese lässt sich standardisiert mit Hilfe der Wirtschaftszweigzugehörigkeit erfassen. Da diese Einordnung unter Umständen aber schon strukturgebend sein kann, ist die Einordnung mit Vorsicht zu tätigen. Darüber hinaus stellen die Fuhrpark- und Unternehmensgröße eine geeignete Variable zur Beschreibung des Unternehmens bzw. dessen Größe dar. Hier empfiehlt sich die Beschreibung entlang standardisierter Größenklassen, wie der Einteilung in Unternehmensgrößenklassen beispielsweise auf Basis der Empfehlung 2003/361/EG der Europäischen Kommission.

Auf Fahrzeugebene haben sich im Rahmen der Literaturanalyse mehrere Variablen zur Beschreibung des Personenwirtschaftsverkehrsystems als relevant erwiesen. Dazu gehören insbesondere das Fahrzeug charakterisierende Variablen wie das Fahrzeugsegment oder die Beschaffungs- und Antriebsart.

Auch für das Fahrzeugsegment existieren bereits Einteilungen, die eine Beschreibung entlang dieser Variable gut ermöglichen. Bei der Beschaffungsart ist zwischen gekauften, geleasten und gemieteten Fahrzeugen zu differenzieren. Die Beschreibung der Fahrzeuge im Personenwirtschaftsverkehr kann auch auf Basis der Antriebsarten, die von technischer Seite vorgegeben sind, durchgeführt werden. Weitere Variablen sind die Haltedauer und das Fahrzeugalter, über die nicht nur beschrieben werden kann, wie alt die Fahrzeuge sind, sondern auch wie lange sie im Personenwirtschaftsverkehr durch ein Unternehmen eingesetzt werden. Für diese Variablen existieren keine standardisierten Kategorien, dennoch gibt das morphologische Beschreibungsmodell hierfür eine Empfehlung, die sich aus der Datenauswertung und statistischen Kenngrößen ableitet.

Entscheidend bei der Beschreibung des Personenwirtschaftsverkehrs ist, ob das jeweilige Fahrzeug nur dienstlich genutzt werden darf oder auch eine private Nutzung zugelassen ist. Der eigentliche Fahrzeugeinsatz ist unter anderem über die Fahrtzielregelmäßigkeit charakterisiert. Darüber hinaus

haben die Tagesfahrleistungen eine wichtige Rolle. Auch hier umfasst das morphologische Beschreibungsmodell einen Vorschlag zur kategorialen Einteilung der durchschnittlichen und maximalen Tagesfahrleistung. Dies kann gegebenenfalls aussagekräftiger sein, als die beispielsweise in der Studie KID genutzte Stichtagsbefragung. Der Fahrtzweck im Personenwirtschaftsverkehrssystem kann in vier Kategorien eingeteilt werden, die bei Bedarf innerhalb der einzelnen Kategorien auch noch detaillierter beschrieben werden können. Neben dem Fahrtzweck lässt sich der Einsatz der Fahrzeuge im Personenwirtschaftsverkehrssystem mit Hilfe von fünf Tourenmustern genauer beschreiben (vergleiche hierzu auch Abbildung 4, Seite 38). Die Ziele, die eine Fahrt im Personenwirtschaftsverkehrssystem haben kann, lassen sich auf sechs Kategorien aggregieren. Das nächste Beschreibungsmerkmal zielt auf den Verbleib des Fahrzeuges bei Inaktivität ab. Hier eignet sich zur Beschreibung der Standort des Fahrzeuges, der gegebenenfalls noch unterteilt werden kann in während und außerhalb der Arbeitszeit.

Die beiden letzten Beschreibungsmerkmale beziehen sich auf den Fahrtbeginn und das Fahrtende des jeweiligen Fahrzeugeinsatzes. Hier bietet sich an, dem durch den Tagesgang bedingten Fahrtenaufkommen Rechnung zu tragen und jeweils die frühen Morgenstunden und die späten Abendstunden zu aggregieren. Die Zeitintervalle dazwischen können im Zwei-Stunden-Takt beschrieben werden.

Die vorherige Analyse macht deutlich, dass der Personenwirtschaftsverkehr vielfältige Ausprägungen annehmen kann und die Aggregation auf wenige beschreibende Merkmale kaum möglich erscheint. Das von Unternehmen ausgehende Verkehrsverhalten im Personenwirtschaftsverkehrsystems ist schwer auf wenige Merkmale und entsprechend aussagekräftige Merkmalsausprägungen zu reduzieren.

Wie das Modell zur Beschreibung des Personenwirtschaftsverkehrsystems Anwendung finden kann, zeigt ebenfalls Tabelle 12. Hier wurden die Ergebnisse, der in Kapitel 5 vorgestellten Erhebung, anteilig entsprechend ihrer Merkmalsausprägungen übertragen und so die empirische Erscheinung des Hamburger Personenwirtschaftsverkehrs im Jahr 2016 abgebildet. Für nicht mit Daten hinterlegte Felder in den Beschreibungsmodellen wurden in den jeweiligen Erhebungen keine Daten ermittelt.

Tabelle 12: Morphologisches Beschreibungsmodell des Hamburger Personenwirtschaftsverkehrs mit Daten der WaS-Fuhrparkerfassung

Ebene		Ausprägung																													
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U									
Organisation	Wirtschafts- zweigabschnitt	0,6	6,1	6,1	0,9	0,9	9,3	7,8	10,1	2,9	2,6	1,2	6,7	15,7	7,2	11,0	2,6	5,5	0,9	2,9	/										
	n = 345	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%									
	Fuhrparkgröße n = 331	Kleinstfuhrpark (1 Fahrzeug) 11,2%					Kleiner Fuhrpark (2-5 Fahrzeuge) 36,6%					Mittlerer Fuhrpark (6-49 Fahrzeuge) 35,6%					Großer Fuhrpark (≥50 Fahrzeuge) 16,6%														
Organisation	Unternehmens- größe	Kleinstunternehmen (0-9 Beschäftigte) 31,6%					Kleine Unternehmen (10-49 Beschäftigte) 28,3%					Mittlere Unternehmen (50-249 Beschäftigte) 18,5%					Große Unternehmen (≥250 Beschäftigte) 21,6%														
	n = 329	%					%					%					%														
	Fahrzeugsegment n = 6.750	Pkw-Mini 4,4%					Klein-/ Kompaktklasse 32,2%					Mittelklasse 24,0%					Oberklasse 1,3%					Kleintransporter 21,9%					Transporter bis 3,5t 16,3%				
Fahrzeug	Beschaffungsart N = 7.043	Kauf 52,0%					Leasing 47,7%					Miete 0,3%																			
	n = 7.062	%					%					%					%					%									
	Antriebsart n = 7.062	Elektro 9,5%					Hybrid 0,7%					Konventionell 85,8%					Sonstige 4,0%														
Fahrzeug	Haltdauer n = 6.738	< 2 Jahre 15,6%					3 Jahre 15,4%					4 Jahre 16,9%					5-9 Jahre 31,1%					10 Jahre 15,4%					> 10 Jahre 5,6%				
	n = 1.211	%					%					%					%					%					%				
	Fahrzeugaalter n = 1.211	< 2 Jahre 17,8%					3 Jahre 28,2%					4 Jahre 24,9%					5-9 Jahre 20,0%					10 Jahre 1,5%					> 10 Jahre 7,7%				

Tabelle 12

Fahrzeugnutzung n = 7.014	Dienstliche und private Nutzung 32,8%	Rein dienstliche Nutzung 67,2%
Fahrziel- regelmäßigkeit n = 6.329	Wechselnde Ziele 86,9%	Gleichbleibende Ziele 13,1%
(durchschnittliche) Tagesfahrleistung n = 5.070	0-49 km 34,4% 50-99 km 37,7% 100-149 km 18,2% 150-199 km 4,2% 200-249 km 1,9% 250-300 km 2,8% > 300 km 0,7%	
maximale Tagesfahrleistung n = 4.616	0-49 km 5,3% 50-99 km 13,5% 100-149 km 30,3% 150-199 km 9,6% 200-249 km 5,8% 250-300 km 5,8% > 300 km 29,7%	
Fahrzweck n = 7.139	Reine Personenbeförderung 22,7% Reiner Material-/ Warentransport 7,5%	Fahrt zur Erbringung beruflicher Leistungen 48,0% Sonstige Nutzung 21,8%
Tourenmuster n = 6.167	1 Pendeltour am Tag 10,4% Mehrere Pendeltouren am Tag 43,7%	Rundtour, Unternehmens- standort außerhalb 15,2% Ganz anders 4,4%
Fahrziel n = 6.148	Land- oder Forstwirtschaftli- che Fläche 0,9% Baustelle 26,2% Eigenes Unternehmen über andere Niederlassung 31,1%	Fremd- unternehmen und Behörden 22,7% Private Haushalte 16,6% Umschlagpunkt 2,5%

Tabelle 12

Ebene	Variable	Ausprägung											
Standort n = 0	Eigenes Privatgrundstück	–	Eigenes Unternehmensgelände	–	Fremdes Privatgrundstück	–	Öffentlich zugänglicher Parkplatz	–	Öffentlicher Straßenraum	–	Fahrzeug ist ununterbrochen im Einsatz		
	Eigenes Privatgrundstück	0,4%	Eigenes Unternehmensgelände	58,7%	Fremdes Privatgrundstück	1,5%	Fremdes Unternehmensgelände	5,6%	Öffentlich zugänglicher Parkplatz	3,9%	Öffentlicher Straßenraum	22,7%	Fahrzeug ist ununterbrochen im Einsatz
	Eigenes Privatgrundstück	16,8%	Eigenes Unternehmensgelände	55,3%	Fremdes Privatgrundstück	0,2%	Fremdes Unternehmensgelände	0,7%	Öffentlich zugänglicher Parkplatz	1,7%	Öffentlicher Straßenraum	12,5%	Fahrzeug ist ununterbrochen im Einsatz
Standort während der Arbeitszeit n = 6.246	Eigenes Privatgrundstück	–	Eigenes Unternehmensgelände	–	Fremdes Privatgrundstück	–	Fremdes Unternehmensgelände	–	Öffentlich zugänglicher Parkplatz	–	Öffentlicher Straßenraum	–	Fahrzeug ist ununterbrochen im Einsatz
	Eigenes Privatgrundstück	0,4%	Eigenes Unternehmensgelände	58,7%	Fremdes Privatgrundstück	1,5%	Fremdes Unternehmensgelände	5,6%	Öffentlich zugänglicher Parkplatz	3,9%	Öffentlicher Straßenraum	22,7%	Fahrzeug ist ununterbrochen im Einsatz
	Eigenes Privatgrundstück	16,8%	Eigenes Unternehmensgelände	55,3%	Fremdes Privatgrundstück	0,2%	Fremdes Unternehmensgelände	0,7%	Öffentlich zugänglicher Parkplatz	1,7%	Öffentlicher Straßenraum	12,5%	Fahrzeug ist ununterbrochen im Einsatz
Standort außerhalb der Arbeitszeit n = 6.287	Eigenes Privatgrundstück	–	Eigenes Unternehmensgelände	–	Fremdes Privatgrundstück	–	Fremdes Unternehmensgelände	–	Öffentlich zugänglicher Parkplatz	–	Öffentlicher Straßenraum	–	Fahrzeug ist ununterbrochen im Einsatz
	Eigenes Privatgrundstück	0,4%	Eigenes Unternehmensgelände	58,7%	Fremdes Privatgrundstück	1,5%	Fremdes Unternehmensgelände	5,6%	Öffentlich zugänglicher Parkplatz	3,9%	Öffentlicher Straßenraum	22,7%	Fahrzeug ist ununterbrochen im Einsatz
	Eigenes Privatgrundstück	16,8%	Eigenes Unternehmensgelände	55,3%	Fremdes Privatgrundstück	0,2%	Fremdes Unternehmensgelände	0,7%	Öffentlich zugänglicher Parkplatz	1,7%	Öffentlicher Straßenraum	12,5%	Fahrzeug ist ununterbrochen im Einsatz
Fahrzeitbeginn [hh:mm] n = 0	00:00 – 05:59	–	06:00 – 07:59	–	08:00 – 09:59	–	10:00 – 11:59	–	12:00 – 13:59	–	14:00 – 15:59	–	16:00 – 23:59
	00:00 – 05:59	–	06:00 – 07:59	–	08:00 – 09:59	–	10:00 – 11:59	–	12:00 – 13:59	–	14:00 – 15:59	–	16:00 – 23:59
Fahrzeitende [hh:mm] n = 0	00:00 – 05:59	–	06:00 – 07:59	–	08:00 – 09:59	–	10:00 – 11:59	–	12:00 – 13:59	–	14:00 – 15:59	–	16:00 – 23:59
	00:00 – 05:59	–	06:00 – 07:59	–	08:00 – 09:59	–	10:00 – 11:59	–	12:00 – 13:59	–	14:00 – 15:59	–	16:00 – 23:59

Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS - Fuhrparkerfassung (N = 345 Unternehmen; N = 7.153 Fahrzeuge)

Das morphologische Beschreibungsmodell zeigt, dass auf Ebene der Organisation 18 von 21 Wirtschaftszweigabschnitte durch die Empirie abgedeckt sind. Dabei hat keiner der Wirtschaftszweigabschnitte einen überdurchschnittlich großen relativen Anteil. Den größten Anteil haben mit 15,7 % die Unternehmen aus der Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen (M). Bei der Fuhrparkgröße fällt auf, dass kleine und mittlere Fuhrparks mit jeweils etwas mehr als einem Drittel relativ gleich stark vertreten sind. Kleinstfuhrparks und große Fuhrparks bilden die kleineren Gruppen und stellen zusammen knapp 30 %. Vor dem Hintergrund der Unternehmensgröße, zeigt sich, dass Kleinstunternehmen mit 31,6 % den größten Anteil darstellen, gefolgt von kleinen Unternehmen mit 28,3 % und großen Unternehmen mit 21,6 %. Die kleinste Gruppe bilden mittlere Unternehmen mit einem Anteil von 18,5 %. Auch hier fällt auf, dass die Unternehmen vor Berücksichtigung ihrer Unternehmensgröße, gemessen an der Anzahl Beschäftigte, relativ ähnlich verteilt sind.

Auf Fahrzeugebene wird durch das morphologische Beschreibungsmodell ersichtlich, dass die Klein- und Kompaktklasse mit 32,2 % das am stärksten vertretene Fahrzeugsegment darstellt. Es folgen entsprechend der relativen Anteile die Mittelklasse, die Kleintransporter und die Transporter bis 3,5 t. Die Pkw-Mini und die Oberklasse bilden gemeinsam nur knapp 5 % der Stichprobe. Das morphologische Beschreibungsmodell macht deutlich, dass Fahrzeuge im Wesentlichen gekauft oder geleast werden und dies zu nahezu gleichen Anteilen. Das Mieten von Fahrzeugen im Personenwirtschaftsverkehr macht für die gezogene Stichprobe nur 0,3 % aus. Derweilen werden 85,8 % der Fahrzeuge konventionell betrieben und 9,5 % sind Elektrofahrzeuge. Hybrid- und sonstige Fahrzeuge stellen knapp 5 % dar.

Jeweils ungefähr 15 % der erfassten Fahrzeuge werden drei Jahre, vier Jahre oder 10 Jahre gehalten. Ebenfalls 15 % machen die Fahrzeug aus, die sich zwei Jahre oder weniger im Unternehmen befinden. Knapp ein Drittel der Fahrzeuge werden zwischen fünf und neun Jahre im Unternehmen genutzt. Länger als 10 Jahre, werden nur 5,6 % der Fahrzeuge im Unternehmen gehalten. Die Mehrheit der Fahrzeuge, knapp über 50 %, ist zwischen drei und vier Jahre alt. 17,8 % der Fahrzeuge sind zwei Jahre oder jünger. 20 % der erfassten Fahrzeuge sind zwischen fünf und neun Jahre alt. 10 Jahre sind nur noch 1,5 % der Fahrzeuge, knapp 8 % sogar noch älter.

Zwei Drittel der abgebildeten Fahrzeuge werden rein dienstlich genutzt und ein Drittel darf darüber hinaus auch privat genutzt werden. 87 % der Fahrzeuge fahren wechselnde und 13 % gleichbleibende Ziele an.

Knapp 35 % der erfassten Fahrzeuge fahren durchschnittlich unter 50 Kilometer am Tag. Über 70 % fahren am Tag sogar unter 100 Kilometer. Weitere 18,2 % fahren im Tagesdurchschnitt zwischen 100 und 149 Kilometer. Nur knapp 10 % fahren durchschnittlich mehr als 149 Kilometer am Tag. Beim Blick auf die maximalen Tagesfahrleistungen zeigt sich, dass jeweils 30 % im Maximum zwischen 100 und 149 Kilometer und über 300 Kilometer fahren. Weitere 13,5 % fahren maximal zwischen 50 und 99 Kilometer am Tag, knapp 10 % zwischen 150 und 199 Kilometer am Tag. Die übrigen 17 % verteilen sich zu nahezu gleichen Anteilen auf die drei weiteren Kategorien.

Das morphologische Beschreibungsmodell zeigt, dass 48 % der Fahrzeuge zur Erbringung beruflicher Leistungen genutzt werden. Weitere 22,7 % dienen der reinen Personenbeförderung, 21,8 % der sonstigen Nutzung und 7,5 % werden für den reinen Material- und Warentransport eingesetzt.

54,1 % der Touren finden im Rahmen von Pendeltouren statt. Davon sind 10,4 % Monopendler und 43,7 % Polypendler, wie sie in Abbildung 4 (Seite 38) schematisch dargestellt sind. Für Rundtouren werden 41,5 % der Fahrzeuge eingesetzt, von denen 26,3 % ein zentrales und 15,2 % ein dezentrales Servicegebiet bedienen. 4,4 % der Fahrzeuge fahren ganz andere, individuelle Tourenmuster.

Auch die Fahrtziele, die mit den erfassten Fahrzeugen angefahren werden, sind sehr gemischte. Der größte relative Anteil erstreckt sich auf Fahrtziele des eigenen Unternehmens (31,1 %), gefolgt von Baustellen als Fahrtziel mit 26,2 % und Fremdunternehmen und Behörden mit 22,7 %. Darüber hinaus werden mit 16,6 % der Fahrzeuge vorwiegend private Haushalte angefahren. Nur 2,5 % haben Umschlagpunkte als Fahrtziel und 0,9 % land- oder forstwirtschaftliche Flächen.

Die vorliegende Empirie ermöglicht es, beim Standort der Fahrzeuge zwischen Standorten während der Arbeitszeit und außerhalb der Arbeitszeit zu unterscheiden. Dies erhöht den Detaillierungsgrad bei der Beschreibung, weswegen die Unterscheidung in das Beschreibungsmodell aufgenommen wurde. Während der Arbeitszeit konzentriert sich der Standort der erfassten Fahrzeuge auf das eigene Unternehmensgelände (58,7 %) und den öffentlichen Straßenraum (22,7 %). Alle anderen Standorte nehmen eine untergeordnete

Rolle ein. Außerhalb der Arbeitszeit verliert der öffentliche Straßenraum Anteile zu Gunsten des eigenen Privatgrundstücks. Die Standorte konzentrieren sich aber nach wie vor auf das eigene Unternehmensgelände (55,3 %), das eigene Privatgrundstück (16,8 %) und den öffentlichen Straßenraum (12,5 %). Hinzu kommt, dass 12,7 % der Fahrzeuge ununterbrochen im Einsatz sind. Die zeitliche Verteilung des Fahrzeugeinsatzes wurde im Rahmen der eigenen Empirie nicht erhoben.

Zum Vergleich wird in Tabelle 13 das morphologische Beschreibungsmodell für die KiD 2010 Aufstockung in Hamburg dargestellt. Dies dient einerseits dazu, die Vergleichbarkeit der beiden Datensätze zu diskutieren und andererseits, um aufzuzeigen, an welchen Stellen die KiD 2010 Hamburg Aufstockung mit der eigenen Empirie, der WaS-Fuhrparkerfassung, angereichert werden kann.

Die KiD 2010 hat keine Variablen auf der Organisationsebene der den Fahrzeugen zugehörigen Unternehmen erhoben. Es können nur Sachverhalte auf Basis der Fahrzeuge beschrieben werden, da die Stichprobe auf Fahrzeuge und nicht auf das Unternehmen ausgerichtet ist. Hierbei variieren die Stichprobengrößen zudem teilweise stark.

Im Rahmen des morphologischen Beschreibungsmodells wird deutlich, dass sich die Fahrzeuge der KiD 2010 Hamburg Aufstockung in 20 der 21 Wirtschaftszweigabschnitte befinden. Dabei sind bereits 60,7 % der Fahrzeuge im Wirtschaftszweigabschnitt Erbringung von sonstigen Dienstleistungen (S). Zwar stellte dieser Wirtschaftszweigabschnitt in Hamburg und auch deutschlandweit zum Zeitpunkt der Erhebung rund ein Drittel der zugelassenen Fahrzeuge (vergleiche hierzu Tabelle A.2, Seite 286), in der KiD 2010 Hamburg Aufstockung ist er mit gut 60 % allerdings dennoch überrepräsentiert. Auch, wenn für die vorgestellte eigene Empirie Fahrzeuge als Grundlage für die Beschreibung der Organisationsebene genutzt werden, nimmt kein Wirtschaftszweigabschnitt auch nur annähernd diese anteilige Bedeutung ein. Dem Wirtschaftszweigabschnitt Erbringung von sonstigen Dienstleistungen (S), gehören in der WaS-Fuhrparkerfassung nur 0,7 % an, womit dieser verglichen mit den Fahrzeugzulassungszahlen folglich allerdings unterrepräsentiert ist. Auf Fahrzeugbasis liegt der größte relative Anteil in der WaS-Fuhrparkerfassung im Wirtschaftszweigabschnitt Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialwesen (O) mit 22,3 %, was im Vergleich zu den Hamburger Fahrzeugbestandszahlen, wo dieser im Jahr 2016

1,2 % der Fahrzeuge repräsentiert, bereits einen sehr hohen Anteil darstellt (Kraftfahrt-Bundesamt 2016, S. 13). Der nächst kleinere Wirtschaftszweigabschnitt ist Energieversorgung (D) mit einem Anteil von 12,5 % und ist damit auch vergleichsweise stark präsentiert (vergleiche hierzu Tabelle A.2, Seite 286). Die Unterschiedlichkeit in den Verteilungen kann beispielsweise ein Grund dafür sein, dass in der KiD Hamburg Aufstockung vergleichsweise sehr viel seltener Baustellen als Fahrtziel genannt werden, im Datensatz aber eben auch viel weniger Fahrzeuge der Wirtschaftszweigabschnitte Energieversorgung (D) und Baugewerbe (E) vertreten sind als in der vorgestellten eigenen Empirie. Diese unterschiedliche Verteilung der Fahrzeuge innerhalb der Datensätze schränkt die Vergleichbarkeit in erheblichem Maße ein.

Darüber hinaus fällt beim Vergleich der beiden Datensätze auf, dass die Fahrzeuge der KiD 2010 Hamburg Aufstockung jünger sind als die der WaS-Fuhrparkerfassung. Zudem fahren die Fahrzeuge der KiD 2010 Hamburg Aufstockung weniger. Bei gemeinsamer Betrachtung der beiden kleinsten Kategorien zeigen sich aber wiederum gleiche Anteile, sodass in beiden Erhebungen mehr als 70 % der Fahrzeuge unter 100 Kilometer am Tag fahren. In beiden Erhebungen nimmt die Fahrt zur Erbringung beruflicher Leistung um die 50 % der erfassten Fahrtzwecke ein. Während in der WaS-Fuhrparkerfassung wesentlich häufiger die reine Personenbeförderung als Fahrtzweck genannt wird, hat der reine Material- und Warentransport in der KiD 2010 Hamburg Aufstockung eine höhere Bedeutung. Wie bereits kurz diskutiert, haben die Fahrzeuge der KiD weniger Baustellen, dafür aber mehr Fremdunternehmen und Behörden zum Fahrtziel. Ansonsten zeigt sich im Vergleich der beiden Erhebungen eine ähnliche Struktur in den relativen Anteilen. Selbiges ist auch für die Standorte der Fahrzeuge festzustellen. In beiden Stichproben stehen rund 50 % auf dem eigenen Unternehmensgelände und 20 % im öffentlichen Straßenraum. Eine eindeutige Zuordnung der Standorte außerhalb der Arbeitszeit lässt sich nur für eine wesentlich geringere Stichprobe ableiten, hier hat der eigene Unternehmensstandort mit Abstand die wichtigste Rolle und besitzt auch einen größeren Anteil als in der WaS-Fuhrparkerfassung.

Tabelle 13: Morphologisches Beschreibungsmodell des Hamburger Personenwirtschaftsverkehrs mit Daten der KiD 2010 Hamburg Aufstockung

Ebene		Variable	Ausprägung																			
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Organisation	Wirtschafts- zweigabschnitt	n = 2.707	0,7 %	0,1 %	4,5 %	0,7 %	1,6 %	5,9 %	8,0 %	5,5 %	0,3 %	0,3 %	0,5 %	0,1 %	0	5,5 %	2,8 %	0,1 %	2,0 %	0,5 %	60,7 %	0,1 %
	Fuhrparkgröße	n = 2.592	Kleinstfuhrpark (1 Fahrzeug)		11,5 %	Kleiner Fuhrpark (2-5 Fahrzeuge)		30,8 %	Mittlerer Fuhrpark (6-49 Fahrzeuge)		42,5 %	Großer Fuhrpark (≥50 Fahrzeuge)		9,6 %								
	Unternehmens- größe	n = 2.592	Kleinstunternehmen (0-9 Beschäftigte)		38,6 %	Kleine Unternehmen (10-49 Beschäftigte)		34,8 %	Mittlere Unternehmen (50-249 Beschäftigte)		18,1 %	Große Unternehmen (≥250 Beschäftigte)		8,4 %								
Fahrzeug	Fahrzeugsegment	n = 355	Pkw-Mini		4,8 %	Klein-/ Kompaktklasse		16,9 %	Mittelklasse		51,3 %	Oberklasse		18,0 %	Kleintransporter		0,3 %	Transporter bis 3,5t		8,7 %		
	Beschaffungsart	N = 2.707	Kauf		53,7 %	Leasing		44,1 %	Miete		2,2 %											
	Antriebsart	n = 2.707	Elektro		0,2 %	Hybrid		0,6 %	Konventionell		99,1 %	Sonstige		0,1 %								
Haltdauer	n = 0	< 2 Jahre	–	3 Jahre	–	4 Jahre	–	5-9 Jahre	–	10 Jahre	–	> 10 Jahre	–									
Fahrzeugalter	n = 2.707	< 2 Jahre		38,9 %	3 Jahre		16,8 %	4 Jahre		9,8 %	5-9 Jahre		21 %	10 Jahre		3,2 %	> 10 Jahre		10,4 %			

Tabelle 13

Ebene	Variable	Ausprägung					
Fahrzeugnutzung n = 1.441	Dienstliche und private Nutzung 41,6%	Rein dienstliche Nutzung 58,4%					
Fahrziel- regelmäßigkeit n = 0	Wechselnde Ziele -	Gleichbleibende Ziele -					
(durchschnittliche) Tagesfahrleistung n = 1.099	0-49 km 53,6%	50-99 km 21,6%	100-149 km 9,7%	150-199 km 3,7%	200-249 km 3,2%	250-300 km 2,3%	> 300 km 5,9%
maximale Tagesfahrleistung n = 0	0-49 km -	50-99 km -	100-149 km -	150-199 km -	200-249 km -	250-300 km -	> 300 km -
Fahrtzweck n = 3.325	Reine Personenbeförderung 5,1%	Reiner Material-/ Warentransport 26,6%	Fahrt zur Erbringung beruflicher Leistungen 58,7%		Sonstige Nutzung 9,7%		
Tourenmuster n = 0	1 Pendeltour am Tag -	Mehrere Pendeltouren am Tag -	Rundtour, Unternehmens- standort innerhalb -	Rundtour, Unternehmens- standort außerhalb -	Ganz anders -		
Fahrziel n = 3.280	Land- oder Forstwirtschaft- liche Fläche 0,4%	Baustelle 14,1%	Eigenes Unternehmen aber andere Niederlassung 31,4%	Fremd- unternehmen und Behörden 31,5%	Private Haushalte 17,5%	Umschlagpunkt 5,1%	

Fahrzeugeinsatz

Tabelle 13

Standort	Eigenes Privatgrundstück	Eigenes Unternehmensgelände	Fremdes Privatgrundstück	Fremdes Unternehmensgelände	Öffentlich zugänglicher Parkplatz	Öffentlicher Straßenraum	Fahrzeug ist ununterbrochen im Einsatz
n = 2.803	16,7 %	48,0 %	7,2 %	8,4 %	—	19,7 %	—
Standort während der Arbeitszeit	Eigenes Privatgrundstück	Eigenes Unternehmensgelände	Fremdes Privatgrundstück	Fremdes Unternehmensgelände	Öffentlich zugänglicher Parkplatz	Öffentlicher Straßenraum	Fahrzeug ist ununterbrochen im Einsatz
n = 0	—	—	—	—	—	—	—
Standort außerhalb der Arbeitszeit	Eigenes Privatgrundstück	Eigenes Unternehmensgelände	Fremdes Privatgrundstück	Fremdes Unternehmensgelände	Öffentlich zugänglicher Parkplatz	Öffentlicher Straßenraum	Fahrzeug ist ununterbrochen im Einsatz
n = 928	13 %	66,4 %	1,6 %	3,8 %	—	15,2 %	—
Fahrtbeginn [hh:mm]	00:00 – 05:59	06:00 – 07:59	08:00 – 09:59	10:00 – 11:59	12:00 – 13:59	14:00 – 15:59	16:00 – 23:59
n = 3.225	3,7 %	17,7 %	23,2 %	18,4 %	13,6 %	12,0 %	11,4 %
Fahrende [hh:mm]	00:00 – 05:59	06:00 – 07:59	08:00 – 09:59	10:00 – 11:59	12:00 – 13:59	14:00 – 15:59	16:00 – 23:59
n = 3.210	1,7 %	12,0 %	23,0 %	19,2 %	14,4 %	13,1 %	16,5 %

Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage KID 2020 – Hamburg Aufstockung (N = 3.053 Fahrzeuge)

Eine Anreicherung der KiD 2010 Hamburg Aufstockung durch die WaS-Fuhrparkerfassung würde die Repräsentativität der Datenbasis in einigen Merkmalen wie beispielsweise dem Fahrzeugsegment erheblich erhöhen. Die beiden Erhebungen ergänzen sich sehr gut, da in besonders knapp dargestellten Wirtschaftszweigabschnitten der KiD 2010 Hamburg Aufstockung, wie beispielsweise Energieversorgung (D) und Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialwesen (O), die WaS-Fuhrparkerfassung wiederum hohe relative Anteile aufweist. Beide Erhebungen haben Wirtschaftszweigabschnitte in denen die Fahrzeugbestände in den Jahren der Erhebungen gut repräsentiert sind, aber genauso auch welche, in denen die Verteilungen weniger gut mit den tatsächlichen Fahrzeugbeständen in den Wirtschaftszweigabschnitten übereinstimmen. Die WaS-Fuhrparkerfassung deckt auf Fahrzeugebene zudem große Unternehmen und Fuhrparks ab, während die KiD 2010 Hamburg Aufstockung größere Anteile bei Fahrzeugen von Kleinst- und kleinen Unternehmen beinhaltet. Aufgrund der inhaltlichen Anlehnung der Frageninhalte der WaS-Fuhrparkerfassung an die KiD, sind viele Variablen direkt übertragbar. Andere Variablen, wie beispielsweise die Haltedauer oder die maximale Tagesfahrleistung, können als ergänzende Zusatzinformationen mit aufgenommen werden. Auch die Informationen zu den Tourenmustern können genutzt werden, um bestehende Informationen innerhalb der KiD zu konkretisieren. Wesentlich ist dabei die Tatsache, dass in Abhängigkeit der zu betrachtenden Variable, die KiD 2010 Hamburg Aufstockung mit bis zu 7.100 Fahrzeugen erweitert werden kann, was mehr als das Doppelte der KiD-Grundgesamtheit der Hamburg Aufstockung darstellt.

Bei Zusammenführung beider Datensätze lassen sich, unter der Prämisse, dass die Kennzahlen eine relativ hohe Konstanz im Zeitablauf aufweisen, für den Hamburger Personenwirtschaftsverkehr folgende Kenngrößen ableiten:

ORGANISATION:

- Jeweils rund 17 % der im Personenwirtschaftsverkehr eingesetzten Fahrzeuge kommen aus den Wirtschaftszweigabschnitten O (Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherungen) und S (Erbringung von sonstigen Dienstleistungen). Weitere 10 % sind Fahrzeuge der Wirtschaftszweigabschnitte D (Energieversorgung), F (Baugewerbe), H (Verkehr und Lagerei) und N (Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen).

- Gut die Hälfte der Fahrzeuge (52 %) gehören zu großen Flotten mit mehr als 49 Fahrzeugen, 32 % zu mittleren Fuhrparks mit 6 bis 49 Fahrzeugen, 12 % zu kleinen Fuhrparks und nur 4 % zu Kleinstfuhrparks mit einem einzigen Fahrzeug.
- 45 % der Fahrzeuge gehören zu großen Unternehmen ab 250 Beschäftigten, jeweils 20 % zu mittleren und kleinen Unternehmen und 15 % zu Kleinstunternehmen mit maximal 9 Beschäftigten.

FAHRZEUGE:

- Im Hamburger Personenwirtschaftsverkehr werden mit 37 % am häufigsten Transporter (Kleintransporter und Transporter bis 3,5 t) genutzt, gefolgt von Fahrzeugen der Klein- und Kompaktklasse mit 31 %.
- Die Fahrzeuge im Hamburger Personenwirtschaftsverkehr werden annähernd zur Hälfte gekauft und geleast. Mietfahrzeuge spielen kaum eine Rolle.
- 32 % der Fahrzeuge sind jünger als 3 Jahre.

FAHRZEUGEINSATZ:

- Die Fahrzeugnutzung erfolgt zu 66 % rein dienstlich, 34 % der Fahrzeuge dürfen auch privat genutzt werden.
- 38 % der Fahrzeuge im Hamburger Personenwirtschaftsverkehr fahren durchschnittlich unter 50 Kilometer am Tag, 73 % unter 100 Kilometer am Tag.
- Mehrheitlich (51 %) ist der Fahrtzweck die Erbringung einer beruflichen Leistung.
- Die Fahrtziele im Hamburger Personenwirtschaftsverkehr sind zumeist das eigene Unternehmen, ein Fremdunternehmen oder Baustellen. Auch private Haushalte spielen mit 17 % eine wichtige Rolle.

7 Identifizierung von Mobilitätsmustern im Hamburger Personenwirtschaftsverkehr

Aufbauend auf den Kennzahlen des Beschreibungsmodells ist das Ziel dieses Kapitels die Identifizierung von homogenen Mobilitätsmustern im Personenwirtschaftsverkehr, die Ansatzpunkte für eine planerische oder politische Gestaltung bieten.

Die Entwicklung einer derartigen Systematisierung erfolgt mit Hilfe eines Typenbildungsprozesses, da aus einer Menge von Objekten, Gruppen mit sich stark ähnelnden Fahrprofilen abgeleitet werden sollen. Nach Schendera (2010, S. 1) empfiehlt sich zur Typenbildung die Clusteranalyse als Verfahren, das sich als Methode vieler bekannter Typologien und Segmentierungen bewährt hat. Im Anschluss an die konzeptionelle Darlegung wird der Typenbildungsprozess für den konkreten Datensatz durchgeführt. Hierfür wird die Statistik- und Analyse-Software SPSS⁵ genutzt.

7.1 Methodische Grundlagen der Clusteranalyse und vorbereitende Arbeiten

Im nachfolgenden Abschnitt wird zunächst ein Verständnis für die der Clusteranalyse zugrundeliegende Theorie der Typenbildung geschaffen. Im Anschluss wird die Typenbildung in die numerische Klassifizierung eingeordnet und das Verfahren der Clusteranalyse zur Bestimmung von sich ähnelnden Mobilitätsmustern vorgestellt.

7.1.1 Grundlagen der Typenbildung

Verfahren der Typenbildung helfen in erster Linie bei der Strukturierung und der Informationsreduktion, was bei dem Ziel der vorliegenden Arbeit, Mobilitätsmuster im Personenwirtschaftsverkehr zu identifizieren, grundsätzlich verfolgt wird. Um die im Folgenden durchgeführte Systematisierung ganzheitlich zu durchdringen, wird zunächst ein theoretisches Verständnis, der der Typenbildung zugrundeliegenden Theorie geschaffen.

5 in der Version IBM SPSS Statistics 24

Eine Einteilung in wenige Gruppen erhöht die Übersichtlichkeit und es wird eben das Typische von Teilbereichen, hier der Mobilität von Unternehmen hervorgehoben. Das Ziel eines typenbildenden Verfahrens ist dann erreicht, wenn Muster und Strukturen im untersuchten Handlungsfeld entdeckt wurden und diese sinnvoll beschrieben werden konnten. Dabei müssen sich die Elemente innerhalb eines Typs in möglichst vielen Merkmalen ähneln, wobei die Typen selber einander möglichst unähnlich sind (Kluge 1999, S. 27). Durch die Bildung von Typen oder Gruppen können komplexe Realitäten greifbar und dadurch begreifbar gemacht werden (Kelle und Kluge 2010, S. 11), was das Ziel der Darstellung unternehmerischer Mobilitätsmuster ist.

„So besteht denn eines der Hauptziele jeder Typologie gerade darin, die vieldimensionale Ordnung, von der sie ausgeht, durch eine [...] gleichwertige reduzierte Ordnung zu ersetzen, d.h. durch eine solche, die nur eine oder jedenfalls möglichst wenige Dimensionen besitzt, die aber gleichwohl dieselben Tatbestände zu beschreiben gestattet wie die komplizierte ursprüngliche Ordnung.“ (Hempel und Oppenheim 1936, S. 70f.)

In vielen Studien dient die Typenbildung in erster Linie dazu, komplexe Realitäten und deren Sinnzusammenhänge erfassen, verstehen und erklären zu können (Kluge 2000, S. 3). Dabei werden, wenn auch nicht ausschließlich, aus Realitäten des Handelns generelle Regeln des Geschehens abgeleitet (Weber 1980, S. 9). So auch Becker (1968, S. 113), der sagt, dass konstruierte Typen aus Tatsachen abgeleitet werden und auch wieder auf diese zurückgespiegelt werden können müssen, wenn die Typen belastbar und keine leeren Spekulationen sein sollen. Er betont dabei, dass die schöpferische Typologie dem Wunschdenken weder Hilfe noch Komfort bietet.

„Facts are stubborn things, and constructed types must be drawn from them and continually thrown back upon them if empty speculation is not to replace sound generalization. Constructive typology offers neither aid nor comfort to wishful thinking.“ (Becker 1968, S. 113)

Das Ergebnis eines Gruppierungsprozesses, bei dem Objekte anhand einer oder mehrerer Merkmale in Gruppen oder Typen eingeteilt werden, ist eine resultierende Typologie. Jede Typologie basiert auf einer Menge an Merkmalen, dem Merkmalsraum, der sich durch die Kombination der ausgewählten Merkmale ergibt (Kluge 1999, S. 26f.). Ziel ist dabei, interne Homogenität auf der Ebene des Typus und externe Heterogenität auf der Ebene der Typologie (Kluge 1999, S. 27). Dabei ist ein Typus eine Gruppe, dessen Objekte gemeinsame Eigenschaften haben, anhand derer die Gruppe beschrieben und charakterisiert werden kann. So kommt schon Lazarsfeld (1937, S. 9f.) zu dem Schluss, dass jeder Typus durch die Kombination seiner Merkmalsausprägungen inhaltlich definiert werden kann. Auch Kluge (1999, S. 51) kommt zu dem Ergebnis, dass jeder Typus aus einer Kombination von Merkmalen besteht und zwischen den Merkmalen neben einer Kausaladäquanz auch eine Sinnadäquanz bestehen sollte. Hieraus lässt sich für die eigene Untersuchung schließen, dass bei einer Interpretation von Typen und Gruppen nicht allein die empirisch abgeleiteten Muster von Relevanz sind, sondern auch ein inhaltlicher Zusammenhang für die Existenz von aussagekräftigen Gruppen wichtig ist.

„Im Rahmen einer wissenschaftlichen Theorie, wie sie die Typologie ja sein will, wird man nämlich ein Phänomen, nur dann als begriffen bezeichnen können, wenn es wissenschaftlich erklärt ist; [...].“ (Hempel und Oppenheim 1936, S. 90f.)

Dies bedeutet, dass wenn die Sinnadäquanz in gebildeten Typen nicht gegeben ist, lediglich eine nicht (voll) zu verstehende statistische Wahrscheinlichkeit eines regelmäßigen Ablaufs vorliegt (Weber 1980, S. 5). Nur die statistischen Regelmäßigkeiten, die einem verständlichen Sinn folgen, sind „verständliche Handlungstypen“ (Weber 1980, S. 6).

Nach Weber (1980, S. 8f.) muss allerdings zunächst erst einmal bekannt sein, welches Handeln einem Subjekt zugrunde liegt, bevor hinterfragt werden kann, wie dieses Handeln zustande kommt und welchem Sinn das Handeln folgt. Auch hieraus lässt sich die erhebliche Bedeutung belastbarer Datenerhebungen ableiten, um im Anschluss an die rein empirische Analyse eine Deutung ableiten zu können.

Tabelle 14: Mögliche Auswertungsstufen bei der Typenbildung

1. Erarbeitung relevanter Vergleichsdimensionen

Eine Typenbildung braucht zunächst Merkmale, die der Gruppierung zugrunde gelegt werden können, sodass die Ähnlichkeiten und Unähnlichkeiten zwischen den zu untersuchenden Objekten zielführend erfasst werden und die ermittelten Gruppen schließlich charakterisiert werden können. Während bei qualitativen Studien die Merkmale und ihre Ausprägungen erst im Laufe der Erhebung entstehen (so vergleichsweise in Matt 2018), müssen diese bei standardisierten Befragungen bereits vor der Datenerhebung abgestimmt sein.

2. Gruppierung der Fälle und Analyse der empirischen Regelmäßigkeiten

Ziel ist es, die Objekte anhand der zuvor definierten Merkmale aufgrund ihrer Ausprägungen zu gruppieren und diese hinsichtlich ihrer empirischen Regelmäßigkeit zu prüfen. „[...] jedes [...] Merkmal wird nun einem Objekt entweder zugeschrieben oder abgesprochen, und wenn man jeweils alle Objekte mit einem bestimmten Merkmal in eine Gruppe zusammenfasst, so entstehen Einteilungen in scharf gegeneinander abgegrenzte Klassen; [...].“ (Hempel und Oppenheim 1936, S. 2)

3. Analyse der inhaltlichen Sinnzusammenhänge und Typenbildung

Kluge (1999, S. 279) erläutert, dass es bei der inhaltlichen Analyse der Sinnzusammenhänge aus verschiedenen Gründen zu einer Reduktion des Merkmalsraumes kommt und somit folglich auch zu einer inhaltlichen Reduktion der Gruppen. Auch können mehrere Iterationsschritte während der Analyse dazu führen, dass der Merkmalsraum um weitere Merkmale ergänzt werden muss und eine neue Gruppierung auf ihre empirische Regelmäßigkeit und ihren inhaltlichen Sinnzusammenhang hin überprüft werden muss. Grundsätzlich können die inhaltlichen Sinnzusammenhänge bei qualitativem Datenmaterial differenzierter und umfassender analysiert werden, als bei standardisiert erhobenen Datenmaterial, da sich die Befragten zu existierenden Zusammenhängen erklären können.

4. Charakterisierung der gebildeten Typen

Die Typen werden zunächst anhand ihrer Merkmalsausprägungen und anschließend auf Basis ihrer inhaltlichen Sinnzusammenhänge beschrieben und interpretiert.

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von Kluge (1999, S. 260 ff.) und Kelle und Kluge (2010, S. 91 ff.)

Um die empirisch begründete Typenbildung zu systematisieren, unterscheidet Kluge (1999) zwischen vier Auswertungsstufen bei der Typenbildung und entwickelte ein Vierstufenmodell, wie es in Tabelle 14 dargestellt ist (Kluge 1999, S. 260ff.; Kelle und Kluge 2010, S. 91ff.).

Diese vier Auswertungsstufen finden sich in den kommenden Analyse-schritten wieder, allerdings in einem höhere Detaillierungsgrad.

7.1.2 Grundlagen des Gruppierungsverfahrens

Wie eingangs bereits kurz erläutert, liegt einem wie in Kapitel 7.1.1 vorgestelltem Typenbildungsprozess methodisch häufig eine Clusteranalyse zugrunde (Schendera 2010, S. 1). Die Clusteranalyse findet dann Anwendung, wenn Strukturen innerhalb eines Datensatzes unbekannt sind und nach eventuellen in den Daten vorliegenden Strukturen gesucht wird (non supervised/unüberwacht). Dies unterscheidet sie methodisch von anderen Verfahren der multivariaten Datenanalyse, die nur nach Regeln zur Vorhersage im Prinzip bekannter Strukturen suchen (Lang und Franke 2014, S. 70). Bei Clusteranalysen ist das Ergebnis ungewiss und kann erst nach der Berechnung interpretiert werden, weswegen sie neues Wissen generiert und strukturentdeckenden Charakter hat.

Daher wird die Clusteranalyse im folgenden Kapitel als strukturgebende Methode vorgestellt und auch die Faktorenanalyse und die Korrelationsanalyse als methodische Ergänzungen diskutiert.

7.1.2.1 Clusteranalyse zur Typenbildung

Es existiert eine Vielzahl an Vorgehen bei der Clusteranalyse, die sich aber in ihrer Zielstellung gleichen. Clusteranalysen sind Gruppenbildungsverfahren zur Einteilung einer bestimmten Anzahl an Objekten, mit unterschiedlichen Merkmalsausprägungen, in möglichst homogene Gruppen. Dabei ist das Ziel, Objekte anhand von Variablen so zu Gruppen zusammenzufassen, dass die Objekte innerhalb einer Gruppe möglichst ähnlich (homogen) sind und sich die einzelnen Gruppen untereinander gleichzeitig deutlich voneinander unterscheiden, sprich heterogen sind (Backhaus et al. 2016, S. 455; Wiedenbeck und Züll 2001, S. 2). In der Literatur wird auch von einer hohen Intracluster-Homogenität und gleichzeitig geringen Intercluster-Homogenität gesprochen

(Schendera 2010, S. 8). Der Homogenitätsanspruch gilt nur für die Variablen, die in den Gruppierungsprozess miteinbezogen wurden. Evaluationsvariablen, die ebenfalls Variablen der untersuchten Objekte darstellen, für den Gruppierungsprozess aber unberücksichtigt bleiben, können in ihren Ausprägungen weiterhin auch heterogen sein (Schendera 2010, S. 12).

Der Clusteranalyse liegen zwei Annahmen zugrunde. Zum einen wird angenommen, dass die noch nicht geclusterten Daten überhaupt Strukturen enthalten, und zum anderen die Cluster außerdem Sinn ergeben und diese Strukturen neues Wissen generieren (Schendera 2010, S. 7). Schendera (2010, S. 7) führt diese beiden Annahmen zu der Voraussetzung zusammen, dass die untersuchten Daten überhaupt Strukturen enthalten können, was für den vorliegenden Datensatz aufgrund der vorangegangenen Erkenntnisse zu erwarten ist.

„Eine Clusteranalyse ist ein objektiv klassifizierendes Verfahren; eine Clusteranalyse ist kein sinnstiftendes Verfahren.“ (Schendera 2010, S. 7)

Sprich, nicht alles, was zu clustern geht, ist auch inhaltlich relevant. Am Ende eines Gruppenbildungsverfahrens sollte immer die Frage stehen, ob das Ergebnis der Clusterung nachweislich sinnvoll ist.

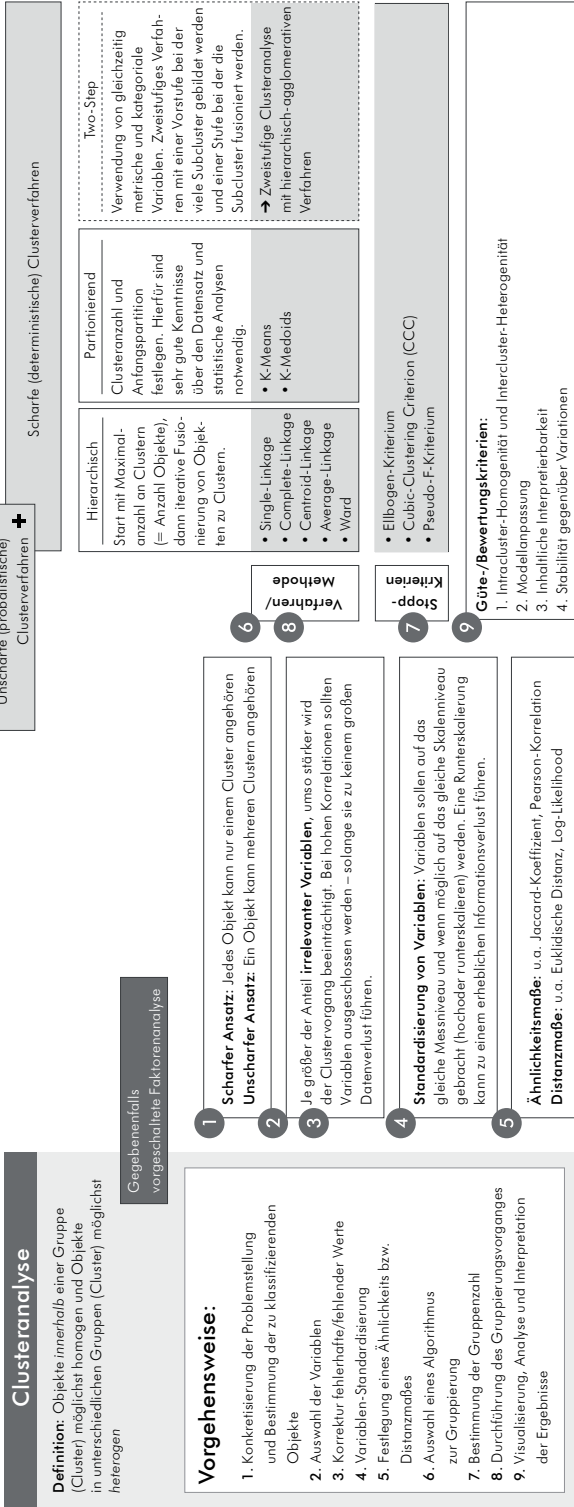
Die Methode der Clusteranalyse eignet sich demnach gut, wenn der Untersuchungsgegenstand, wie im vorliegenden Fall, von vielen Variablen gekennzeichnet ist, deren Beziehungen untereinander nicht bekannt sind. Dabei ist zu Beginn auch nicht bekannt, ob im Datensatz überhaupt Cluster existieren, wie viele Objekte eine Gruppe bilden und wie sich die Cluster untereinander unterscheiden. Da die Clusteranalyse zu den multivariaten Analysemethoden zählt, werden bei der Gruppenbildung alle zur Gruppenbildung als relevant erachteten Variablen der Objekte gleichzeitig betrachtet (Backhaus et al. 2016, S. 455). Aus diesem Grund sollte die Anzahl der ausgewählten Merkmale nicht zu groß sein und die Konzentration auf diejenigen liegen, die zur Clusterstruktur beitragen können, denn eine zu große Anzahl an Gruppierungsvariablen erschwert die Clusterbildung, da die Heterogenität der einzelnen Objekte zueinander mit der Anzahl der Variablen zunimmt (Bülow 1996, S. 27). Folglich hat die Auswahl der Variablen einen wesentlichen Einfluss auf die Analyseergebnisse (Wiedenbeck und Züll 2001, S. 2; Deneke 2004, S. 40).

Zudem sollte bei der Clusteranalyse darauf geachtet werden, dass Objekte mit fehlenden Werten oder Ausreißern fallweise aus der Analyse ausgeschlossen werden, da sie dazu beitragen, dass Zusammenhänge schwierig erkannt werden können (Schendera 2010, S. 116). Darüber hinaus spielt die Korrelation der zur Gruppierung herangezogenen Merkmale eine wichtige Rolle. Diese sollte nicht zu hoch sein, da das Ergebnis andernfalls durch eine zu hohe Gewichtung der dahintersteckenden Information verzerrt werden könnte (Bülow 1996, S. 2, S. 26f.; Deneke 2004, S. 42). Auf die Bedeutung von Korrelationen in Clusteranalysen wird nachfolgend noch näher eingegangen, indem der Ablauf von Clusteranalysen genauer erläutert wird.

Eine Clusteranalyse wird in mehreren Schritten durchgeführt. Eine mögliche Vorgehensweise zeigt Abbildung 9, die eine Zusammenstellung aus Backhaus et al. (2016) und Schendera (2010) darstellt. In einem ersten Schritt muss die Problemstellung der Untersuchung konkretisiert werden (1). Damit einher geht die Bestimmung der zu klassifizierenden Objekte (1). Die grundlegende Frage ist hierbei, ob Variablen (Datenspalten) oder Fälle (Objekte) geclustert werden sollen. Bei vielen Fällen kann es unter Umständen schwer sein, wenige Cluster zu finden, andersherum kann es bei wenigen Fällen aber unmöglich sein, viele Cluster zu bilden (Schendera 2010, S. 12).

In einem nächsten Schritt müssen die Variablen ausgewählt werden, anhand derer die Objekte gruppiert werden (2). Diese sollten grundsätzlich Variablen sein, die für den Clustervorgang von Relevanz sind, da diese die Trennung der Cluster bestimmen. Irrelevante Variablen können im Gegensatz dazu nicht zur Trennung beitragen. Irrelevanz kann dabei sowohl inhaltlich, was zunächst konzeptionell für den Clustervorgang nebensächlich ist, als auch formell, beispielsweise bei einem großen Anteil gleicher Werte, zum Ausdruck kommen (Schendera 2010, S. 13). Wenn eine Variable demnach in allen Objekten oder in einem wesentlichen Anteil die gleiche Ausprägung oder Werte aufweist, ist sie für den Clustervorgang ungeeignet und sollte ausgeschlossen werden. Dies ist beispielsweise auch bei dichotomen Variablen der Fall. Zudem ist darauf zu achten, dass die in die Clusterung einbezogenen Variablen für alle Objekte gleichermaßen relevant sind. Bacher et al. (2010, S. 168) weisen darauf hin, dass der Anteil an falschen Clusterzuordnungen mit dem Anteil an irrelevanten Variablen wächst. Gleichermäßen nimmt die Gefahr, dass irrelevante Variablen die Clusterstruktur zerstören aber auch mit zunehmender Stichprobengröße ab (Bacher et al. 2010, S. 172).

Abbildung 9: Ablauf von Clusteranalysen nach Backhaus und Schendera



Quelle: Eigene Darstellung nach Backhaus et al. (2016, S. 459, S. 513) und Schendera (2010, S. 68)

Ein weiterer Aspekt, auf den bei der Auswahl der Variablen geachtet werden sollte, sind eventuelle Abhängigkeiten zwischen den Variablen. Dass Korrelationen zwischen den zur Klassifizierung herangezogenen Merkmalen bestehen, ist eine in der Literatur viel diskutierte Eigenschaft. Die Verwendung stark korrelierender Merkmale birgt die Gefahr, dass bestimmte Informationen, die sowohl in der einen Variablen als auch in der anderen Variable enthalten sind und durch die Korrelation ausgedrückt werden, bei der Klassifizierung durch die Verwendung von korrelierenden Variablen mehrfach berücksichtigt und andere strukturgebende Merkmale verdrängt werden (Backhaus et al. 2016, S. 511). Sofern in einem Datensatz hohe Korrelationen existieren, kann dies, neben der Irrelevanz von Variablen, ein weiterer Grund sein, eine oder mehrere Variablen aus der Analyse auszuschließen (Backhaus et al. 2016, S. 511).

Allerdings wird häufig auch von der Beseitigung korrelativer Zusammenhänge abgeraten, da so für die Gruppenbildung wichtige Informationen nicht beachtet werden würden. Nach Deneke (2005, S. 42) seien gerade diese Abhängigkeiten zwischen den Merkmalen wichtige strukturgebende Voraussetzungen für die Klassifizierung. Auch Bacher et al. (2010, S. 195) bestätigen, dass eine Korrelation ein Hinweis auf die Clusterstruktur sein kann.

Nach der Auswahl der Klassifizierungsmerkmale müssen die Daten aufbereitet werden. Dafür müssen die Daten einer Korrektur von fehlerhaften oder fehlenden Daten (3) unterzogen werden, denn auch an dieser Stelle ist wieder zu beachten, dass mit steigender Anzahl an irrelevanten Merkmalen, der Clustervorgang erheblich beeinträchtigt wird. In einem darauffolgenden Schritt muss geprüft werden, ob Skalenumkonversionen oder Standardisierungen notwendig sind (4) (Schendera 2010, S. 13), was die verwendete Software bei der vorgenommenen Analyse allerdings automatisiert übernimmt.

Die Bestimmung der Ähnlichkeit bzw. Unähnlichkeit (5) von Objekten, die auch oft als Distanz tituliert wird, erfolgt mittels eines Proximitätsmaßes, wobei grundsätzlich zwei Arten unterschieden werden. Ähnlichkeitsmaße zeigen die Ähnlichkeit zwischen zwei Objekten an. Je größer dabei der Wert des Maßes, desto ähnlicher sind sich die Objekte. Bei einem Distanzmaß, das die Unähnlichkeit misst, gilt umso größer der Wert, desto unähnlicher sind sich die Objekte (Wiedenbeck und Züll 2001, S. 2; Bülow 1996, S. 24). Die Auswahl des Proximitätsmaßes ist vom Skalenniveau der zu untersuchenden Merkmale abhängig. Bei nominal oder ordinal skalierten Merkmalen

werden zumeist Ähnlichkeitskoeffizienten genutzt, während für metrisch skalierte Merkmale oft Unähnlichkeitsmerkmale genutzt werden (Backhaus et al. 2016, S. 458f.). Mittels des ausgewählten Proximitätsmaßes wird eine Distanzmatrix aufgestellt, die die Grundlage für die Zusammenfassung der Objekte liefert (Backhaus et al. 2016, S. 457f.).

Die zuvor aufgestellte Distanzmatrix bildet die Grundlage für den nächsten Schritt, die Auswahl des Fusionierungsalgorithmus (6). An dieser Stelle werden die Objekte so zu Gruppen zusammengefasst, dass sich die Objekte mit gleichen Merkmalsausprägungen in einer Gruppe befinden. Die maximale Anzahl an Clustern entspricht der Anzahl an Fällen, die geclustert werden sollen und die minimale Anzahl an Clustern entspricht der Menge der ungruppierten Fälle (Schendera 2010, S. 12). Hierfür existiert ein breites Methodenspektrum an Fusionierungsalgorithmen, die zur Gruppierung einer gegebenen Objektmenge genutzt werden können (Backhaus et al. 2016, S. 475; Kuß et al. 2018, S. 281).

Die verschiedenen Analysen können beim selben Datensatz zu unterschiedlichen Clusterlösungen führen, die sich dann in Anzahl und Zuordnung unterscheiden.

In der Praxis werden am häufigsten die hierarchischen und partitionierenden Verfahren oder eine Kombination dieser beiden Verfahren (Two-Step-Verfahren) verwendet, wie auch im Rahmen der hier vorliegenden Arbeit. Ihre wesentlichen Eigenschaften und Auswahlgründe werden im Folgenden vorgestellt.

Das Two-Step-Verfahren wurde extra für große Datenmengen entwickelt, insbesondere, um die Rechenzeit zu verringern. Wie zuvor beschrieben, sollten Clustervariablen grundsätzlich ein einheitliches Skalenniveau besitzen, das Two-Step-Verfahren bietet allerdings als einziges Verfahren die Möglichkeit, auch gemischt skalierte Variablen einer Clusterung zu unterziehen. Ebenso ermöglicht das Verfahren eine automatische Standardisierung der intervallskalierten Variablen, sodass die Clusterlösung nicht durch Nichtstandardisierung beeinflusst wird (Schendera 2010, S. 22). Im Umgang mit Ausreißern bietet die Two-Step-Clusteranalyse die Möglichkeit ein Rausch-Cluster anzulegen. Das Besondere an diesem Verfahren ist zudem, dass kein Wert oder Wertebereich für die Clusterzahl vorgegeben werden muss, sondern diese standardmäßig automatisch ermittelt werden kann (Tkaczynski 2017, S. 112).

Das Two-Step-Verfahren basiert auf zwei aufeinander folgenden Schritten. Zunächst werden die Objekte in Pre-Clustern vorverdichtet und im anschließenden Cluster-Schritt zur „besten“ oder je nach Zielstellung auch zur gewünschten Anzahl an Clustern aggregiert (Tkaczynski 2017, S. 110). Das Two-Step-Verfahren hat nicht den Anspruch an eine vorgegebene Clusteranzahl, es kann selbstständig die „beste“ Anzahl an Clustern bestimmen (Tkaczynski 2017, S. 110). Bei der Pre-Clusterung werden die Objekte zunächst verdichtet. Dabei werden die Objekte nacheinander betrachtet und aufgrund eines Distanzkriteriums einem bereits bestehenden Pre-Cluster oder einem neuen zugeordnet. Bei diesem ersten Schritt spielt die Reihenfolge der Objekte eine wichtige Rolle, da diese bei der Pre-Clusterung nacheinander betrachtet werden (Bacher et al. 2004, S. 4). Dies führt dazu, dass der zu clusternde Datensatz in einer zufälligen Sortierung vorliegen muss, um die Auswirkungen der ursprünglichen Reihenfolge auf die Clusterbildung zu minimieren (Bacher et al. 2004, S. 4).

In einem zweiten Schritt werden die zuvor gebildeten Pre-Cluster mittels einer hierarchisch-agglomerativen Methode solange fusioniert, bis die gewünschte oder die „beste“ Anzahl an Clustern erreicht ist. Die Auswahl der optimalen Clusteranzahl ergibt sich als Zusammenspiel zweier Kriterien: dem Informationskriterium nach Bayes (BIC) oder nach Akaike (AIC) sowie dem Silhouettenkoeffizienten. Beide Informationskriterien sind ein Maß für die Güte von Modellen und werden zum Vergleich von Modellen untereinander herangezogen. Das im folgenden Clustervorgang verwendete Akaike Informationskriterium (AIC) vergleicht die einzelnen Modelle anhand der Log-Likelihood, die als Distanzmaß bei gemischten Skalenniveaus zu wählen ist und bezieht gleichzeitig die Anzahl der für das Modell benötigten Parameter mit ein (Schendera 2010, S. 99).

Wenn k die Anzahl an Parametern und L der maximale Wert der Likelihood Funktion ist, berechnet sich der AIC-Wert wie in Formel 1 gezeigt.

Formel 1: Akaike Informationskriterium

$$AIC = 2k - 2\ln(L)$$

Der Silhouettenkoeffizient ist ein Maß für die Entfernung aller Objekte in einem Cluster zu deren Clusterzentren sowie deren Entfernung zu den zwei am nächsten gelegenen Clusterzentren (Rousseeuw 1987, S. 55f.). Diese Maßzahl beschreibt also die Qualität einer Clusterung, indem sie bewertet, wie gut die Zuordnung zu den beiden nächstgelegenen Clustern ist. Dieser Koeffizient kann sowohl für die einzelnen Cluster als auch für das gesamte Ergebnis der Clusterung genutzt werden. Ein Silhouettenkoeffizient $S(k)$ ist definiert als arithmetisches Mittel aller Silhouetten des betrachteten Clusters (Bacher et al. 2010, S. 497).

Formel 2: Silhouettenkoeffizient $S(k)$ für ein Cluster k

$$S(k) = \frac{1}{n_k} \sum_k s(g)$$

Ein Silhouettenkoeffizient $S(K)$ für eine Clusterlösung mit K Clustern, lässt sich auf Grundlage der einzelnen Silhouettenkoeffizienten der Cluster wie folgt berechnen.

Formel 3: Silhouettenkoeffizient $S(K)$ einer Clusterlösung mit K Clustern

$$S(K) = \max_k (S(k))$$

Die Silhouette $s(g)$ ist dargestellt als die Distanz $a(g)$ eines Objektes g zum eigenen Cluster k und der Distanz $b(g)$ zum nächstgelegenen Cluster k^* , normiert mittels der maximalen Distanz (Bacher et al. 2010, S. 496).

Formel 4: Silhouettenkoeffizient des Objektes g des Clusters k

$$s(g) = \frac{b(g) - a(g)}{\max(b(g), a(g))}$$

Die Formel 5 zeigt, wie die durchschnittlichen Distanzen des Objektes g zu allen anderen Objekten g^* berechnet werden, die dem selben Cluster k angehören.

Formel 5: Distanz des Objektes g zu allen anderen Objekten g^* des Clusters k

$$a(g) = \frac{1}{n_k - 1} \sum_{g^* \neq g}^{n_k} d_{g^*g}$$

Das Cluster k^* ist das nächstgelegene Cluster von g , zu dem in $b(g)$ die durchschnittlichen Distanzen berechnet werden.

Formel 6: Distanz des Objektes g zu dem Cluster k^*

$$b(g) = \min_{k^* \neq k} \bar{d}_{gk^*}$$

Das Informationskriterium soll minimiert werden, da je kleiner der AIC-Wert desto besser die Modellgüte ist und der Silhouettenkoeffizienten soll gleichzeitig maximiert werden, da dies von einer großen Distanz und somit Trennwirkung zeugt.

Nachdem der Algorithmus zur Gruppierung ausgewählt wurde und je nach Analyseform die Gruppenzahl bestimmt (7), folgt die technische Durchführung des Gruppierungsvorgangs (8). Anschließend werden die Ergebnisse aufbereitet, analysiert und entsprechend interpretiert (9). Durch Bezeichnung oder Benennung der Cluster bekommen sie bereits einen Sinn bzw. Bedeutung, obwohl die Clusteranalyse von seiner Anwendung her ein objektiv klassifizierendes Verfahren zur Wissensgenerierung und nicht sinnstiftend ist (Schendera 2010, S. 20).

7.1.2.2 Vorgeschaltete Faktorenanalyse

Eine Möglichkeit zur Handhabung einer Clusteranalyse ist die vorgeschaltete Faktorenanalyse (siehe Abbildung 9). Das Ziel der Faktorenanalyse ist es, viele zusammenhängende, hoch korrelierende Variablen auf wenige unabhängige Kennzahlen zu reduzieren (Schendera 2010, S. 180). Die Faktorenanalyse folgt dem Gedanken, dass wenige nicht korrelierende Faktoren besser sind als viele hoch korrelierende Variablen und so die Reduzierung darauf abzielt, effizientere Analysen durchführen zu können. Dabei werden die Variablen zu

Variablenbündeln zusammengefasst, die in einer weiteren Analyse die Faktoren darstellen (Schendera 2010, S. 180). Folglich werden weniger Faktoren als ursprünglich Variablen betrachtet.

Durch die Zusammenfassung entsteht allerdings ein Informationsverlust der je nach Korrelation und Anzahl der zuvor gebündelten Variablen unterschiedlich stark ist. Die Faktoren können in der Summe nur weniger Varianz erklären als die größere Anzahl an Ausgangsvariablen besitzt und auch die Varianz einer jeden Ausgangsvariable kann durch die Faktoren ebenso wenig vollständig erklärt werden, was zu einem Informationsverlust führt (Schendera 2010, S. 19, S. 297). Dieser Verlust wird bei der Faktorenanalyse für die Variablenverdichtung bewusst in Kauf genommen. Allerdings ist mit der Faktorenanalyse der erhebliche Nachteil verbunden, dass die anschließend gebildeten Cluster nicht angemessenen interpretiert werden können, da hierfür die ursprünglichen Merkmalswerte herangezogen werden müssten und die nachträgliche Auflösung der Faktorenwerte sehr schwer ist (Schendera 2010, S. 297). Bei nicht optimal ermittelten Faktoren ist ein Rückbezug auf die Einzeldaten sogar schwierig bis gar nicht mehr möglich. So führt nach Deneke (2004) „die Ausschaltung korrelativer Zusammenhänge dazu, dass für die Klassifizierung der Objekte wichtige Informationen nicht beachtet werden können“ (Deneke 2004, S. 42). Weiter noch sind gerade diese Abhängigkeiten zwischen den Merkmalen wichtige strukturgebende Voraussetzungen für die Klassifizierung (Deneke 2004, S. 42). Auch nach Bacher et al. (2010, S. 195) kann eine Korrelation ein Hinweis auf die Clusterstruktur sein. Auch andere Autoren wie Milligan (1996, S. 347f.) beschreiben Studien, in denen gebildete Cluster durch Faktoren nicht angemessen abgebildet werden. Nach Milligan (1996, S. 348) kann die Faktorbildung zu einer Verzerrung der eigentlichen Clusterstruktur führen. Sofern kein begründeter Verdacht besteht, dass Cluster auch in einem reduzierten Faktorraum vorhanden sind, sollten die Originaldaten verwendet werden. Eine Faktorenanalyse wird nach Prüfung daher als hier nicht zielführend verworfen.

7.1.2.3 Korrelationsanalyse für die Kenntnis der Datenstruktur

Korrelationen beschreiben die Stärke des Zusammenhangs zweier Variablen und dienen daher zunächst der bivariaten Analyse eines Datensatzes. Auf Grundlage dessen lassen sich erste Ergebnisse zur Datenstruktur ableiten. Im Rahmen einer Korrelationsanalyse wird geprüft, ob ein Zusammenhang zwischen zwei Variablen besteht und wie stark dieser ist (Bourier 2014, S. 207). Es existieren verschiedene Arten von Korrelationsanalysen, die maßgeblich von der Skalierung der einzelnen Variablen abhängig sind.

Die Auswahl der passenden Korrelationskoeffizienten wird auf Grundlage des Skalenniveaus der Variablen getroffen. Sofern beide Variablen der Variablenkombination unterschiedliche Skalenniveaus besitzen, kann ein für diese Skalenniveau-Kombination bestimmter Korrelationskoeffizient oder der Korrelationskoeffizient des „niedrigeren“ Skalenniveaus genutzt werden. Die genutzte Statistik-Software SPSS kann hierbei den Korrelationskoeffizienten automatisch berechnen, ohne dass vorher eine manuelle Änderung des Skalenniveaus vorgenommen werden muss (z.B. metrische Werte in kategoriale Wertegruppen einordnen).

Cramers V wird für die Variablen genutzt, bei denen ein kategoriales und ein kategoriales Skalenniveau sowie ein kategoriales und ein ordinales Skalenniveau kombiniert werden. Das ordinale Skalenniveau wird dabei auf ein kategoriales Skalenniveau gebracht, was allerdings einen Informationsverlust bedingt. Für Cramers V gilt die in Tabelle 15 dargestellte Einteilung zur Interpretation der Korrelationskoeffizienten. Bei einem Wert zwischen 0,1 und 0,3 ist von einem schwachen Zusammenhang auszugehen. Ein mittlerer Zusammenhang liegt bei einem Korrelationskoeffizienten zwischen 0,4 und 0,5 vor. Bei einem Wert von $>0,5$ kann von einem starken Zusammenhang gesprochen werden.

Tabelle 15: Interpretation der Korrelationswerte nach Cramers V

Cramers V	Interpretation
0,1 – 0,3	schwacher Zusammenhang
0,4 – 0,5	mittlerer Zusammenhang
$> 0,5$	starker Zusammenhang

Quelle: Eigene Zusammenstellung nach Andreß (2001, o.S.); Bortz und Schuster (2010, S. 165); Cohen (1988, S. 224f.)

Bei zwei Variablen, die metrisch skaliert sind, kann sowohl der Korrelationskoeffizient nach Pearson als auch Spearman Rho genutzt werden. Im Gegensatz zum Pearson Korrelationskoeffizienten setzt der Korrelationskoeffizient nach Spearman Rho keine Normalverteilungsannahme voraus. Dieser bringt jedoch einen Informationsverlust mit sich, aus welchem Grund zunächst die Prüfung auf Normalverteilung erfolgen sollte, um nur bei sicherer Nichtexistenz auf den Spearman Rho zurückzugreifen. Da bei den metrischen Variablen keine Normalverteilung vorliegt, wird für die Berechnung der Korrelationen im Folgenden der Koeffizient nach Spearman Rho genutzt. Die Überprüfung auf Normalverteilung ist dem Anhang E zu entnehmen. Für die Korrelationswerte nach Spearman gilt die in Tabelle 16 dargestellte Einteilung. Bei einem Korrelationskoeffizienten zwischen 0 und 0,2 wird von keinem beziehungsweise geringem Zusammenhang ausgegangen. Wenn sich der Wert zwischen 0,2 und 0,5 bewegt, kann von einem schwachen bis mäßigen Zusammenhang gesprochen werden. Einen deutlichen Zusammenhang weisen zwei Merkmale auf, wenn ihr Korrelationskoeffizient zwischen 0,5 und 0,8 liegt. Bei allem was darüber liegt, kann von einem hohen bis sogar perfekten Zusammenhang ($|r|=1$) ausgegangen werden.

Tabelle 16: Interpretation der Korrelationswerte nach Spearman Rho

Spearman $ r $	Interpretation
0 – 0,2	kein bis geringer Zusammenhang
0,2 – 0,5	schwacher bis mäßiger Zusammenhang
0,5 – 0,8	deutlicher Zusammenhang
0,8 – 1	hoher bis perfekter Zusammenhang
1	perfekter Zusammenhang

Quelle: Eigene Zusammenstellung nach Kosfeld et al. (2016, S. 212); Bourier (2014, S. 213f.); Mittag (2017, S. 128)

Die Kombination aus zwei ordinalen Skalenniveaus sowie einem ordinalen und einem metrischen Skalenniveau benötigt den Korrelationskoeffizienten Kendalls Tau b. Auch hier führt die Überführung des metrischen Skalenniveaus in ein ordinales, indem die Werte in Wertebereiche eingeordnet werden, zu einem unvermeidbaren Informationsverlust.

Ähnlich wie der Spearman-Koeffizient wird Kendalls Tau b interpretiert. Die genaue Einteilung der Korrelationswerte ist in Tabelle 17 abgebildet.

Tabelle 17: Interpretation der Korrelationswerte nach Kendalls Tau b

Kendalls Tau b $ \tau $	Interpretation
0 – 0,2	kein bis geringer monotoner* Zusammenhang
0,2 – 0,5	schwacher bis mäßiger monotoner Zusammenhang
0,5 – 0,8	deutlicher monotoner Zusammenhang
0,8 – 1	hoher bis perfekter monotoner Zusammenhang
1	perfekter monotoner Zusammenhang

* In einer monotonen Beziehung bewegen sich die Variablen tendenziell in dieselbe relative Richtung, aber nicht zwangsläufig mit einer konstanten Rate.

Quelle: Eigene Zusammenstellung nach Kosfeld et al. (2016, S. 212); Bourier (2014, S. 213f.); Mittag (2017, S. 128)

Der Korrelationskoeffizient Eta-Quadrat wird für die Kombination eines metrischen und kategorialen Skalenniveaus genutzt.

Für die Interpretation der Korrelationskoeffizienten nach Eta-Quadrat gilt nach Cohen (1988), wie in Tabelle 18 dargestellt, bei 0,01 ein geringer Effekt, ab 0,06 ein mittlerer Zusammenhang und ab 0,14 gilt der Koeffizient als stark (Rasch et al. 2014, S. 50). Zusätzlich ist zu beachten, dass die Interpretation des Eta-Quadrats mitunter sehr schwierig sein kann, da die Wertebereiche für schwache, mittlere und starke Zusammenhänge sehr nah beieinanderliegen und es sich im Gegensatz zu den anderen Korrelationskoeffizienten um ein gerichtetes Maß handelt (kategorial auf metrisch). Außerdem kann die Einteilung und Interpretation der Werte vom untersuchten Sachgebiet abhängen.

Tabelle 18: Interpretation der Korrelationswerte nach Eta-Quadrat

Eta-Quadrat η^2	Interpretation
0,01 – 0,05	gering
0,06 – 0,14	mittel
> 0,14	stark

Quelle: Eigene Zusammenstellung nach Lenhard und Lenhard (2016, o.S.); Rasch et al. (2014, S. 50)

7.2 Durchführung der Korrelationsanalyse

Für das verfolgte Gruppierungsverfahren müssen zunächst mögliche Zusammenhänge zwischen den Variablen und Objekten analysiert werden, wobei zu Beginn der Analyse nicht bekannt ist, ob überhaupt Zusammenhänge existieren. Dies kann allerdings aufgrund der bisherigen Ergebnisse der Forschungsarbeit vermutet werden. Dies unterscheidet die Clusteranalyse von anderer Gruppenbildungsverfahren, bei denen bereits vor der genaueren Analyse die Existenz und auch Struktur von Zusammenhängen klar ist.

Das Fragebogendesign, wie es in Abschnitt 5.2 beschrieben ist, und die damit verbundene Struktur des Datensatzes, lässt einen Beziehungszusammenhang zwischen den einzelnen Variablen vermuten. Durch die Ermittlung der Korrelationen zwischen allen Variablen lassen sich die Stärke der Beziehungszusammenhänge zwischen den einzelnen Variablen bestimmen und die Variablen auswählen, die für eine Gruppierung geeignet sind. Aus diesem Grund, wird der Datensatz zunächst hinsichtlich seiner Struktur untersucht, um die Kenngrößen auszuwählen. Eine Korrelationsmatrix gibt Aufschluss über die Datenstruktur und bildet eine wichtige Grundlage für die anschließende begründete Auswahl der Clustervariablen und der Prüfung einer möglichen Faktorenanalyse.

Im folgenden Abschnitt wird aus diesem Grund eine Korrelationsanalyse des Datensatzes durchgeführt. Dafür werden zunächst die in der Korrelationsanalyse berücksichtigten Variablen vorgestellt.

7.2.1 Variablen der Korrelationsmatrix

Die Fahrzeugeinsatzvariablen beschreiben den Einsatz der Fahrzeuge und dienen hier als Verhaltensvariablen, auf deren Grundlage die homogenen Gruppen gebildet werden. Für die ganzheitliche Erschließung der Strukturen im Datensatz wurden allerdings alle vorhandenen Variablen in der Analyse berücksichtigt. Der Rohdatensatz besteht aus 7.153 Fahrzeugen. Nach Aufbereitung können 6.105 Fahrzeuge berücksichtigt werden und die Korrelationen von 17 Variablen bestimmt werden. Die Variablen sind Tabelle 19 zu entnehmen.

Tabelle 19: Variablen der Korrelationsmatrix

Ebene	Variable	Beschreibung
Fahrzeugeinsatzvariablen	Fahrziel (Regelmäßigkeit)	Wechselnde oder gleichbleibende Fahrziele
	Maximale Tagesfahrleistung	Maximal an einem Tag gefahrene Fahrstrecke in Kilometern
	Durchschnittliche Tagesfahrleistung	Typische Fahrstrecke pro Tag in Kilometern
	Tage > 140 km	Anzahl der Tage im Jahr, an denen mehr als 140 Kilometer gefahren werden
	Tourenmuster	Schematische Beschreibung der regelmäßigen Tagesstouren
	Fahrziel (Ort)	Art des Fahrziels, das mit dem Fahrzeug überwiegend aufgesucht wird
	Standort (7 h)	Standort des Fahrzeuges außerhalb der Arbeitszeit für gewöhnlich mindestens 7 Stunden
	Standort (30 min)	Standort des Fahrzeuges während der Arbeitszeit für gewöhnlich mindestens 30 Minuten
	Fahrzweck	Fahrzweck für den das Fahrzeug hauptsächlich eingesetzt wird
	Fahrzeugvariablen	Haltedauer
Beschaffungsart		Art, auf die das Fahrzeug beschafft wurde
Fahrzeugsegment		Fahrzeugsegment gemäß Kraftfahrtbundesamt
Antriebsart		Antriebsart des Fahrzeuges
Fahrzeugnutzung		Erlaubnis zur rein dienstlichen oder dienstlich und privaten Nutzung
Unternehmensvariablen	Unternehmensgrößenklasse	Klassierte Anzahl an Beschäftigten im Unternehmen nach 2003/361/EG der EU
	Fuhrparkgrößenklasse	Klassierte Anzahl der Fahrzeuge im Fuhrpark
	Wirtschaftszweigabschnitt	Wirtschaftszweigabschnitt gemäß WZ 2008 des Statistischen Bundesamtes

Quelle: Eigene Zusammenstellung

Tabelle 20: Skalenniveaus der ausgewählten Variablen

Variable	Skalenniveau
Haltedauer	metrisch
Maximale Tagesfahrleistung	metrisch
Durchschnittliche Tagesfahrleistung	metrisch
Tage > 140 km	metrisch
Tourenmuster	kategorial
Fahrtziel (Regelmäßigkeit)	kategorial
Fahrzeugnutzung	kategorial
Standort (7 h)	kategorial
Standort (30 min)	kategorial
Wirtschaftszweig	kategorial
Beschaffungsart	kategorial
Fahrzeugsegment	kategorial
Antriebsart	kategorial
Unternehmensgrößenklasse	ordinal
Fuhrparkgrößenklasse	ordinal
Fahrtzweck	kategorial
Fahrtziel (Ort)	kategorial

Quelle: Eigene Zusammenstellung

Tabelle 21: Korrelationskoeffizienten der Skalenniveau-Kombinationen

Skalenniveau-Kombination	Korrelationskoeffizient
kategorial/kategorial	Cramers V
ordinal/ordinal	Kendalls Tau
metrisch/metrisch	Spearman Rho
kategorial/ordinal	Cramers V
ordinal/metrisch	Kendalls Tau
metrisch/kategorial	Eta-Quadrat

Quelle: Eigene Zusammenstellung

Tabelle 22: Korrelationsmatrix mit absoluten Korrelationen

	Fahrzeugeinsatz											Fahrzeug					Unternehmen																		
	Fahrziel (Regelmäßigkeit)	maximale TFL	durchschnittliche TFL	Tage > 140 km	Tourenmuster	Fahrziel (Ort)	Standort (7 h)	Standort (30 min)	Fahrtzweck	Haltdauer	Beschaffungsart	Fahrzeugsegment	Antriebsart	Fahrzeugnutzung	Unternehmensgrößenklasse	Fuhrparkgrößenklasse	Wirtschaftszweigabschnitt																		
Fahrziel (Regelmäßigkeit)	0,036																																		
maximale TFL		0,043																																	
durchschnittliche TFL			0																																
Tage > 140 km				0,278																															
Tourenmuster					0,048																														
Fahrziel (Ort)						0,046																													
Standort (7 h)							0,13																												
Standort (30 min)								0,162																											
Fahrtzweck									0,07																										
Haltdauer										0,046																									
Beschaffungsart											0,022																								
Fahrzeugsegment												0,061																							
Antriebsart													0,066																						
Fahrzeugnutzung														0,102																					
Unternehmensgrößenklasse															0,0485																				
Fuhrparkgrößenklasse																0,119																			
Wirtschaftszweigabschnitt																	0,608																		
																		0,599																	
																			0,571																
																				0,718															
																					0,844														
																						0,715													
																							0,068												
																								0,753											
																									0,042										
																										0,157									
																											0,127								
																												0,179							
																													0,032						
																														0,088					
																															0,138				
																																0,073			
																																	0,273		
																																		0,422	
																																			0,305

Skalenniveau der Variablen und Korrelationskoeffizienten

- kategorial/ordinal (Cramers V)
- ordinal/metrisch (Kendalls Tau)
- metrisch/kategorial (Eta-Quadrat)
- kategorial/kategorial (Cramers V)
- ordinal/ordinal (Kendalls Tau)
- metrisch/metrisch (Spearman Rho)

Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 7.153 Fahrzeuge)

Tabelle 23: Korrelationsmatrix mit relativer Bewertung der Zusammenhangsstärken

	Fahrzeugeinsatz										Fahrzeug				Unternehmen		
	Fahrziel (Regelmäßigkeit)	maximale TFL	durchschnittliche TFL	Tage > 140 km	Tourenmuster	Fahrziel (Ort)	Standort (7 h)	Standort (30 min)	Fahrtzweck	Halbedauer	Beschaffungsart	Fahrzeugsegment	Antriebsart	Fahrzeugnutzung	Unternehmensgrößenklasse	Fuhrparkgrößenklasse	Wirtschaftszweigabschnitt
Fahrtziel (Regelmäßigkeit)																	
maximale TFL	schwach **																
durchschnittliche TFL	schwach **	stark *															
Tage > 140 km	schwach **	stark *	stark *														
Tourenmuster	schwach **	schwach **	schwach **	mittel **													
Fahrziel (Ort)	stark **	schwach **	mittel **	schwach **	schwach **												
Standort (7 h)	stark **	mittel **	stark **	mittel **	mittel **	mittel **											
Standort (30 min)	stark **	mittel **	mittel **	mittel **	schwach **	schwach **	stark **										
Fahrtzweck	stark **	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **	stark **	stark **									
Halbedauer	mittel **	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **	mittel **	schwach **	mittel **								
Beschaffungsart	stark **	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **	stark **	stark **	stark **	stark **	stark **							
Fahrzeugsegment	stark **	mittel **	mittel **	mittel **	schwach **	mittel **	mittel **	mittel **	stark **	stark **	stark **						
Antriebsart	stark **	mittel **	schwach **	schwach **	schwach **	stark **	stark **	stark **	stark **	stark **	stark **	stark **					
Fahrzeugnutzung	stark **	stark **	mittel **	mittel **	schwach **	stark **	stark **	stark **	stark **	stark **	stark **	stark **	stark **				
Unternehmensgrößenklasse	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **	stark **	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **			
Fuhrparkgrößenklasse	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **	mittel **	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **	schwach **		
Wirtschaftszweigabschnitt	mittel **	stark **	mittel **	stark **	mittel **	stark **	mittel **	mittel **	stark **	stark **	mittel **	mittel **	mittel **	mittel **	mittel **	mittel **	mittel **

Relative Bewertung

schwach	Spearman	Eta-Quadrat	Cramers V	Kendalls Tau b
schwach	schwach	schwach	schwach	schwach
mittel	schwach	schwach	schwach	schwach
stark	stark	stark	stark	stark

Interpretation

0 - 0,2	kein bis geringer Zusammenhang	0,01 - 0,05	gering	0 - 0,2	kein bis geringer monotoner Zusammenhang
0,2 - 0,5	schwacher bis mäßiger Zusammenhang	0,06 - 0,14	mittel	0,2 - 0,5	schwacher bis mäßiger monotoner Zusammenhang
0,5 - 0,8	deutlicher Zusammenhang	> 0,14	stark	0,5 - 0,8	deutlicher monotoner Zusammenhang
0,8 - 1	hoher bis perfekter Zusammenhang	1	perfekter Zusammenhang	0,8 - 1	hoher bis perfekter monotoner Zusammenhang

Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage VaS-Fuhrparkfassung (N=7.153 Fahrzeuge)

Wie in Abschnitt 7.1.2 erläutert, basiert die Auswahl der passenden Korrelationskoeffizienten auf den Skalenniveaus der jeweiligen Variablen. Die Skalenniveaus der untersuchten Variablen lassen sich Tabelle 20 entnehmen.

Für die sechs möglichen Kombinationen der Skalenniveaus werden, wie in Kapitel 7.1.2.3 beschrieben, die in Tabelle 21 dargestellten Korrelationskoeffizienten berechnet.

In einem ersten Schritt wurde für jede Variablenkombination die Anzahl der Fahrzeuge berechnet, bei denen bei beiden Variablen ein Wert vorhanden ist. Die genaue Anzahl der Fahrzeuge je Variablenkombinationen lassen sich der Tabelle A.3 im Anhang F auf Seite 289 entnehmen. Auf diese Weise wurden die Fehlwerte beseitigt. Bei den meisten Variablenkombinationen liegen Werte für 4.000 bis 5.000 Fahrzeuge vor, mit denen darauf aufbauend der Korrelationswert berechnet worden ist. Bei den übrigen Fahrzeugen war bei mindestens einer der kombinierten Variablen kein Wert angegeben.

Die Ergebnisse der Korrelationsanalyse sind in Tabelle 22 und Tabelle 23 dargestellt. Während Tabelle 22 die Korrelationsmatrix auf Grundlage der unterschiedlichen Korrelationskoeffizienten, die den Variablen zugrunde liegen, mit ihren absoluten Werten darstellt, sind in Tabelle 23 die Korrelationen zwecks besserer Vergleichbarkeit gemäß ihrer Zusammenhangstärke relativ bewertet. Die relative Einordnung erfolgt auf Grundlage der Wertebereiche der jeweiligen Korrelationskoeffizienten, die dem Abschnitt 7.1.2.3 zu entnehmen sind. Dabei werden die Wertebereiche in drei Kategorien zusammengefasst, sodass für die Interpretation schwache, mittlere und starke Zusammenhänge existieren.

7.2.2 Ergebnisse der Korrelationsanalyse

Die Korrelationsmatrix liefert eine wichtige Grundlage für die sorgfältig begründete Auswahl der Clustervariablen und generiert zusätzliches Verständnis für den Datensatz. Im Folgenden werden einige für die Ableitung der Clustervariablen relevanten Ergebnisse vorgestellt.

Da in der Literatur besonders die Rolle der stark korrelierenden Merkmale diskutiert wird und der Umgang mit diesen einen erheblichen Einfluss auf die Ergebnisse der Clusteranalyse haben kann (u.a. Deneke 2004; Milligan 1996), werden im Folgenden nur die Variablenkombination mit einem starken Zusammenhang diskutiert.

metrisch/metrisch

Die Korrelationsanalyse zeigt, dass zwischen der maximalen Tagesfahrleistung und der Anzahl an Tagen, an denen mehr als 140 Kilometer zurückgelegt werden, ein deutlicher Zusammenhang besteht, der je nach Interpretationsgrundlage als hoher Zusammenhang gewertet werden kann. Dieser Zusammenhang und auch die Stärke der Ausprägung erscheint logisch, da mit einer steigenden maximalen Tagesfahrleistung auch die Anzahl der Tage wahrscheinlicher wird, an denen das Fahrzeug mehr als 140 Kilometer zurücklegt.

Auch zwischen der maximalen und der durchschnittlichen Tagesfahrleistung besteht ein Zusammenhang, der sich im Übergang zwischen einem mäßigen und einem deutlichen Zusammenhang befindet. Auch hier ist die Kausalität zu erkennen, da mit einer Steigerung der maximalen Tagesfahrleistung auch die durchschnittliche Tagesfahrleistung einen möglichen Anstieg erfährt.

Der schwächste der drei Zusammenhänge, die bei den metrischen Variablen zu identifizieren sind, ist die Korrelation zwischen der durchschnittlichen Tagesfahrleistung und der Anzahl an Tagen, an denen über 140 Kilometer zurückgelegt werden.

Tabelle 24: Variablenkombinationen metrisch/metrisch mit hohen Korrelationen nach Spearman Rho

Hohe Korrelationen metrisch/metrisch		
Maximale Tagesfahrleistung	Tage >140 km	0,803
Maximale Tagesfahrleistung	Durchschnittliche Tagesfahrleistung	0,596
Durchschnittliche Tagesfahrleistung	Tage >140 km	0,587

Quelle: Eigene Darstellung

metrisch/kategorial

Bei der Analyse der Zusammenhänge zwischen den metrischen und den kategorialen Variablen fällt besonders der sehr hohe Korrelationswert zwischen Beschaffungsart und Haltedauer auf. Die Sinnhaftigkeit dieses hohen Zusammenhanges ist darin begründet, dass die Dauer der Fahrzeughaltung sehr charakteristisch für die jeweilige Beschaffungsart ist. Während geleaste Fahrzeuge vertraglich festgelegte Nutzungsdauern von zumeist 3 Jahren haben, werden Fahrzeuge, die im Eigentum der Organisation sind, signifikant länger genutzt.

Der hohe Korrelationswert zwischen der Fahrzeugnutzung und der maximalen Tagesfahrleistung ist darauf zurückzuführen, dass Fahrzeuge, die sowohl dienstlich als auch privat genutzt werden dürfen, der Vermutung nach höhere maximale Tagesfahrleistungen zurücklegen.

Der Wirtschaftszweigabschnitt steht sowohl mit der maximalen Tagesfahrleistung als auch mit der Anzahl an Tagen, an denen über 140 Kilometer gefahren werden, in einem starken Zusammenhangsverhältnis, was vermuten lässt, dass es einen Unterschied in der Verkehrsaffinität der einzelnen Wirtschaftszweige gibt. Darüber hinaus besteht zwischen der durchschnittlichen Tagesfahrleistung und dem Ort, an dem das Fahrzeug bei einer Aufenthaltsdauer von mehr als 7 Stunden abgestellt wird, ein starker Zusammenhang.

Die genannten Variablenkombinationen sind der Tabelle 25 zu entnehmen.

Tabelle 25: Variablenkombinationen metrisch/kategorial mit hohen Korrelationen nach Eta-Quadrat

Hohe Korrelationen metrisch/kategorial		
Beschaffungsart	Haltedauer	0,485
Fahrzeugnutzung	Maximale Tagesfahrleistung	0,188
Wirtschaftszweigabschnitt	Maximale Tagesfahrleistung	0,186
Wirtschaftszweigabschnitt	Tage >140 km	0,171
Standort (7 h)	Durchschnittliche Tagesfahrleistung	0,162

Quelle: Eigene Darstellung

kategorial/kategorial

Da 13 der analysierten Variablen ein kategoriales Skalenniveau besitzen, existieren dementsprechend viele hohe Korrelationen innerhalb dieser Variablenkombinationen. Insgesamt sind zwischen den kategorialen Variablen 35 Zusammenhänge, die als stark bewertet werden können. In Tabelle 26 sind die Variablenkombinationen mit einer starken Korrelation gelistet.

Aufgrund der hohen Anzahl an Kombinationen wird im Folgenden nur auf einige ausgewählte Zusammenhänge eingegangen. Auffällig sind an dieser Stelle die vielen hohen Korrelationen mit der Fahrtzielregelmäßigkeit und der Fahrzeugnutzung. Dies kann auf die dichotome Eigenschaft der Variablen zurückzuführen sein. Gleichzeitig ist aber auch nicht auszuschließen, dass die beiden Variablen einen großen Einfluss auf die übrigen

Merkmalsausprägungen haben. Darüber hinaus ist auffällig, dass die Variablen zum Verbleib des Fahrzeuges bei einer Standzeit von über 7 Stunden oder 30 Minuten in den selben Variablenkombinationen und auch untereinander stark korrelieren.

Tabelle 26: Variablenkombinationen kategorial/kategorial mit hohen Korrelationen nach Cramers V

Hohe Korrelationen kategorial/kategorial		
Fahrtziel (Regelmäßigkeit)	Fahrzeugnutzung	0,707
Fahrtziel (Regelmäßigkeit)	Standort (7 h)	0,713
Fahrtziel (Regelmäßigkeit)	Standort (30 min)	0,728
Fahrtziel (Regelmäßigkeit)	Beschaffungsart	0,708
Fahrtziel (Regelmäßigkeit)	Fahrzeugsegment	0,716
Fahrtziel (Regelmäßigkeit)	Antriebsart	0,71
Fahrtziel (Regelmäßigkeit)	Fahrtzweck	0,709
Fahrtziel (Regelmäßigkeit)	Fahrtziel (Ort)	0,763
Fahrzeugnutzung	Standort (7 h)	0,876
Fahrzeugnutzung	Standort (30 min)	0,72
Fahrzeugnutzung	Beschaffungsart	0,715
Fahrzeugnutzung	Fahrzeugsegment	0,844
Fahrzeugnutzung	Antriebsart	0,718
Fahrzeugnutzung	Fahrtzweck	0,753
Fahrzeugnutzung	Fahrtziel (Ort)	0,724
Standort (7 h)	Standort (30 min)	0,523
Standort (7 h)	Beschaffungsart	0,594
Standort (7 h)	Antriebsart	0,512
Standort (7 h)	Fahrtzweck	0,555
Standort (30 min)	Beschaffungsart	0,592
Standort (30 min)	Antriebsart	0,533
Standort (30 min)	Fahrtzweck	0,545
Wirtschaftszweigabschnitt	Beschaffungsart	0,627
Wirtschaftszweigabschnitt	Fahrtzweck	0,584
Wirtschaftszweigabschnitt	Fahrtziel (Ort)	0,559

Hohe Korrelationen kategorial/kategorial		
Beschaffungsart	Fahrzeugsegment	0,608
Beschaffungsart	Antriebsart	0,599
Beschaffungsart	Fahrtzweck	0,604
Beschaffungsart	Fahrtziel (Ort)	0,588
Fahrzeugsegment	Antriebsart	0,571
Fahrzeugsegment	Fahrtzweck	0,565
Antriebsart	Fahrtzweck	0,515
Antriebsart	Fahrtziel (Ort)	0,523

Quelle: Eigene Darstellung

kategorial/ordinal

Bei Betrachtung der Variablenkombinationen aus kategorialen und ordinalen Skalenniveaus in Tabelle 27 wird ein starker Zusammenhang zwischen der Unternehmensgrößenklasse und dem Fahrtzweck sowie dem Fahrtziel deutlich.

Tabelle 27: Variablenkombinationen kategorial/ordinal mit hohen Korrelationen nach Cramers V

Hohe Korrelationen kategorial/ordinal		
Unternehmensgrößenklasse	Fahrtzweck	0,516
Unternehmensgrößenklasse	Fahrtziel (Ort)	0,522

Quelle: Eigene Darstellung

Die Ergebnisse der Korrelationsanalyse bilden die Grundlage für weitere Schlussfolgerungen, für die anschließende Clusteranalyse. Die ermittelten Zusammenhänge geben Anhaltspunkte dafür, welche der Variablen als Clustervariablen zu nutzen sind und welche auf Grund ihrer starken Korrelationen mit anderen, zunächst eher unberücksichtigt bleiben sollten und daher nicht als Clustervariablen in Frage kommen.

Wie bereits zu Anfang dieses Kapitels eingeführt, stellen die fahrzeugspezifischen Variablen die möglichen Clustervariablen dar, da diese das Verkehrsverhalten abbilden. Aus diesem Grund wird im Folgenden die jeweilige Verwendbarkeit der fahrzeugspezifischen Variablen in Abhängigkeit der analysierten Korrelationen diskutiert.

Maximale und durchschnittliche Tagesfahrleistung; Tage > 140 km:

Die maximale Tagesfahrleistung, die Anzahl an Tagen, an denen mehr als 140 Kilometer gefahren werden und die durchschnittliche Tagesfahrleistung besitzen untereinander hohe Korrelationen, die darauf zurückzuführen sind, dass allen Variablen die Tagesfahrleistungen der Fahrzeuge zugrunde liegt. Von einer parallelen Nutzung aller drei Variablen als Clustervariablen sollte abgesehen werden.

Fahrtziel (Regelmäßigkeit):

Aufgrund ihrer dichotomen Beschaffenheit, der Existenz lediglich zweier Merkmalsausprägungen, weist die Variable hohe Korrelationen mit anderen Variablen auf. Sie besitzt folglich zu wenig Kategorien für eine Berücksichtigung als Clustervariablen und hätte einen starken Einfluss auf die Clusterbildung, weswegen der Informationsgewinn und die Interpretierbarkeit gleichzeitig abnehmen würden.

Standort (7 h):

Die Korrelationsanalyse zeigt zudem, dass die durchschnittliche Tagesfahrleistung und der Aufenthaltsort der Fahrzeuge, bei einer Einsatzunterbrechung von mehr als 7 Stunden, in einem Zusammenhang zueinanderstehen. Da dieser Zusammenhang nicht auf eine Eigenschaft zurückzuführen ist, die beide Variablen gemein haben und nicht durch eine offensichtliche Kausalität zu begründen ist, kann eine Verwendung beider Variablen nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden, da dieser Zusammenhang unter Umständen strukturgebend ist.

Fahrtzweck:

Der Fahrtzweck korreliert teilweise sehr stark mit anderen Variablen und weist insgesamt eine hohe Anzahl an Zusammenhängen zu anderen Variablen auf. Entsprechend der hohen Anzahl an Korrelationen empfiehlt sich diese Variable in dem Clusterbildungsprozess unberücksichtigt zu lassen und sie als Evaluationsvariable zu nutzen. Als Evaluationsvariable kann der Fahrtzweck im Anschluss an die Gruppierung für die Deutung des jeweiligen Clusters genutzt werden.

Standort (30 min):

Bei Vernachlässigung des Fahrtzwecks weist die Variable mit Bezug zur Standzeit von unter 30 Minuten keinerlei weitere hohe Korrelationen auf.

Tourenmuster:

Das Tourenmuster kann ohne jegliche Einschränkungen als Clustervariable aufgenommen werden.

Fahrtziel (Ort):

Der Ort des Fahrtziels weist keine hohen Korrelationen mit anderen Verhaltensvariablen auf.

Tabelle 28 fasst die zuvor getätigte Auswahl der hergeleiteten möglichen Clustervariablen noch einmal zusammen.

Tabelle 28: Einordnung der Variablen

Nicht als Clustervariablen zu nutzen	Mögliche Clustervariablen, Eignung prüfen	Evaluationsvariablen
<ul style="list-style-type: none"> • Fahrtzweck • Fahrtziel (Regelmäßigkeit) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tourenmuster • Standort (30 min) • Fahrtziel (Ort) • Maximale Tagesfahrleistung und/oder durchschnittliche Tagesfahrleistung und/oder Tage > 140 km • Standort (7 h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Haltedauer • Beschaffungsart • Fahrzeugsegment • Antriebsart • Fahrzeugnutzung • Unternehmensgrößenklasse • Fuhrparkgrößenklasse • Wirtschaftszweigabschnitt

Quelle: Eigene Darstellung

Welche der möglichen Variablen sich auch inhaltlich als Clustervariablen zur Bildung charakteristischer Fahrprofile eignen, wird im Folgenden näher herausgearbeitet. Dabei gilt es, wie bereits an anderer Stelle schon detaillierter erläutert, den Zielkonflikt zwischen Handhabbarkeit, sprich Anzahl der Clustervariablen und Informationsgewinn auszubalancieren.

7.3 Ableitung der Clustervariablen und Schlussfolgerungen für die weitere Analyse

Als Voraussetzung für eine gelungene Clusteranalyse ist zunächst die Problemstellung der angedachten Untersuchung zu konkretisieren, die sich aus den Forschungsfragen des Gesamtvorhabens ableitet. Die Clusteranalyse wird in dieser Arbeit genutzt, um zu klären, ob sich verhaltenshomogene Gruppen im Personenwirtschaftsverkehr der Hamburger Metropolregion identifizieren und sich hinsichtlich der dahinterliegenden Mobilitätsmuster differenzieren lassen. Zur Clusteranalyse existieren, wie in Abschnitt 7.1.2.1 erläutert, unterschiedliche Verfahren. Im Folgenden wird zur Bestimmung der Mobilitätsmuster das Two-Step-Clusterverfahren benutzt, da bei der Clusterbildung sowohl nominal als auch metrisch skalierte Variablen berücksichtigt werden können sowie die Analyse eines sehr großen Datensatzes überhaupt möglich ist (Tkaczynski 2017, S. 113). Die Kombination dieser beiden Merkmale ermöglicht nur die Nutzung der Two-Step-Methode. Wie in Abschnitt 7.1.2.2 vorgestellt, gibt es bei einer Clusteranalyse die Möglichkeit eine Faktorenanalyse vorzuschalten. Mehrere im Laufe der Arbeit vorgestellte Sachverhalte führen aber zu der Erkenntnis, dass für den weiteren Verlauf der Arbeit auf eine Faktorenanalyse verzichtet werden kann. Die folgenden Gründe sprechen für eine sorgfältig begründete Auswahl der Clustervariablen statt der Nutzung einer Faktorenanalyse: Insgesamt existieren diverse Literaturquellen, die sich ausdrücklich für die Existenz von Korrelationen in Clustern aussprechen (Deneke 2004, S. 42; Milligan 1996, S. 347f.). Dennoch können die Korrelationen aufgrund der zuvor aufgeführten Bedeutung als Gewichtung von Teilaspekten interpretiert werden. Eine Übergewichtung bestimmter Eigenschaften lässt sich durch das Ausschließen einzelner Variablen umgehen. Für die anschließende Auswahl der Clustervariablen gilt demnach zwar die Vermeidung vieler hoch korrelierender Variablen, dennoch muss aber berücksichtigt werden, dass diese Korrelationen gleichzeitig strukturgebend sein können.

Das Mobilitätsverhalten von Unternehmen wird über ihre wirtschaftsverkehrsspezifischen Aktivitäten definiert, die beispielsweise durch die von ihnen eingesetzten Fahrzeuge repräsentiert werden. Folglich müssen die Fahrzeuge der Unternehmen analysiert und durch ähnliche Fahrprofile zu Gruppen kategorisiert werden, um kraftfahrzeuggebundene Mobilitätsmuster der Unternehmen abbilden zu können.

Um Zusammenhänge zu entdecken, werden zunächst Kenngrößen oder ein Indikatorenset des betrachteten Verhaltens analysiert. Die Konzentration auf bestimmte Kenngrößen ist naturgemäß mit einem Informationsverlust verbunden, der durch die Nichtbeachtung weiterer Kenngrößen bedingt ist. Bat und Koppelman (1999, S. 119) beschreiben beispielsweise, dass Mobilitätsanalysen ohne Berücksichtigung der zeitlichen Komponente kein ganzheitliches Bild darstellen. Hier stellt die Zeit die nicht betrachtete Kenngröße dar.

„The consequence [of not considering the time-use context] is that trip-based methods lose sight of the broader picture within which travel decisions are made.“ (Bhat und Koppelman 1999, S. 119)

Nach Wittwer (2014, S. 61) sei bei der Betrachtung der Kenngrößen wesentlich, welche Präzision zur Abbildung des Verkehrsverhaltens bei der Fragestellung notwendig ist. Während bei einer agentenbasierten, mikroskopischen Verhaltenssimulation ein vollständiges Verständnis der Zusammenhänge sinnvoll und notwendig ist, ist nach Wittwer (2014, S. 61) für eine verkehrssoziologische Auseinandersetzung ein Set von Verhaltenskenngößen ausreichend präzise, da in erster Linie auf die Erklärung grundsätzlicher Verhaltensunterschiede und der Aufdeckung möglicher Ursachen abzielen ist. Da die vorliegende Zielstellung darauf abzielt, Verhaltensunterschiede in den Mobilitätsmustern im Personenwirtschaftsverkehr aufzudecken, werden zunächst die dafür notwendigen Verhaltenskenngößen herausgearbeitet.

Da Fahrprofile in Abhängigkeit vom Erkenntnisinteresse durch verschiedene Kenngrößen beschrieben werden können, ist die Auswahl der Kenngrößen nicht eindeutig, sondern vielmehr durch das Ziel der Untersuchung bedingt. Während für einige Fragestellungen nur der Einsatz des Fahrzeuges im Verkehr von Interesse sein kann, ist für andere auch der Aufenthalt der Fahrzeuge zwischen den Fahrten interessant.

Die hier vorliegende Fragestellung, ob im Personenwirtschaftsverkehr verhaltenshomogene Mobilitätsmuster existieren und wie sich diese unterscheiden, erfordert die Berücksichtigung von Kenngrößen, die dieses Verhalten beeinflussen. Es konnte bereits abgeleitet werden (Abschnitt 4.3), dass eine Änderung der Entscheidung, beispielsweise der logistischen Strategien, zu Verhaltensänderungen bzw. erkennbaren Verhaltensunterschieden im

Verkehr führen, diese Entscheidungen und ihre Bedeutung für den Verkehr bei der Analyse von Mobilitätsprofilen aber bisher nur wenig betrachtet wurden (Löwa und Flämig 2011, S. 2).

Um die charakteristischen Mobilitätsprofile hinsichtlich ihrer Unterschiede interpretieren zu können, muss hierfür zunächst aus den Verhaltensvariablen des vorliegenden Datensatzes ein typisches Fahrprofil systematisch aufgebaut werden. Ein Fahrprofil im Personenwirtschaftsverkehrssystem kann, wie viele Systeme im Verkehr, im Wesentlichen über seine Knoten und Kanten definiert werden. Für das Verkehrsgeschehen sind dabei die typischen täglichen Bewegungen auf den Kanten und die Aktivitäten sowie der Verbleib des Fahrzeuges auf den Knoten von besonderem Interesse, die im Nachfolgenden näher beschrieben werden.

Da das Tourenmuster Aufschluss über die räumlichen Zusammenhänge zwischen den Knoten und Kanten im Fahrprofil gibt und die Korrelationsanalyse die Verwendbarkeit statistisch erlaubt, wird diese Variable in die Clusterung einbezogen.

Neben der räumlichen Komponente ist allerdings genauso wichtig, welche Fahrleistung hinter diesen Mustern steht. Um die Aktivitäten der Fahrzeuge auf den Kanten zu verstehen, sollten auch Angaben zu Fahrleistungen einbezogen werden. Da, wie aus der vorangegangenen Analyse deutlich wird, die drei Variablen, die Aufschluss über die Fahrleistung der Fahrzeuge geben, nicht gleichzeitig als Clustervariablen genutzt werden sollten, gilt es hier eine Auswahl zu treffen. Die tägliche durchschnittliche Tagesfahrleistung eignet sich, da diese über die regelmäßigen Fahrten Auskunft gibt. Die zusätzliche Berücksichtigung der Anzahl an Tagen, an denen über 140 Kilometer am Tag zurückgelegt werden, ermöglicht die Betrachtung der Ausnahmen und lässt Ableitungen zu den maximalen Tagesfahrleistungen zu, ohne die Variablenkombinationen der Fahrleistung mit starken Korrelationen nutzen zu müssen. Darüber hinaus fallen in der Verteilung der maximalen Tagesfahrleistung besonders starke Peaks bei 50, 100 und 150 Kilometern⁶ auf, was die Verwendung der Variable in Anbetracht ihrer Aussagefähigkeit zudem einschränkt.

6 Diese empirische Erscheinung ist vermutlich auf das Antwortverhalten der Befragten zurückzuführen, die bei Unsicherheit zu charakteristischen Ausprägungen tendieren.

Um ebenso Aussagen über den Einfluss der Knotenaktivitäten auf das Mobilitätsverhalten der Unternehmen treffen zu können, sollten Variablen in die Profilbildung einbezogen werden, die Ableitungen zum Verbleib des Fahrzeuges nach der Raumüberwindung zulassen. Hierfür eignen sich grundsätzlich die Variablen Standort (30 min) und Standort (7h). Da es sich bei den Angaben zum Standort des Fahrzeuges bei einer 30-minütigen Unterbrechung allerdings um sehr kurze Stopps handelt, ist der Erkenntnisgewinn zu gering, als dass diese Variable als Clustervariable zu berücksichtigen ist.

Mehr Aufschluss über den Verbleib eines Fahrzeuges nach der Nutzung gibt die Variable Standort (7 h). Da die Variable allerdings mit der durchschnittlichen Tagesfahrleistung korreliert, wurde sie erst nach sorgfältiger Prüfung ihrer Auswirkungen als Clustervariable verwendet. Die Ergebnisse der folgenden Clusteranalyse zeigen die Eignung der Variable als Clustervariable.

Eine weitere Variable, durch die sich ein Knoten genauer definieren ließe, ist das Fahrtziel (Ort). Nachdem für die Variablen Standort (7 h) und Fahrtziel (Ort) in einem iterativen Prozess Clusteranalysen durchgeführt worden sind, konnte festgestellt werden, dass die Analyse bei Berücksichtigung der Variable Standort (7 h) zu besseren Ergebnissen führt. Die Ergebnisse der Clusteranalyse, in der statt der Variable Standort (7 h) die Variable Fahrtziel (Ort) berücksichtigt wurde, findet sich im Anhang G auf Seite 290. Die Variable Fahrtziel (Ort) hat eine weniger gute Trennwirkung und somit geringere Bedeutung bei der Bildung homogener Fahrprofile. Aus zusätzlichen Gründen der Komplexitätsreduktion wurde die Entscheidung getroffen, dass die Variable im weiteren Verlauf der Arbeit nicht als Clustervariable, dennoch aber als Evaluationsvariable verwendet wird, um bei der Interpretation der Mobilitätsmuster einen Erklärungsbeitrag zu leisten.

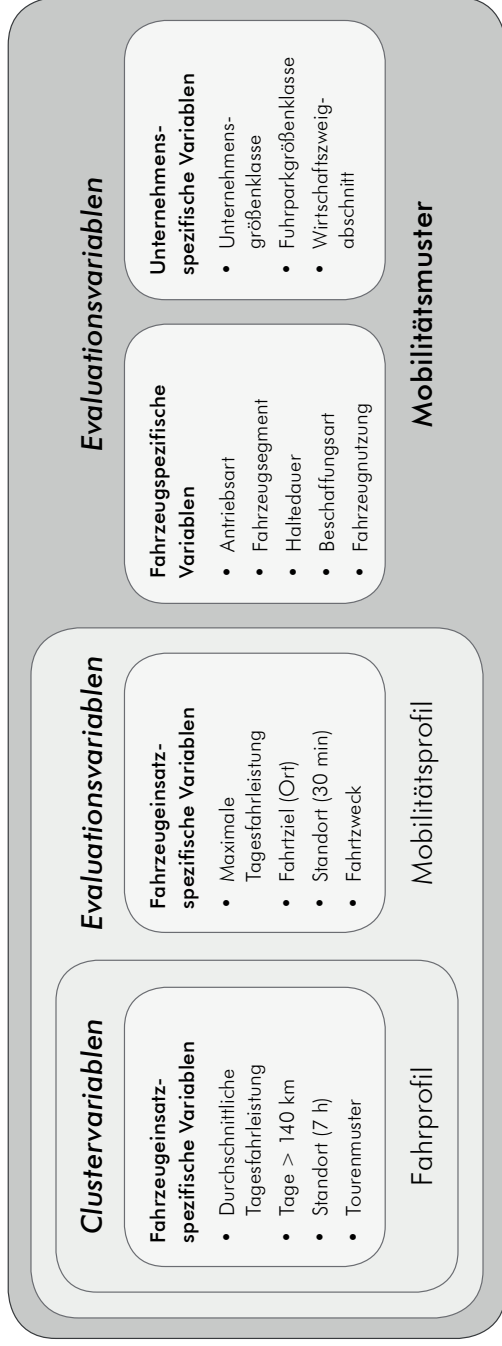
Die gewählte Einordnung der Variablen spiegelt die Abbildung 10 wider. Aus den genannten vier fahrzeugeinsatzspezifischen Variablen, die als Clustervariablen genutzt werden, wird ein Fahrprofil gebildet. Alle übrigen Variablen der drei Teilsysteme können als Evaluationsvariablen des Fahrprofils genutzt werden. Die Evaluationsvariablen des Fahrzeugeinsatzes bilden gemeinsam mit dem Fahrprofil das Mobilitätsprofil. Die zur Evaluation zu nutzenden fahrzeugspezifischen und unternehmensspezifischen Variablen erweitern das Mobilitätsprofil zum Mobilitätsmuster.

Die Fahrtzielregelmäßigkeit wurde aufgrund ihrer dichotomen Beschaffenheit als Clustervariable ausgeschlossen, da diese Eigenschaft die Ausprägungen der Cluster zu wenig unterscheiden würde, was wiederum sehr stark die Clusterbildung beeinflussen kann. Aus demselben Grund eignet sich die Fahrtzielregelmäßigkeit dazu, das im Rahmen der Hypothese in Kapitel 4.3 zu hinterfragende Entscheidungsverhalten abzubilden. Die Regelmäßigkeit, mit der Ziele angefahren werden, ist darüber hinaus in zweierlei Hinsicht wichtig für das Verständnis des Verkehrsgeschehens im Personenwirtschaftsverkehr. Erstens gibt die Unterscheidung von wechselnden und gleichbleibenden Zielen Aufschluss über die Regelmäßigkeit der abgebildeten Profile und zweitens über die Struktur der Muster. Verkehrssysteme von Fahrzeugen, die wechselnde Ziele anfahren, besitzen mehr potentielle Knoten und Kanten und zudem kann auch eine unbegrenzte Anzahl hinzukommen. Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen spannen hingegen ein beständiges kleineres Netz aus Knoten und Kanten.

Ausführliche Voranalysen der Variable Fahrtzielregelmäßigkeit haben gezeigt, dass die resultierenden Gruppen nicht zufriedenstellend sind, wenn diese dichotome Variable genutzt wird. Um die Frage nach den Verhaltensunterschieden in Abhängigkeit der Entscheidung zur Fahrtzielregelmäßigkeit zu beantworten, wird der Datensatz in Fahrzeuge mit wechselnden und gleichbleibenden Zielen geteilt. Die entstehenden Teildatensätze sind für sich groß genug und weisen jeweils noch einen interpretationsfähigen Umfang auf.

In der Clusteranalyse können nur Datensätze berücksichtigt werden, die frei von Fehlwerten sind. Ausreißer im Datensatz wurden vor der Clusteranalyse beseitigt sowie Fahrzeuge mit unplausiblen oder fehlerhaften Werten aus der Analyse ausgeschlossen. In der vorliegenden Stichprobe blieben so 3.830 Fahrzeuge übrig. Um aber möglichst viele Fahrzeuge in den Gruppierungsprozess einbeziehen zu können, wurden zusätzlich all jene Fahrzeuge integriert, die zwar in den Evaluierungsfeldern Fehlwerte besitzen, nicht aber in den Clustervariablen. Da die Evaluierungsfelder lediglich für die anschließende Interpretation und Analyse der Clusterlösungen wichtig sind, nicht aber für die Kategorisierung an sich, schränkt dies die Clusterung nicht ein. So konnte eine Stichprobengröße von 4.308 Fahrzeugen erreicht werden. Davon fahren 3.553 Fahrzeuge wechselnde Ziele und 755 Fahrzeuge gleichbleibende Ziele an. Zwar führt die Teilung des Datensatzes zu einer Reduktion der Stichprobengröße, jedoch ist aufgrund der großen Grundgesamtheit

Abbildung 10: Aufbau des Mobilitätsmusters aus Clustervariablen und Evaluationsvariablen



Quelle: Eigene Darstellung

jeweils noch ein interpretationsfähiger Umfang der Teildatensätze gegeben. Um trotz der unterschiedlichen Stichproben und Stichprobengrößen eine Vergleichbarkeit in der Typologisierung zu gewährleisten, werden die beiden Stichproben im Anhang H hinsichtlich ihrer Strukturparameter gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass auch der geteilte Datensatz eine Vielzahl an Unternehmens- und Fuhrparkgrößen aus verschiedenen Wirtschaftszweigabschnitten repräsentiert.

In den folgenden Kapiteln 7.4 und 7.5 werden die Cluster zunächst deskriptiv beschrieben aber auch bereits ihrer Bedeutung nach benannt. Mit der Benennung der Cluster wird den Fahrprofilen ein Sinn zugesprochen und eine Bedeutung zugewiesen, was sie bereits in gewisser Weise interpretiert und als Mobilitätsmuster charakterisiert (siehe hierzu Kapitel 7.1.1). Dieser Vorgriff der Interpretation dient der gesteigerten Übersichtlichkeit innerhalb der Forschungsarbeit.

Die Benennung der im Folgenden resultierenden Gruppen baut zunächst auf den in Kapitel 2.3 hergeleiteten Strukturen im Personenwirtschaftsverkehr auf. Zusätzlich wird die Gruppe der Werk-Mobilen eingeführt. Von diesen Fahrzeugen ist bekannt, dass sie im Werkverkehr eingesetzt werden, also mobil sind, aber keinem genauen Tourenmuster folgen, da sie auf dem Werks Gelände und als Freefloater zwischen Unternehmensstandorten unterwegs sind.

7.4 Cluster der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen (*w)

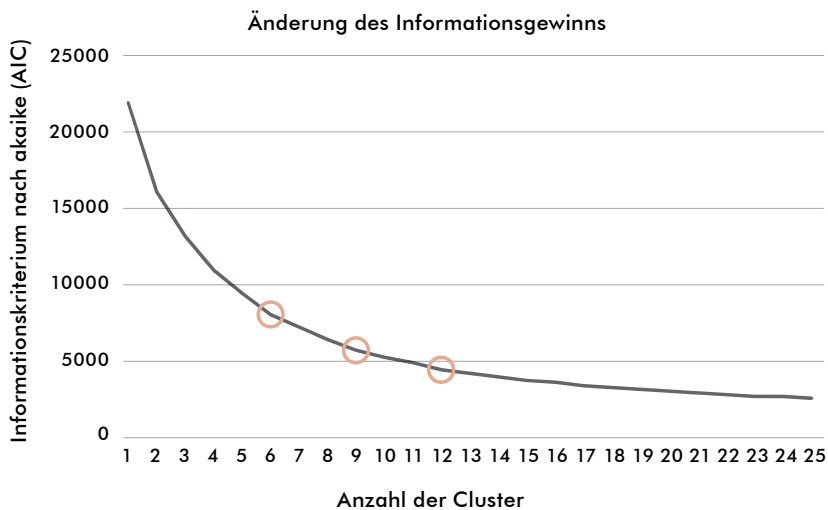
Die automatische Clusterbildung bei den Fahrzeugen mit wechselnden Zielen, die auf eine maximale Clusteranzahl von 25 begrenzt wurde, zeigt die möglichen Lösungen für die geeignete Anzahl an Clustern. Die in Tabelle 29 dargestellten Lösungen, zeigen, dass der höchste Informationsgewinn bei den Clusterlösungen 6, 9 und 12 auftritt. Zu erkennen ist dies an den hohen Verhältnissen der Distanzmaße. Alternativ ist die optimale Clusteranzahl auch dem Elbow-Diagramm in Abbildung 11 anhand der „Knicks“ zu entnehmen. Im vorliegenden Fall entsteht der größte Informationsgewinn im Übergang von ein auf zwei Cluster, eine Einteilung der Fahrzeuge in lediglich zwei Gruppen würde aber mit einem Silhouettenkoeffizienten von 0,4 zu nicht besonders homogenen Gruppen führen. Ähnliches gilt für Lösungen mit 3 Clustern.

Tabelle 29: Übersicht der Clusterlösungen bei wechselnden Zielen

Anzahl der Cluster	Informationskriterium nach Akaike (AIC)	AIC-Änderung	Verhältnis der AIC-Änderungen	Verhältnis der Distanzmaße
1	21882,271			
2	16043,117	-5839,154	1	1,978
3	13105,628	-2937,488	0,503	1,36
4	10952,822	-2152,806	0,369	1,364
5	9382,021	-1570,801	0,269	1,15
6	8019,236	-1362,785	0,233	1,578
7	7165,693	-853,543	0,146	1,129
8	6413,203	-752,489	0,129	1,057
9	5702,781	-710,423	0,122	1,559
10	5257,122	-445,659	0,076	1,047
11	4832,925	-424,197	0,073	1,071
12	4438,55	-394,376	0,068	1,56
13	4195,845	-242,705	0,042	1,016
14	3957,301	-238,544	0,041	1,047
15	3730,619	-226,682	0,039	1,109
16	3528,956	-201,663	0,035	1,359
17	3388,014	-140,942	0,024	1,014
18	3249,468	-138,546	0,024	1,019
19	3114,1	-135,368	0,023	1,04
20	2984,966	-129,134	0,022	1,141
21	2875,255	-109,711	0,019	1,113
22	2779,551	-95,703	0,016	1,06
23	2690,902	-88,65	0,015	1,088
24	2611,697	-79,205	0,014	1,056
25	2538,13	-73,567	0,013	1,007

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 11: Darstellung der Clusterlösungen bei wechselnden Zielen mittels Elbow-Diagramm

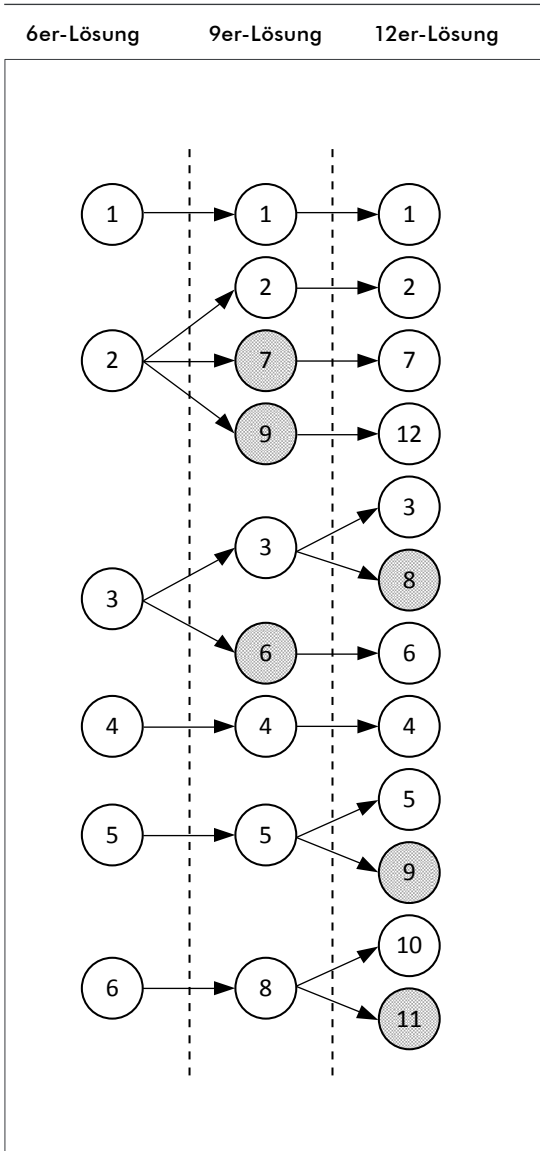


Quelle: Eigene Darstellung

Aus diesem Grund wurden zunächst zu jeder der drei möglichen Clusterlösungen Gruppierungsverfahren durchgeführt. Die Abbildung 12 zeigt die weitere Aufteilung der Cluster innerhalb der drei Clusterlösungen⁷. Die für jeden Clustervorgang neu entstandenen Cluster sind grau eingefärbt. So spalten sich die Fahrzeuge, die sich nach dem ersten Gruppierungsvorgang in Cluster 2 finden, in der Lösung mit 9 potentiellen Clustern in zwei weitere Cluster ab. Auch das Cluster 3 wird in der Lösung mit 9 potentiellen Clustern in 2 Gruppen geteilt. Bei der Clusteraufteilung mit 12 Gruppen entstehen 3 weitere Gruppen, deren Ausgliederung der nachstehenden Abbildung 12 zu entnehmen ist.

⁷ Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden in dieser Darstellung nur Abspaltungen ab 10 Fahrzeugen kenntlich gemacht.

Abbildung 12: Clusteraufteilungen für Fahrzeuge mit wechselnden Zielen



Quelle: Eigene Darstellung

Ersichtlich wird darüber hinaus, dass die Zuordnung der Fahrzeuge in die Gruppen als stabil einzustufen ist. Die Struktur der Gruppierung, sprich welche Fahrzeuge welchem Cluster zugeordnet werden, bleibt in seinen wesentlichen Zügen auch über die einzelnen Clusterlösungen hinaus gleich. Im Übergang von der 6er-Clusterlösung auf eine Lösung mit 9 Clustern finden die einzigen Veränderungen im Umfeld des zweiten und dritten Clusters statt. Der Tabelle 30 ist die Anzahl der Fahrzeuge zu entnehmen, die sich auf die jeweiligen Gruppen verteilen. So ist beispielsweise zu erkennen, dass weitere 662 Fahrzeuge, die sich zunächst in einer Gruppe befanden, in zwei Gruppen aufgeteilt wurden, mit jeweils 171 bzw. 337 Fahrzeugen. Ebenso wurden die 422 Fahrzeuge der 3. Gruppe der 6er-Lösung auf 4 Gruppen der 9er-Lösung verteilt, mit 5, 223, 191 und 3 Fahrzeugen. In zwei Fällen, der ersten und der fünften Gruppe, erfolgte wiederum keine Umverteilung und die Anzahl der Fahrzeuge in der Gruppe blieb gleich.

Die Kreuztabelle, in der die Lösung mit 9 und 12 Clustern gegenübergestellt werden, zeigt ein ähnlich stabiles Bild. Abgesehen von einigen kleinen Verschiebungen, in denen einzelne Fahrzeuge die Gruppe wechseln, sind die wesentlichen Änderungen im Übergang von den Clustern 3, 5 und 8 der 9er-Lösung zu beobachten, die sich jeweils in zwei Gruppen aufgeteilt haben. Wie sich die Zuordnung der Fahrzeuge im Übergang von 9 Cluster auf 12 Clusterverhält, ist Tabelle 31 zu entnehmen.

Tabelle 30: Kreuztabelle der Lösungen mit 6 und 9 Clustern der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen

		Clusternummer									Gesamt
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Clusternummer	1	919	0	0	0	0	0	0	0	0	919
	2	0	154	0	0	0	0	171	0	337	662
	3	0	5	223	0	0	191	3	0	0	422
	4	0	0	1	926	0	0	0	0	0	927
	5	0	0	0	0	313	0	0	0	0	313
	6	0	2	0	0	0	0	0	308	0	310
Gesamt		919	161	224	926	313	191	171	308	337	3553

Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung
(N = 4.308 Fahrzeuge, n = 3.553 Fahrzeuge)

Tabelle 31: Kreuztabelle der Lösungen mit 9 und 12 Clustern der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen

		Clusternummer											Gesamt	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
Clusternummer	1	917	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	919
	2	0	159	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	161
	3	0	0	70	0	0	0	0	154	0	0	0	0	224
	4	0	0	0	926	0	0	0	0	0	0	0	0	926
	5	0	0	0	0	190	0	0	0	123	0	0	0	313
	6	0	0	0	0	0	181	0	0	9	1	0	0	191
	7	0	0	0	0	0	0	174	0	0	0	0	0	174
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155	153	0	308
	9	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	325	337
Gesamt	917	159	84	926	190	181	174	154	337	157	153	325	3553	

Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung
(N = 4.308 Fahrzeuge, n = 3.553 Fahrzeuge)

Da die Gruppierung der Fahrzeuge in 12 Gruppen innerhalb der drei potenziellen Lösungen den höchsten Silhouettenkoeffizienten aufweist und demzufolge die Gruppierung insgesamt die höchste Homogenität aufweist und sie zudem den niedrigsten AIC-Wert besitzt, was eine relativ beste Lösung verspricht, werden in einem nächsten Schritt die einzelnen Cluster innerhalb der 12er-Lösung nach ihren Silhouettenkoeffizienten untersucht. Cluster mit einem Silhouettenkoeffizienten $\geq 0,71$ sind grundsätzlich als homogen einzustufen (Kaufman und Rousseeuw 2005, S. 88). Bei der vorliegenden Analyse trifft dies auf sieben der zwölf Cluster zu, was der nachstehenden Tabelle 32 zu entnehmen ist. Die, auf Grund ihres entsprechend hohen Silhouettenkoeffizienten, als homogene Cluster zu bezeichnenden Gruppen sind die Nummern 1, 4, 6, 9, 10, 11 und 12. Dabei stellt Cluster 4 die in sich homogenste Gruppe dar, was an dem sehr hohen Silhouettenkoeffizienten von 0,911 zu erkennen ist. Auch das Cluster 12 stellt mit einem Silhouettenkoeffizienten von 0,901 eine sehr homogene Gruppe dar. Die Cluster 1, 9, 10 und 11 liegen in ihrer Homogenität nah beieinander und weisen Koeffizienten zwischen 0,887 und 0,823 auf. Das Cluster 6 bildet an sich noch eine homogene Gruppe ab, der Silhouettenkoeffizient ist aber mit 0,756 im Vergleich schon relativ niedrig.

Tabelle 32: Silhouettenstatistik bei der Clusterung in 12 Gruppen der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen

Silhouettenstatistik		
Cluster	Fallanzahl	Mittelwert
1	917	0,887
2	159	0,099
3	84	-0,297
4	926	0,911
5	190	0,435
6	181	0,756
7	174	0,294
8	154	0,375
9	133	0,877
10	157	0,85
11	153	0,823
12	325	0,901
Gesamtwert	3553	0,744

Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 3.553 Fahrzeuge)

Die restlichen fünf Cluster weisen einen zu geringen Silhouettenkoeffizienten auf und stellen daher keine in sich homogenen Gruppen dar, sie können auch als eine Art Sammelcluster bezeichnet werden. Aufgrund der zu geringen Homogenität werden diese für die Bildung der Mobilitätsmuster nicht weiter berücksichtigt.

Nachstehend zeigt die Abbildung 13 die einzelnen Cluster in ihrer Größe und den entsprechenden Anteil, den sie gegenüber der Gesamtstichprobe, den Fahrzeugen mit wechselnden Zielen, einnehmen. Die fünf Gruppen, die zu heterogen für eine weitere Betrachtung sind, sind in der Abbildung 13 als gepunktete Felder dargestellt. Auffällig ist besonders, dass die Clusterung zwei relativ große homogene Gruppen ergeben hat, die zusammen mehr als die Hälfte der Fahrzeuge abdecken. Die übrigen fünf homogenen Cluster machen ein weiteres Drittel aus.

Abbildung 13: Clustergrößen von Fahrzeugen mit wechselnden Zielen bei 12 Clustern

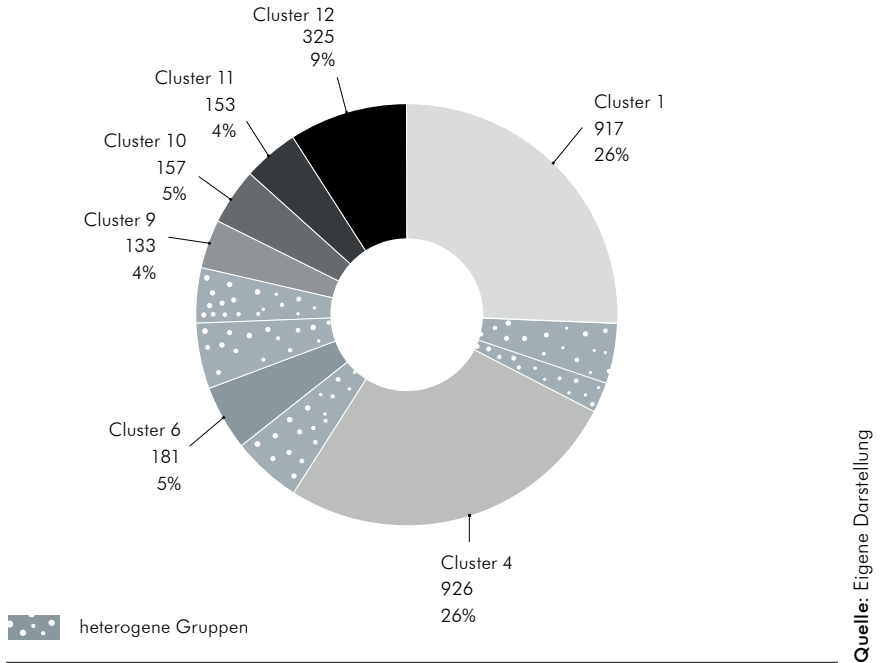


Tabelle 33 kann zusätzlich zur Anzahl der Gruppenfahrzeuge auch die jeweilige Anzahl an Unternehmen entnommen werden, zu denen die gruppierten Fahrzeuge gehören. So zeigt die Tabelle 33 beispielsweise, dass die in Cluster 1 enthaltenen 917 Fahrzeuge zu 93 Unternehmen gehören. Im kleinsten Cluster mit 133 Fahrzeugen wird das Verhalten von 29 Unternehmen widerspiegelt. Die Anzahl der Unternehmen, zu denen die jeweiligen Fahrzeuge gehören, wird bei der Interpretation der Mobilitätsmuster in Abschnitt 7.6 entsprechend berücksichtigt.

Tabelle 33: Anzahl von Fahrzeugen und Unternehmen der homogenen Cluster mit wechselnden Fahrtzielen

	Anzahl Fahrzeuge	Anzahl Unternehmen
Cluster 1	917	93
Cluster 4	926	87
Cluster 6	181	22
Cluster 9	133	29
Cluster 10	157	6
Cluster 11	153	22
Cluster 12	325	33
Insgesamt	2.792	292

Quelle: Eigene Darstellung

Die nachfolgende Tabelle 34 gibt einen Überblick über die Merkmalsausprägungen der Clustervariablen der identifizierten Gruppen und stellt dementsprechend die Fahrprofile dar, die hier bereits erstmalig entsprechend ihrer inhaltlichen Charakteristika benannt sind. Die deskriptive Statistik macht deutlich, dass zwischen den Merkmalsausprägungen der Clustervariablen offensichtliche Unterschiede in den einzelnen Clustern zu erkennen sind. Dies unterstreicht nicht nur die Qualität der Clusterlösung, sondern bietet auch die Möglichkeit zur Interpretation der Unterschiede.

Im Folgenden werden die einzelnen Mobilitätsmuster der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen näher beschrieben. Dabei impliziert das ^{*w} am Gruppennamen hier und im Folgenden, dass es sich dabei um Fahrzeuge mit wechselnden Zielen handelt. Gemäß der dargestellten Definition in Abbildung 10 auf Seite 145 werden zunächst für jede Gruppe die Fahrprofile beschrieben, bevor anhand der fahrzeugeinsatzspezifischen Evaluationsvariablen die jeweiligen Mobilitätsprofile erläutert werden. Diese werden in einem dritten Schritt zum Mobilitätsmuster der Gruppe erweitert, indem die fahrzeugspezifischen und unternehmensspezifischen Evaluationsvariablen dargestellt werden.

Tabelle 34: Überblick über die Fahrprofile der sieben homogenen Cluster mit wechselnden Zielen

Cluster- nummer	Benennung	Anzahl Fahrzeuge		Durchschnittliche Tagesfahrleistung		Anzahl der Tage > 140 km		Ausschließ- liches Touren- muster	Häufigster Ort bei einer Standzeit > 7h
		absolut	prozentual	km	SD	absolut	SD		
W1	Betriebsgebundene Poly-Pendler**w	917	25,8%	48,36	26,9	15,50	22,0	2	Eigenes Unternehmens- gelände
W4	Betriebsgebundene zentrale Rundfouret**w	926	26,1%	57,35	27,3	9,76	13,2	3	Eigenes Unternehmens- gelände
W6	Heimgebundene dezentrale Rundfouret**w	181	5,1%	122,06	46,7	132,70	55,2	4	Eigenes Privatgrund- stück
W9	Betriebsgebundene dezentrale Rundfouret**w	133	3,7%	57,56	44,6	11,44	15,0	4	Eigenes Unternehmens- gelände
W10	Ortsgebundene dezentrale Rundfouret**w	157	4,4%	54,43	21,4	84,80	41,4	4	Öffentlicher Straßenraum
W11	Ortsgebundene zentrale Rundfouret**w	153	4,3%	72,07	21,0	40,72	54,4	3	Öffentlicher Straßenraum
W12	Heimgebundene Poly-Pendler**w	325	9,1%	88,37	30,5	15,48	13,8	2	Eigenes Privat- grundstück
W2-3, W5, W7-8	Reste	761	21,5%						

Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 3.553 Fahrzeuge)

7.4.1 Betriebsgebundene Poly-Pendlerw**

Fahrprofil W1

Dieses Cluster besteht aus 917 Fahrzeugen, welche 25,8 % aller betrachteten 3.553 Fahrzeuge mit wechselnden Zielen bzw. 21,3 % aller Fahrzeuge ausmachen. Der Mittelwert der durchschnittlichen Tagesfahrleistung aller Fahrzeuge im Cluster beträgt 48,36 km mit einer Standardabweichung von 26,86 km. Im Durchschnitt wird an ca. 15,5 Tagen im Jahr über 140 km gefahren. Die hier gruppierten Fahrzeuge fahren ausschließlich Tourenmuster 2, was mehreren Pendeltouren vom Unternehmensstandort aus und zurück entspricht. Bei einer Standzeit von mehr als 7 Stunden befinden sich alle 917 Fahrzeuge auf dem eigenen Unternehmensgelände. Die grafische Aufbereitung des Fahrprofils ist Abbildung 15 zu entnehmen.

Erweiterung zum Mobilitätsprofil von W1

Die maximale Tagesfahrleistung der Fahrzeuge liegt im Mittel bei 292,2 Kilometern. 73,8 % der Fahrzeuge in diesem Cluster stehen bei einer Unterbrechung von maximal 30 Minuten auf dem eigenen Unternehmensgelände. Den zweitgrößten Anteil mit 21,2 % bilden die Fahrzeuge, die im öffentlichen Straßenraum stehen, gefolgt von dem Parken auf öffentlich zugänglichen Parkplätzen mit einem Anteil von 4,1 %. 43,7 % der Fahrzeuge führen Fahrten zur Erbringung beruflicher Leistungen aus. Den zweitgrößten Anteil mit 32,4 % bilden Fahrzeuge mit Fahrten zur reinen Personenbeförderung. Der Großteil der Fahrzeuge in diesem Cluster fährt auf eine Baustelle oder zu einer anderen Niederlassung des eigenen Unternehmens.

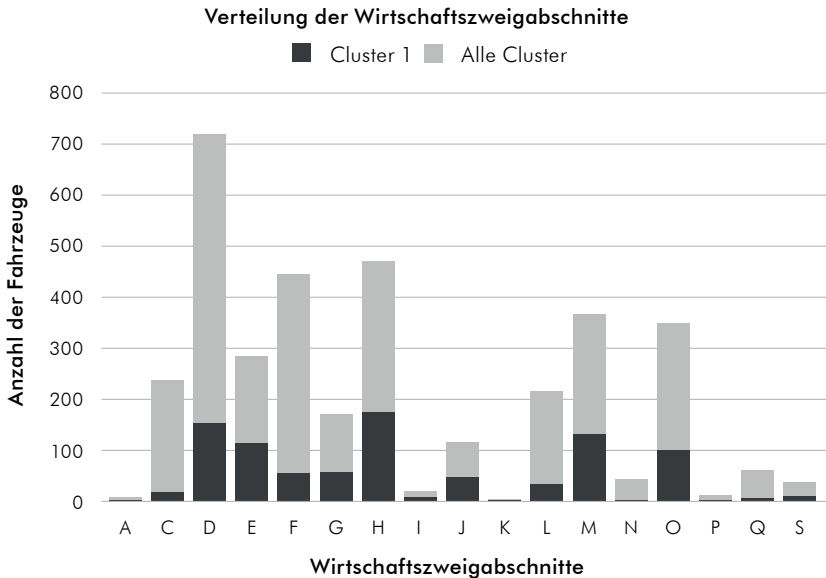
Erweiterung zum Mobilitätsmuster von W1

76,3 % der Fahrzeuge in diesem Cluster haben einen konventionellen Antrieb, 17 % einen elektrischen Antrieb, während 1,6 % über einen hybriden Antrieb und 5 % über einen sonstigen Antrieb verfügen. 83,5 % aller Fahrzeuge in diesem Cluster, sprich eine Anzahl von 766 Fahrzeugen wird nur dienstlich genutzt. Die übrigen Fahrzeuge werden sowohl dienstlich als auch privat genutzt. Mit einem nahezu gleichen Anteil von 50 % verteilen sich die Fahrzeuge auf die Beschaffungsarten „Kauf“ und „Leasing“. Den größten Anteil der Fahrzeuge bilden Fahrzeuge der Klein- und Kompaktklasse mit ca. 44 %. Die Kleintransporter bilden mit 24,4 % und die Transporter bis 3,5 t mit 13,2 %

die zweit- bzw. drittgrößte Gruppe ab. Die durchschnittliche Haltedauer der Fahrzeuge im Cluster beträgt 5,89 Jahre.

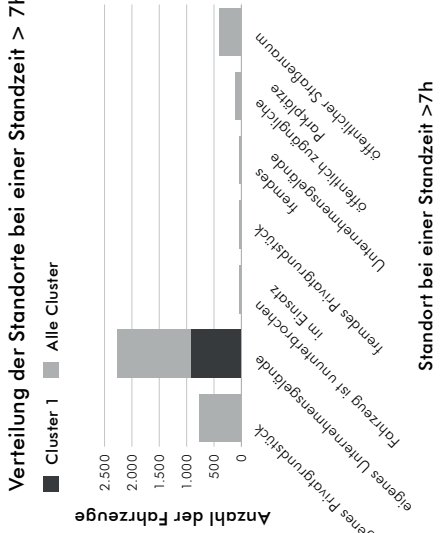
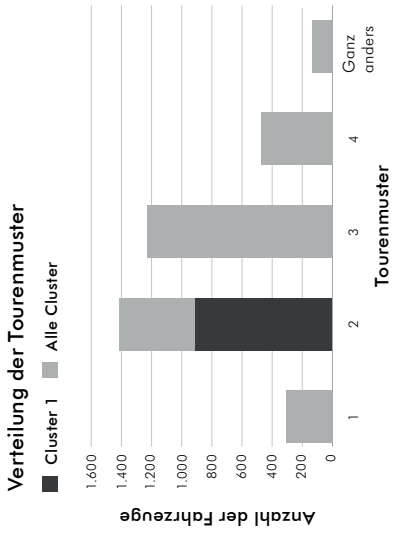
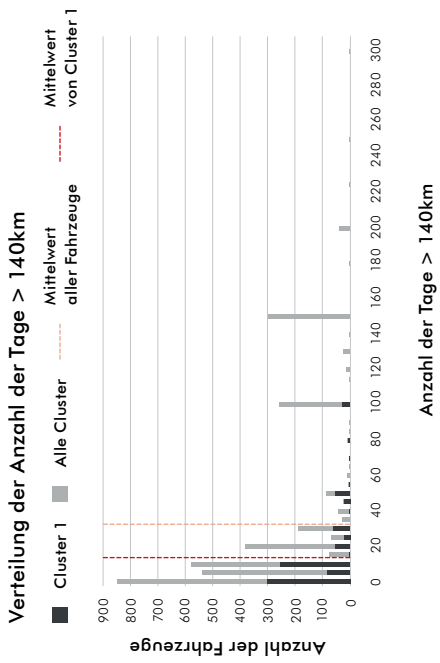
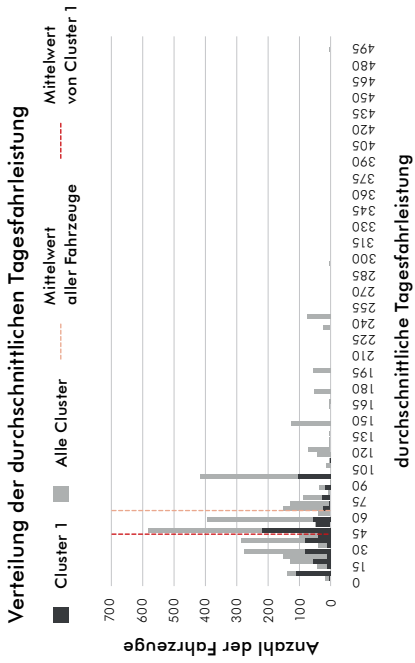
Für das Cluster W1 zeigt sich keine mehrheitliche Zuordnung der Fahrzeuge zu einem oder wenigen Wirtschaftszweigen. Merklich sind in diesem Profil die Anteile der Wirtschaftszweigabschnitte Energieversorgung (D), Verkehr und Lagerei (H), Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen (M), Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung (O) und Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen (E). Die Verteilung der Fahrzeuge auf die einzelnen Wirtschaftszweigabschnitte ist der nachstehenden Abbildung 14 zu entnehmen.

Abbildung 14: Verteilung der Fahrzeuge aus Cluster W1 auf die einzelnen Wirtschaftszweigabschnitte



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 917 Fahrzeuge)

Abbildung 15: Wechselnde Ziele: Fahrprofil W1



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 917 Fahrzeuge)

Die Fahrzeuge im Cluster W1 gehören mit 65 % vorwiegend zu Großunternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten. Den zweitgrößten Anteil bilden mit 17,3 % Fahrzeuge, die zu mittleren Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten gehören.

Die Fahrzeuge im Cluster W1 gehören mit 70 % vorwiegend zu einem großen Fuhrpark mit mehr als 50 Fahrzeugen. Den zweitgrößten Anteil bilden mit 25,3 % Fahrzeuge, die zu mittleren Fuhrparks mit 6 bis 49 Fahrzeugen gehören.

7.4.2 Betriebsgebundene zentrale Rundtourer*^w

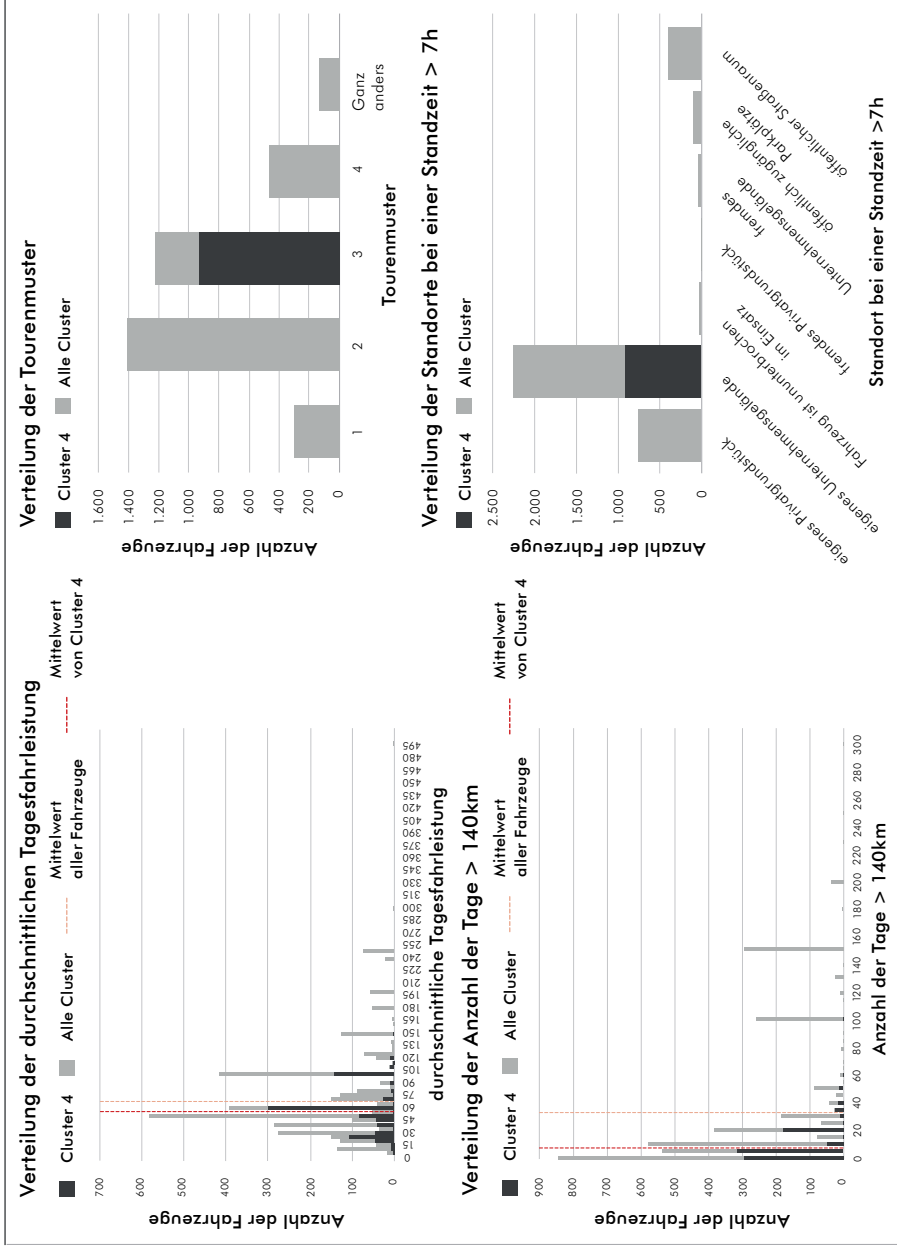
Fahrprofil W4

Dieses Cluster besteht aus 926 Fahrzeugen, welche 26,1 % der Gesamtfahrzeuganzahl von 3.553, bzw. 21,5 % aller Fahrzeuge ausmachen. Der Mittelwert der durchschnittlichen Tagesfahrleistung aller Fahrzeuge im Cluster beträgt 57,35 km mit einer Standardabweichung von 27,3 km. Im Durchschnitt werden an 9,76 Tagen im Jahr längere Strecken über 140 km gefahren. Dies bedeutet, dass weniger als einmal im Monat eine Strecke zurückgelegt wird, die 140 km übersteigt. Alle 926 Fahrzeuge in diesem Cluster parken bei einer Standzeit über 7 Stunden auf dem eigenen Unternehmensgelände und fahren das Tourenmuster 3 ab. Dies entspricht mehreren Zielen, die zu einer Tour verknüpft sind, während der Unternehmensstandort innerhalb dieses Servicegebietes liegt. Die grafische Aufbereitung des Fahrprofils ist Abbildung 16 zu entnehmen.

Erweiterung zum Mobilitätsprofil von W4

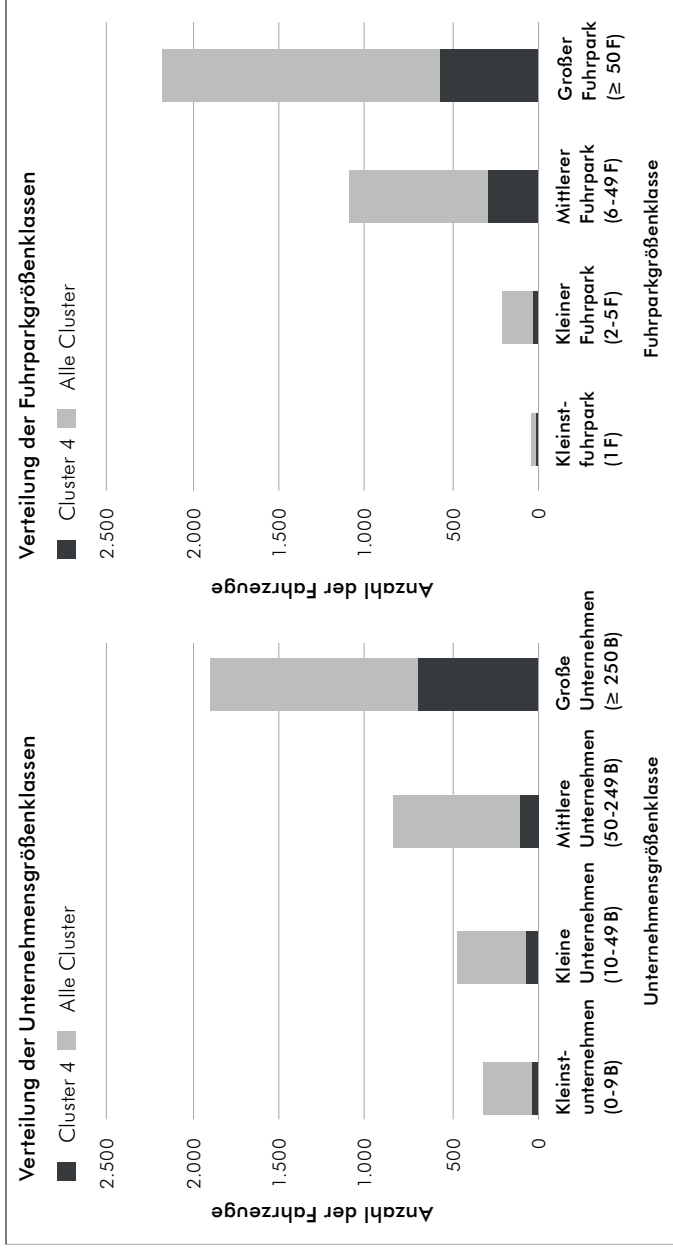
Die maximale Tagesfahrleistung der Fahrzeuge liegt im Mittel bei 150,17 Kilometern. 44,3 % der Fahrzeuge in diesem Cluster stehen bei einer Unterbrechung von maximal 30 Minuten auf dem eigenen Unternehmensgelände. Den zweitgrößten Anteil mit 33,7 % bilden die Fahrzeuge, die im öffentlichen Straßenraum stehen. 14,1 % der Fahrzeuge sind ununterbrochen im Einsatz und legen keine Unterbrechung von maximal 30 Minuten ein. 49,8 % der Fahrzeuge führen Fahrten zur Erbringung beruflicher Leistungen aus. Den zweitgrößten Anteil mit 25,3 % bilden Fahrzeuge mit Fahrten zum reinen Material- und Warentransport. Der Großteil der Fahrzeuge in diesem Cluster fährt auf eine Baustelle, zu einem Fremdunternehmen oder einer Behörde.

Abbildung 16: Wechselnde Ziele: Fahrprofil W4



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkferrassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 926 Fahrzeuge)

Abbildung 17: Unternehmens- und Fuhrparkgrößenklassen im Cluster W4



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 926 Fahrzeuge)

Erweiterung zum Mobilitätsmuster von W4

79,8 % der Fahrzeuge in diesem Cluster haben einen konventionellen Antrieb. Der Anteil der Fahrzeuge mit elektrischem Antrieb beträgt 9,7 %, sprich knapp jedes zehnte Fahrzeug. 0,1 % der Fahrzeuge haben einen Hybrid-Antrieb, während 10,4 % der Fahrzeuge mit einem sonstigen Antrieb gefahren werden. 877 Fahrzeuge, 94,7 % aller Fahrzeuge in diesem Cluster, werden nur zur dienstlichen Nutzung eingesetzt. Die restlichen Fahrzeuge werden sowohl dienstlich als auch privat genutzt. Es werden ca. 57 % der Fahrzeuge geleast, während 42,8 % gekauft werden. Den größten Anteil der Fahrzeuge haben Kleintransporter mit ca. 44 %. Mit 32,5 % sind die Transporter bis 3,5t die zweitgrößte Gruppe. Die durchschnittliche Haltedauer der Fahrzeuge im Cluster beträgt 6,41 Jahre.

In diesem Cluster sind ca. 58 % der Fahrzeuge dem Wirtschaftszweigabschnitt Energieversorgung (D) zugeordnet. Mit 17,1 % sowie 14,9 % folgen die Wirtschaftszweigabschnitte Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung (O) und Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen (E).

Die Fahrzeuge im Cluster W4 gehören mit 75,6 % vorwiegend zu Großunternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten. Den zweitgrößten Anteil bilden mit 11,6 %, Fahrzeuge, die zu mittleren Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten gehören. Die Fahrzeuge im Cluster W4 gehören mit 62,2 % vorwiegend zu einem großen Fuhrpark mit mehr als 50 Fahrzeugen. Den zweitgrößten Anteil bilden mit 31,6 % Fahrzeuge, die zu einem mittleren Fuhrpark mit 6 bis 49 Fahrzeugen gehören. Die Verteilung der Unternehmens- und Fuhrparkgrößenklassen im Cluster W4 ist der Abbildung 17 zu entnehmen.

7.4.3 Heimgebundene dezentrale Rundtourer**

Fahrprofil W6

Dieses Cluster besteht aus 181 Fahrzeugen, welche 5,1 % der Gesamtfahrzeuganzahl von 3.553 bzw. 4,2 % der Gesamtstichprobe ausmachen. Der Mittelwert der durchschnittlichen Tagesfahrleistung aller Fahrzeuge im Cluster beträgt 122,06 km mit einer relativ großen Standardabweichung von 46,7 km. Im Durchschnitt wird an 132,7 Tagen im Jahr über 140 km gefahren. Auch hier ist die Standardabweichung mit 55,2 Tagen im Vergleich zu den anderen Gruppen recht hoch. Alle 181 Fahrzeuge in diesem Cluster fahren das

Tourenmuster 4 ab. Über das Tourenmuster lassen sich auch die großen Fahrtweiten erklären, da hier mehrere Ziele auf einer Tour verbunden werden und der Unternehmensstandort außerhalb des Servicegebietes liegt. 177 Fahrzeuge parken bei einer Standzeit von über 7 Stunden auf dem eigenen Privatgrundstück. Lediglich 4 Fahrzeuge, sprich ein Anteil von 2 %, halten über diesen Zeitraum auf dem eigenen Unternehmensgelände. Die grafische Aufbereitung des Fahrprofils ist Abbildung 18 zu entnehmen.

Erweiterung zum Mobilitätsprofil von W6

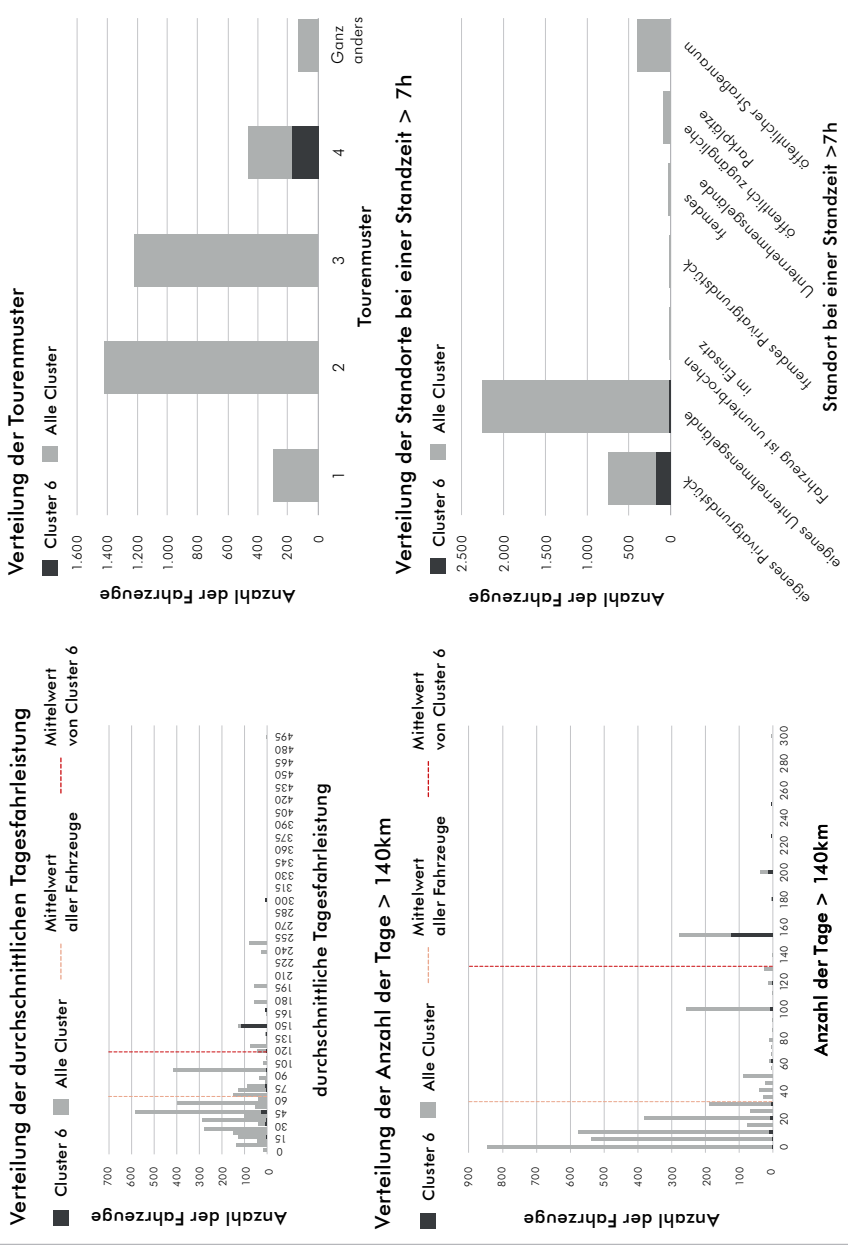
Die maximale Tagesfahrleistung der Fahrzeuge liegt im Mittel bei 545,30 Kilometern. 73,5 % der Fahrzeuge in diesem Cluster stehen bei einer Unterbrechung von maximal 30 Minuten auf dem eigenen Unternehmensgelände. Den zweitgrößten Anteil mit 12,7 % bilden die Fahrzeuge, die auf fremdem Unternehmensgelände stehen. 7,7 % der Fahrzeuge stehen im öffentlichen Straßenraum. 76,2 % der Fahrzeuge führen Fahrten zur reinen Personbeförderung aus. Den zweitgrößten Anteil mit 19,3 % bilden Fahrzeuge mit Fahrten zur Erbringung beruflicher Leistungen. 57,5 % der Fahrzeuge haben eine andere Niederlassung des eigenen Unternehmens zum Fahrtziel, gefolgt von 26 %, die zu Fremdunternehmen und/oder Behörden fahren.

Erweiterung zum Mobilitätsmuster von W6

94,5 % der Fahrzeuge in diesem Cluster haben einen konventionellen Antrieb. Der Anteil der Fahrzeuge mit elektrischem Antrieb beträgt 5,0 %, während sich die restlichen 0,5 % auf sonstige Antriebe verteilen. 173 Fahrzeuge, sprich 95,6 % aller Fahrzeuge dieses Clusters, werden zu dienstlichen und privaten Fahrtzwecken genutzt. Es werden 92,3 % der Fahrzeuge geleast, 7,2 % gekauft und lediglich 0,6 % (1 Fahrzeug) gemietet. Den größten Anteil der Fahrzeuge bilden Mittelklassewagen mit 71,8 %. Mit 16 % bilden die Kleintransporter die zweitgrößte Gruppe. Die durchschnittliche Haltedauer der Fahrzeuge im Cluster beträgt 3,18 Jahre.

Im Cluster W6 sind 56,4 % der Fahrzeuge dem Wirtschaftszweigabschnitt Verkehr und Lagerei (H) zuzuordnen. Mit 14,9 % sowie 12,2 % folgen die Wirtschaftszweige Baugewerbe (F) und Verarbeitendes Gewerbe (C). Die Fahrzeuge im Cluster W6 gehören mit ca. 68 % vorwiegend zu Großunternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten. Den zweitgrößten Anteil bilden mit 19,9 % Fahrzeuge, die zu kleinen Unternehmen mit 10 bis 49

Abbildung 18: Wechselnde Ziele: Fahrprofil W6



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 181 Fahrzeuge)

Beschäftigten gehören. Die Fahrzeuge im Cluster W6 gehören mit 56,4 % vorwiegend zu einem großen Fuhrpark mit mehr als 50 Fahrzeugen. Den zweitgrößten Anteil bilden mit ca. 36,5 % Fahrzeuge, die zu einem mittleren Fuhrpark mit 6 bis 49 Fahrzeugen gehören.

7.4.4 Betriebsgebundene dezentrale Rundtourer*^w

Fahrprofil W9

Dieses Cluster besteht aus 133 Fahrzeugen, welche 3,7 % und damit die kleinste Gruppe der Gesamtfahrzeuganzahl von 3.553 ausmachen. Der Mittelwert der durchschnittlichen Tagesfahrleistung aller Fahrzeuge im Cluster beträgt 57,56 km mit einer Standardabweichung von 44,6 km. Im Durchschnitt wird an ca. 11,5 Tagen und einer Standardabweichung von 15 Tagen im Jahr über 140 km gefahren, was einem Aufkommen von einmal im Monat entspricht. Alle 133 Fahrzeuge in diesem Cluster fahren das Tourenmuster 4 ab, was einer Rundtour entspricht, bei der der Unternehmensstandort außerhalb des Servicegebiets liegt. 132 Fahrzeuge parken bei einer Standzeit von über 7 Stunden auf dem eigenen Unternehmensgelände. Lediglich 1 Fahrzeug hält über diesen Zeitraum auf einem fremden Privatgrundstück. Die grafische Aufbereitung des Fahrprofils ist Abbildung 20 zu entnehmen.

Erweiterung zum Mobilitätsprofil von W9

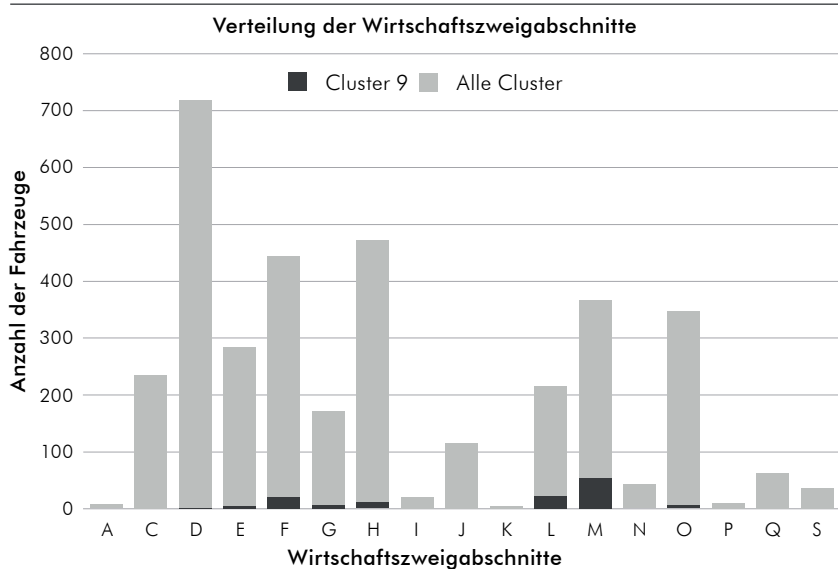
Die maximale Tagesfahrleistung der Fahrzeuge liegt im Mittel bei 185,81 Kilometern. 38,3 % der Fahrzeuge in diesem Cluster stehen bei einer Unterbrechung von maximal 30 Minuten auf dem eigenen Unternehmensgelände. Den zweitgrößten Anteil halten mit 12 % die Fahrzeuge, die auf fremdem Privatgrundstück stehen. Für 31,6 % der Fahrzeuge wurden keine Angaben zum Halteort bei einer maximalen Unterbrechung von 30 Minuten gemacht. 67,7 % der Fahrzeuge werden für Fahrten zur Erbringung beruflicher Leistungen genutzt. Den zweitgrößten Anteil mit 18,8 % bilden Fahrzeuge mit Fahrten zur sonstigen Nutzung. Der Großteil der Fahrzeuge in diesem Cluster fährt auf eine Baustelle, oder zu einem Fremdunternehmen und/oder einer Behörde.

Erweiterung zum Mobilitätsmuster von W9

88 % der Fahrzeuge in diesem Cluster haben einen konventionellen Antrieb. Der Anteil der Fahrzeuge mit elektrischem Antrieb beträgt 11,3 %, der für den Hybrid-Antrieb 0,8 %. 111 Fahrzeuge, 83,5 % aller Fahrzeuge in diesem Cluster, werden nur zur dienstlichen Nutzung eingesetzt. Die restlichen Fahrzeuge werden sowohl dienstlich als auch privat genutzt. Es werden ca. 63,2 % der Fahrzeuge geleast, 36,1 % gekauft und 0,8 % (1 Fahrzeug) gemietet. Den größten Anteil an den einzelnen Fahrzeugsegmenten innerhalb des Clusters bilden Kleintransporter mit ca. 52,6 %. Mit ca. 15 % bilden Mittelklassewagen die zweitgrößte Gruppe. Die durchschnittliche Haltedauer der Fahrzeuge im Cluster beträgt 5,16 Jahre.

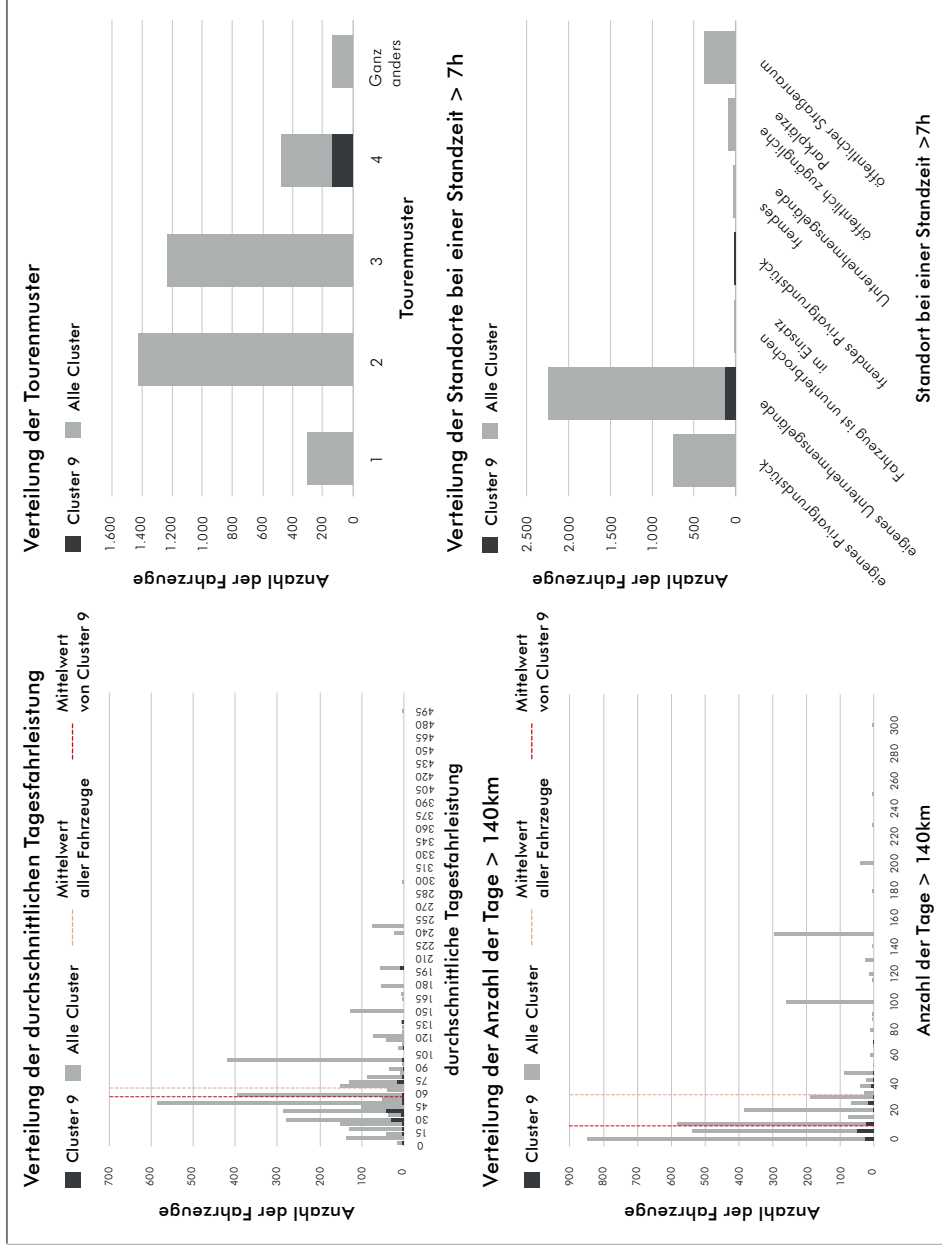
41,4 % der sich im Cluster befindenden Fahrzeuge sind im Besitz von Unternehmen, die dem Wirtschaftszweigabschnitt Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen (M) angehören. Mit 16,5 % sowie 15,8 % folgen die Wirtschaftszweigabschnitte Grundstücks- und Wohnungswesen (L) sowie Baugewerbe (F). Die Verteilung der Wirtschaftszweigabschnitte ist Abbildung 19 zu entnehmen.

Abbildung 19: Wirtschaftszweigabschnitte in Cluster W9



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 133 Fahrzeuge)

Abbildung 20: Wechselnde Ziele: Fahrprofil W9



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 133 Fahrzeuge)

Die Fahrzeuge im Cluster W9 gehören mit 65,4 % vorwiegend zu kleinen Unternehmen mit 10 bis 49 Beschäftigten. Den zweitgrößten Anteil bilden Fahrzeuge, die zu mittleren Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten gehören. Diese machen einen Anteil von 17,3 % aus. Die Fahrzeuge im Cluster W9 gehören mit 50,4 % vorwiegend zu einem großen Fuhrpark mit mehr als 50 Fahrzeugen. Den zweitgrößten Anteil bilden mit 41,4 % Fahrzeuge, die zu einem mittleren Fuhrpark mit 6 bis 49 Fahrzeugen gehören.

7.4.5 Ortsungebundene dezentrale Rundtourer*^w

Fahrprofil W10

Dieses Cluster besteht aus 157 Fahrzeugen, welche 4,4 % der Gesamtfahrzeuganzahl von 3,553 ausmachen. Der Mittelwert der durchschnittlichen Tagesfahrleistung aller Fahrzeuge im Cluster beträgt 54,43 km mit einer Standardabweichung von 21,4 km. Im Durchschnitt wird an 84,8 Tagen im Jahr über 140 km gefahren. Die Standardabweichung beträgt 41,4 Tage. Alle 157 Fahrzeuge dieses Clusters fahren das Tourenmuster 4 ab, was einer Rundtour entspricht, bei der der Unternehmensstandort außerhalb des Servicegebiets liegt. Mit 155 Fahrzeugen parken nahezu alle Fahrzeuge, nämlich 98,7 % bei einer Standzeit von über 7 Stunden im öffentlichen Straßenraum. Die beiden übrigen Fahrzeuge parken jeweils auf einem fremden Privatgrundstück oder einem fremden Unternehmensgelände. Das Fahrprofil ist auch der Abbildung 22 zu entnehmen.

Erweiterung zum Mobilitätsprofil von W10

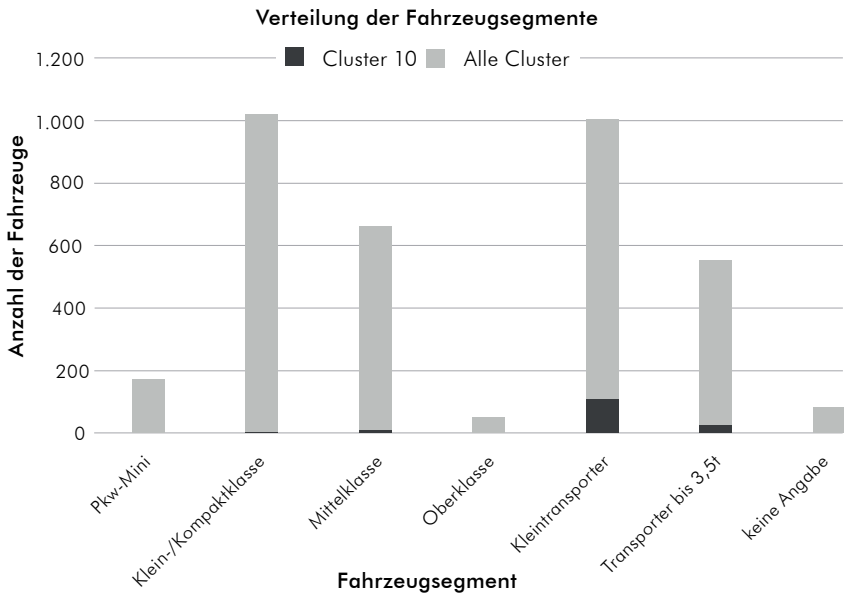
Die maximale Tagesfahrleistung der Fahrzeuge liegt im Mittel bei 357,96 Kilometern. 70,7 % der Fahrzeuge in diesem Cluster stehen bei einer Unterbrechung von maximal 30 Minuten auf fremdem Unternehmensgelände. Den zweitgrößten Anteil mit 21,7 % bilden die Fahrzeuge, die im öffentlichen Straßenraum stehen. Mit 96,8 % bilden die Fahrzeuge, die Fahrten zur Erbringung beruflicher Leistungen durchführen, den größten Anteil. Der Großteil der Fahrzeuge in diesem Cluster, nämlich ein Anteil von 90,4 %, hat eine Baustelle zum Ziel der Fahrt.

Erweiterung zum Mobilitätsmuster von W10

98,1 % der Fahrzeuge in diesem Cluster haben einen konventionellen Antrieb. Die restlichen 3 Fahrzeuge haben einen elektrischen Antrieb. 143 Fahrzeuge, 91,1 % aller Fahrzeuge in diesem Cluster, werden nur zur dienstlichen Nutzung eingesetzt. Die restlichen Fahrzeuge werden sowohl dienstlich als auch privat genutzt. Es werden 70,7 % der Fahrzeuge gekauft, während 29,3 % geleast werden. Den größten Anteil der Fahrzeuge bilden abermals mit 70,7 % Kleintransporter, wie in Abbildung 21 zu erkennen ist. Mit 16,6 % stellen die Transporter bis 3,5 t die zweitgrößte Gruppe dar.

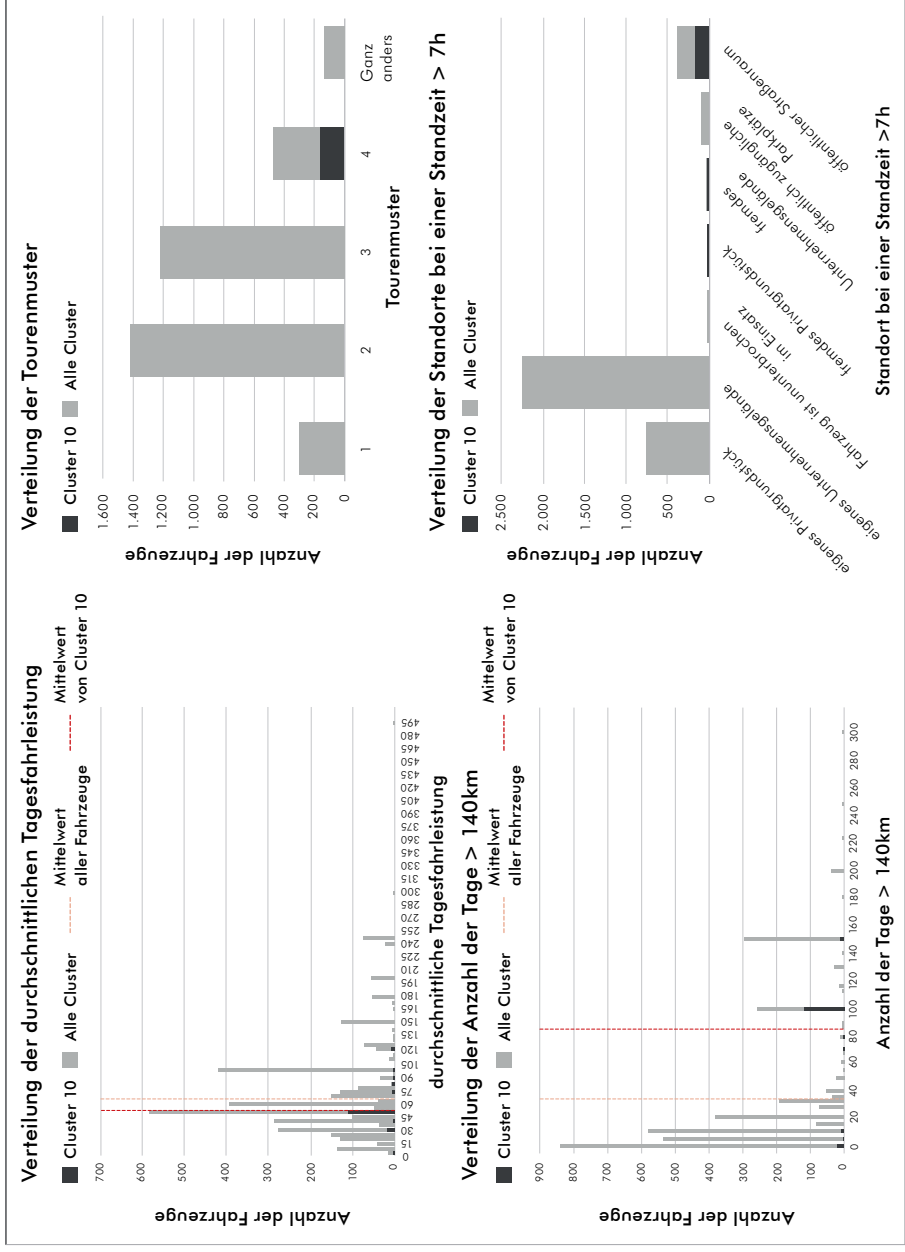
Die durchschnittliche Haltedauer der Fahrzeuge im Cluster beträgt 5,02 Jahre. In dem Cluster W10 sind 76,4 % der Fahrzeuge dem Wirtschaftszweig abschnitt Baugewerbe (F) und 22,3 % dem Wirtschaftszweigabschnitt Verkehr und Lagerei (H) zuzuordnen. Die Fahrzeuge im Cluster W10 gehören mit 97,5 % vorwiegend zu mittleren Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten. Die Fahrzeuge im Cluster W10 gehören vorwiegend mit 96,8 % zu einem großen Fuhrpark mit mehr als 50 Fahrzeugen.

Abbildung 21: Fahrzeugsegmente in Cluster W10



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkberichterstattung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 157 Fahrzeuge)

Abbildung 22: Wechselnde Ziele: Fahrprofil W10



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 157 Fahrzeuge)

Bei den Evaluationsvariablen fällt vermehrt der Anteil von 70,7 % auf. So entspricht dies genau dem Anteil an Fahrzeugen, der bei einer Unterbrechung von maximal 30 Minuten auf fremden Unternehmensgelände steht, der dem Fahrzeugsegment der Kleintransporter zuzuordnen ist und dem Anteil an gekauften Fahrzeugen. Nicht unwahrscheinlich ist die Ableitung, dass dies durch Fahrzeuge bedingt ist, die im Fragebogen als Gruppe angelegt wurden. Die gebündelte Erfassung in einer Gruppe hat zur Folge, dass die gewisse Anzahl an Gruppenfahrzeugen dieselben Merkmalsausprägungen aufweisen.

7.4.6 Ortsungebundene zentrale Rundtourerw**

Fahrprofil W11

Dieses Cluster besteht aus 153 Fahrzeugen, welche 4,3 % der gesamten Anzahl von 3.553 Fahrzeugen mit wechselnden Zielen bzw. 3,5 % der Gesamtstichprobe ausmachen. Der Mittelwert der durchschnittlichen Tagesfahrleistung aller Fahrzeuge im Cluster beträgt 72,07 km mit einer Standardabweichung von 21 km. Im Durchschnitt wird an 40,72 Tagen im Jahr über 140 km gefahren, wobei hier eine sehr hohe Standardabweichung von 54,4 Tagen vorzufinden ist. Alle 153 Fahrzeuge in diesem Cluster parken bei einer Standzeit von über 7 Stunden im öffentlichen Straßenraum nachdem sie ihre Tour beendet haben. Diese entsteht, indem die Fahrzeuge das Tourenmuster 3 fahren und Fahrtziele, die sich im Servicegebiet um den Unternehmensstandort herum befinden, zu einer Tour verbinden. Das Fahrprofil ist in Abbildung 23 grafisch dargestellt.

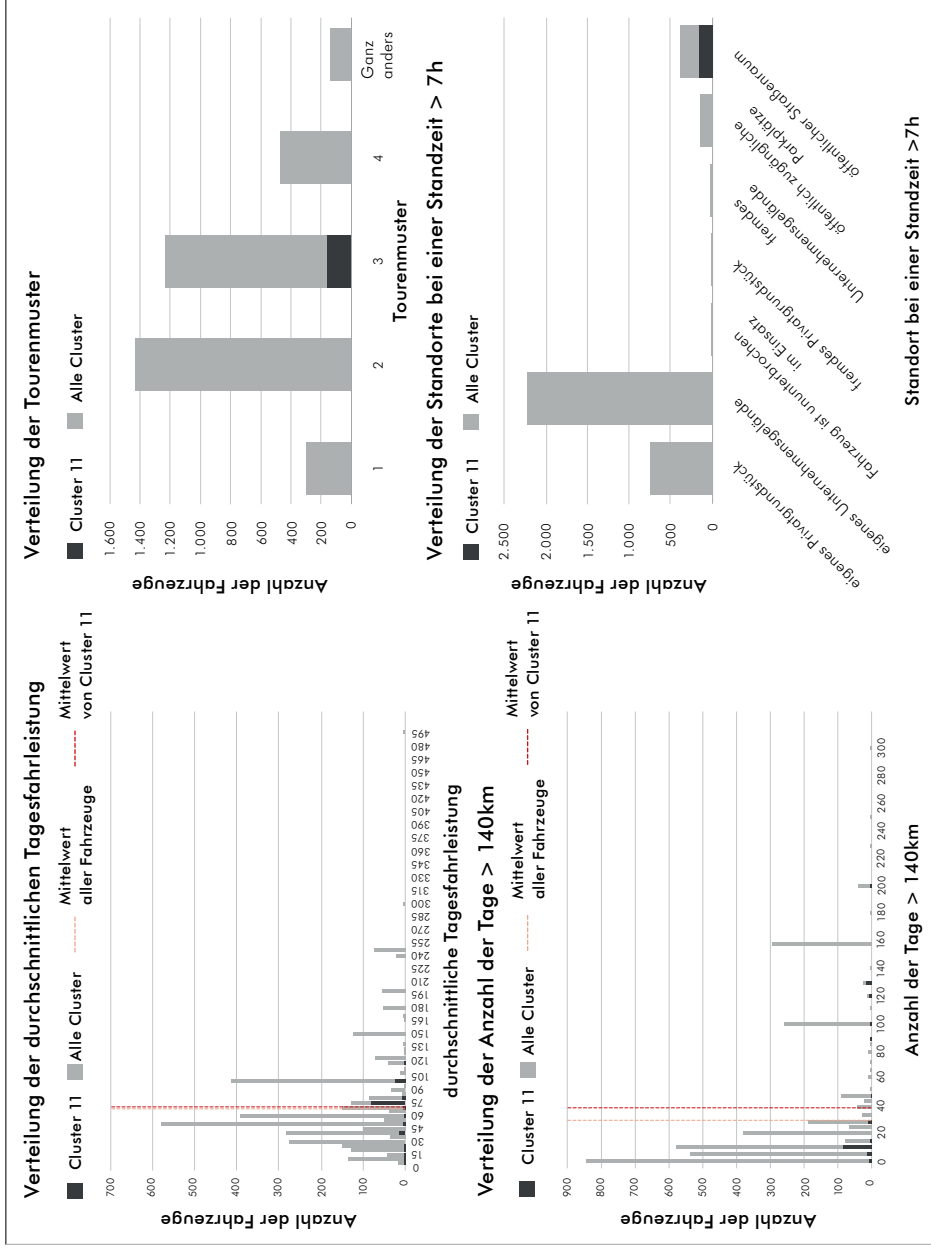
Erweiterung zum Mobilitätsprofil von W11

Die maximale Tagesfahrleistung der Fahrzeuge liegt im Mittel bei 214,77 Kilometern. Mit 81 % steht ein Großteil der Fahrzeuge bei einer Unterbrechung der Fahrt unter 30 Minuten auf öffentlichem Straßenraum. 92,2% der Fahrzeuge führen Fahrten zur Erbringung beruflicher Leistungen aus. Der Großteil der Fahrzeuge in diesem Cluster fährt auf eine Baustelle (ca. 70%).

Erweiterung zum Mobilitätsmuster von W11

92,2 % der Fahrzeuge in diesem Cluster haben einen konventionellen Antrieb. Der Anteil der Fahrzeuge mit elektrischem Antrieb liegt bei 7,2 % und der für den Hybrid-Antrieb bei 0,7 %, was in diesem Cluster lediglich einem

Abbildung 23: Wechselnde Ziele: Fahrprofil W11



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkferrassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 153 Fahrzeuge)

Fahrzeug entspricht. 108 Fahrzeuge, 70,6 % aller Fahrzeuge in diesem Cluster, werden sowohl dienstlich als auch privat genutzt, ein knappes Drittel wird folglich nur dienstlich genutzt. Es werden ca. 68 % der Fahrzeuge geleast, während 32 % gekauft werden. Den größten Anteil der Fahrzeuge bilden Transporter bis 3,5 t mit 54,2 %. Mit 20,9 % bilden die Kleintransporter die zweitgrößte Gruppe. Die durchschnittliche Haltedauer der Fahrzeuge im Cluster beträgt 5,16 Jahre.

Für das Cluster W11 sind 54,9 % der Fahrzeuge dem Wirtschaftszweigabschnitte Energieversorgung (D) zugeordnet. Mit 26,8 % folgt der Wirtschaftszweigabschnitt Baugewerbe (F). Genau 60 % der Fahrzeuge im Cluster W11 gehören zu Großunternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten. Den zweitgrößten Anteil (23,5 %) bilden mit weniger als der Hälfte an Fahrzeugen, die Fahrzeuggruppe, die zu kleinen Unternehmen mit 10 bis 49 Beschäftigten gehören. Die Fahrzeuge im Cluster W11 gehören mit 63,4 % vorwiegend zu einem großen Fuhrpark mit mehr als 50 Fahrzeugen. Den zweitgrößten Anteil bilden mit knapp 31 %, Fahrzeuge, die zu einem mittleren Fuhrpark mit 6 bis 49 Fahrzeugen gehören.

7.4.7 Heimgelundene Poly-Pendler**

Fahrprofil W12

Dieses Cluster besteht aus 325 Fahrzeugen, was einem Anteil von 9,1 % der 3.553 Fahrzeuge mit wechselnden Zielen und 7,5 % der Gesamtstichprobe entspricht. Der Mittelwert der durchschnittlichen Tagesfahrleistung aller Fahrzeuge im Cluster beträgt 88,37 km mit einer Standardabweichung von 30,5 km. Im Durchschnitt wird an 15,43 Tagen im Jahr über 140 km gefahren. Hier beträgt die Standardabweichung lediglich 13,8 Tage. Alle 325 Fahrzeuge in diesem Cluster parken bei einer Standzeit über 7 Stunden auf dem eigenen Privatgrundstück und fahren das Tourenmuster 2. Dies entspricht mehreren Pendeltouren am Tag. Abbildung 24 zeigt das entsprechende Fahrprofil.

Erweiterung zum Mobilitätsprofil von W12

Die maximale Tagesfahrleistung der Fahrzeuge liegt im Mittel bei 380,26 Kilometern. 79,4 % der Fahrzeuge in diesem Cluster stehen bei einer Unterbrechung von maximal 30 Minuten auf dem eigenen Unternehmensgelände. Den zweitgrößten Anteil mit 18,5 % bilden die Fahrzeuge, die im öffentlichen

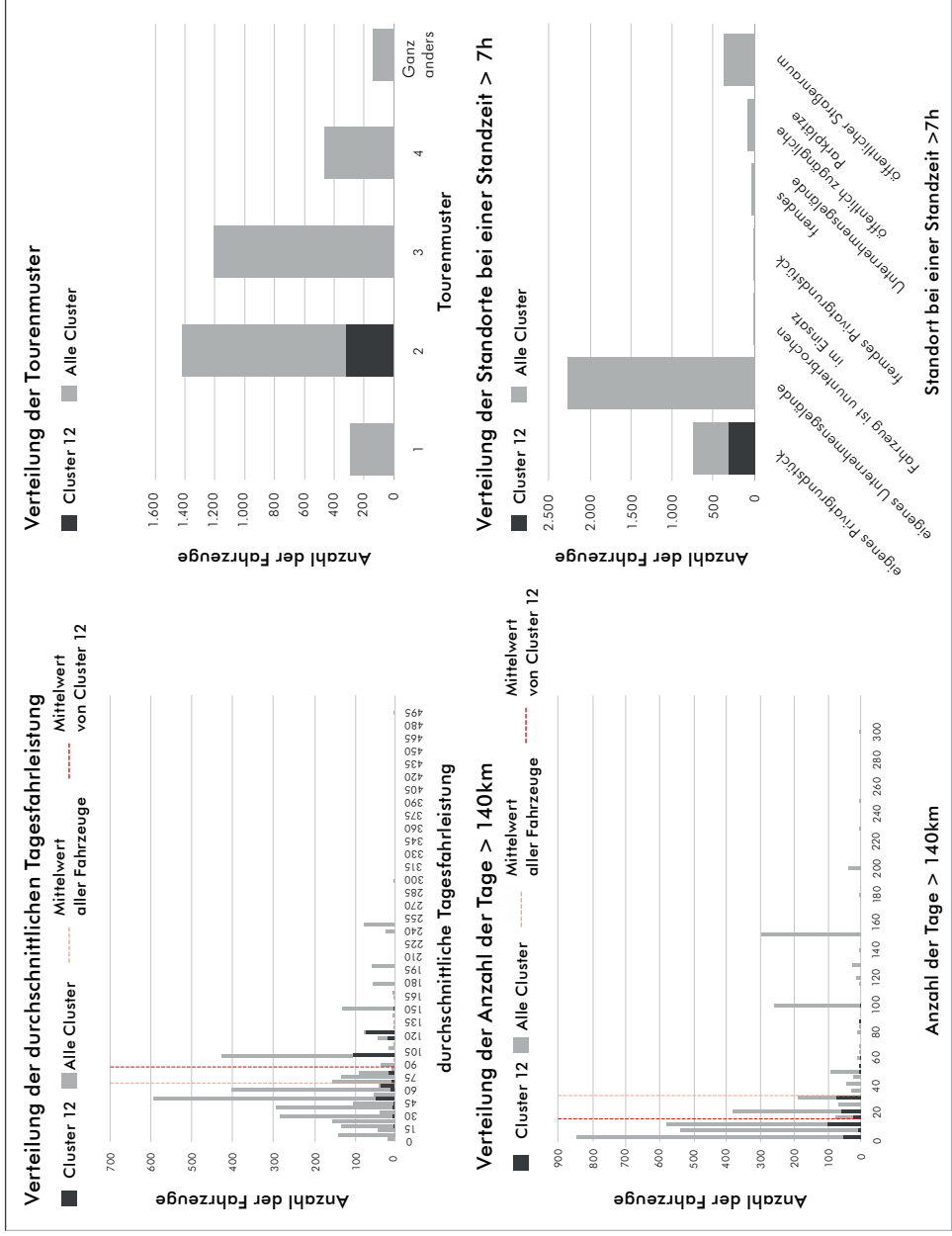
Straßenraum stehen. 74,2 % der Fahrzeuge führen Fahrten zur reinen Personenbeförderung aus. Den zweitgrößten Anteil mit 16,9 % bilden Fahrzeuge zur Erbringung beruflicher Leistungen. Der Großteil der Fahrzeuge (57,8 %) in diesem Cluster fährt auf eine Baustelle. Den zweitgrößten Anteil mit 19,1 % bilden die Fahrzeuge, die einen privaten Haushalt als Ziel haben.

Erweiterung zum Mobilitätsmuster von W12

89,8 % der Fahrzeuge in diesem Cluster haben einen konventionellen Antrieb. Der Anteil der Fahrzeuge mit elektrischem Antrieb beträgt 2,5 %, während weitere 7,4 % keine Angaben zur Antriebsart gemacht haben. 287 Fahrzeuge, 88,3 % aller Fahrzeuge in diesem Cluster, werden für dienstliche und private Zwecke genutzt. Es werden 63,4 % der Fahrzeuge gekauft, während die übrigen Fahrzeuge, sprich ein Anteil von 36,6 %, geleast werden. Den größten Anteil der Fahrzeuge bilden Klein- und Kompaktwagen mit 50,8 %, gefolgt von Mittelklassewagen mit einem Anteil von 40,6 %. Die durchschnittliche Haltedauer der Fahrzeuge im Cluster beträgt 5,19 Jahre.

Für das Cluster W12 sind 31,4 % der Fahrzeuge dem Wirtschaftszweigabschnitt Baugewerbe (F) zugeordnet. Mit 30,5 % sowie 14,5 % folgen die Wirtschaftszweigabschnitte Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen (M) und Gesundheits- und Sozialwesen (Q). Die Fahrzeuge im Cluster W12 gehören mit 58,5 % vorwiegend zu Großunternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten. Die restlichen Fahrzeuge sind annähernd gleich auf die verbleibenden drei Unternehmensgrößenklassen aufgeteilt. Die Fahrzeuge im Cluster W12 gehören mit 64,6 % vorwiegend zu Unternehmen mit einem großen Fuhrpark, der mehr als 50 Fahrzeuge umfasst.

Abbildung 24: Wechselnde Ziele: Fahrprofil W12

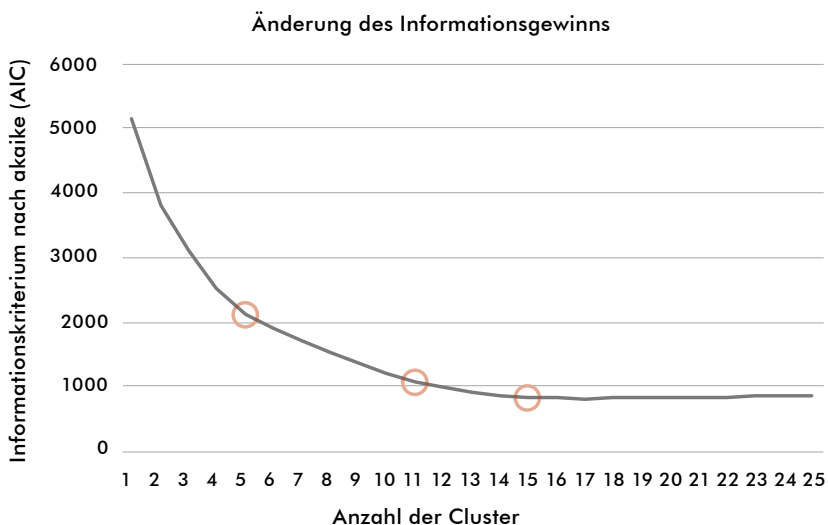


Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkfasserfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 325 Fahrzeuge)

7.5 Cluster der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen (*9)

Die Analyse der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen macht deutlich, dass der größte Informationsgewinn bei der Änderung auf 5 Cluster, 11 Cluster und 15 Cluster entsteht, was der Tabelle 35 zu entnehmen ist. Dies spricht für Clusterlösungen mit der jeweiligen Anzahl an Gruppen. Auch hier ist die Lösung mit 2 Clustern ausgenommen, da bei diesem Übergang sehr häufig mit einem großen Informationsgewinn zu rechnen ist, gleichzeitig der Silhouettenkoeffizient aber sehr niedrig ist, sprich die Cluster sehr heterogen sind. Auch dem Elbow-Diagramm sind diese Clusterlösungen anhand des Knicks zu entnehmen, wie in Abbildung 25 deutlich wird.

Abbildung 25: Darstellung der Clusterlösungen bei gleichbleibenden Zielen mittels Elbow-Diagramm



Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 35: Übersicht der Clusterlösungen bei gleichbleibenden Zielen

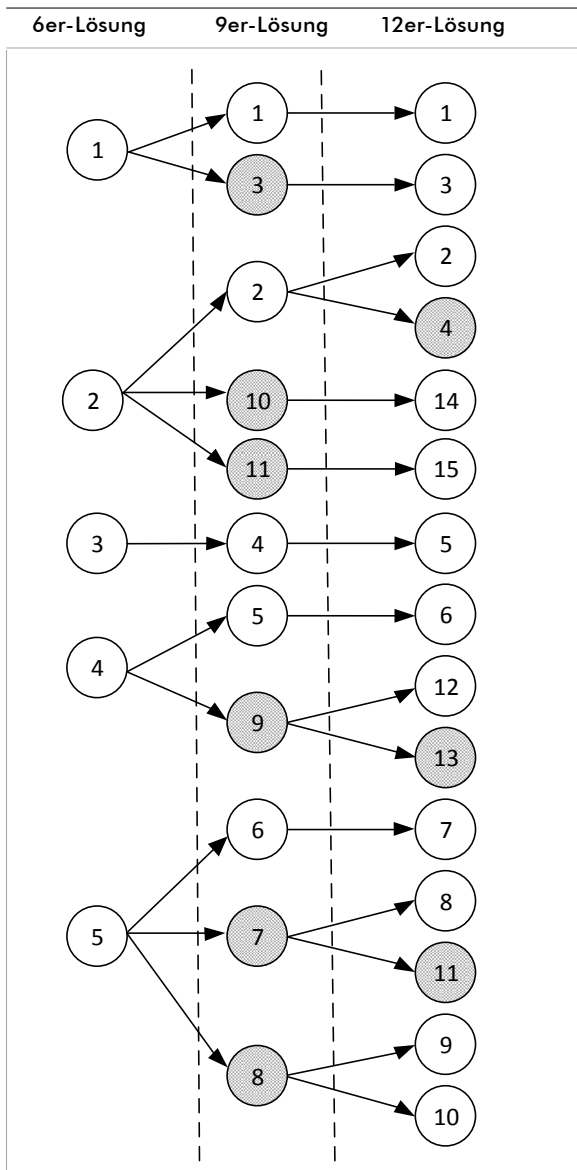
Anzahl der Cluster	Informationskriterium nach Akaike (AIC)	AIC-Änderung	Verhältnis der AIC-Änderungen	Verhältnis der Distanzmaße
1	5152,782			
2	3824,811	-1327,972	1	1,829
3	3111,328	-713,483	0,537	1,231
4	2537,187	-574,141	0,432	1,387
5	2131,053	-406,134	0,306	1,739
6	1909,377	-221,676	0,167	1,119
7	1714,241	-195,136	0,147	1,112
8	1541,566	-172,675	0,13	1,013
9	1371,527	-170,04	0,128	1,106
10	1220,468	-151,058	0,114	1,1
11	1085,653	-134,816	0,102	1,402
12	997,523	-88,129	0,066	1,14
13	923,652	-73,871	0,056	1,19
14	866,014	-57,638	0,043	1,357
15	830,916	-35,098	0,026	1,898
16	825,677	-5,239	0,004	1,182
17	825,567	-0,11	0	1,028
18	826,211	0,644	0	1,046
19	828,07	1,859	-0,001	1,05
20	831,175	3,105	-0,002	1,112
21	836,789	5,614	-0,004	1,053
22	843,521	6,732	-0,005	1,204
23	853,857	10,336	-0,008	1,061
24	865,204	11,347	-0,009	1,04
25	877,188	11,984	-0,009	1,017

Quelle: Eigene Darstellung

Auf Grundlage dessen wurden die drei Clusterlösungen mit 5, 11 und 15 Gruppen näher untersucht. Um die Aufteilung der Fahrzeuge auf die Gruppen innerhalb der einzelnen Lösungen analysieren zu können, wurde der Clusterprozess mit allen drei möglichen Lösungen durchgeführt.

Die Abbildung 26 zeigt die Aufteilung der Gruppen im Übergang von einer zur nächsten Lösung. Auffällig ist, dass im Übergang von insgesamt 5 auf 11 Cluster aus Cluster 2 und 5 jeweils 3 neue Gruppen entstehen, von denen im Übergang von 11 auf 15 dann abermals 2 neue Cluster abgespalten werden. So werden aus anfänglich 2 Gruppen 9 Gruppen in der 15er Lösung. Zudem fällt im Vergleich zur Clusteraufteilung mit wechselnden Zielen auf, dass die Fahrzeuge im Übergang zu einer weiteren Clusterlösung anderen Gruppen zugeordnet werden, in ihrer Zusammensetzung als Gruppe aber bestehen bleiben. Die selbe Gruppe bekommt sozusagen einen neuen Namen oder eher eine neue Nummerierung. So bleiben die zunächst in Cluster 3 gruppierten 137 Fahrzeuge über die unterschiedlichen Lösungen hinweg bestehen, befinden sich in der 11er-Lösung aber in Cluster 4 und in der 15er-Lösung in Cluster 5. Parallel existieren aber auch Gruppen, die über die Clustervorgänge hinweg nicht umbenannt werden. Dies sind das Cluster 1, 2 und 3. Die nachfolgenden Kreuztabellen in Tabelle 36 und Tabelle 37 zeigen die Anzahl der Fahrzeuge in den einzelnen Gruppen sowie die Verschiebung zwischen den einzelnen Clusterlösungen.

Abbildung 26: Baum zur Clusteraufteilung für Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen



Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 36: Kreuztabelle der Lösungen mit 5 und 11 Clustern

		Clusternummer											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Gesamt
Clusternummer	1	97	1	82	0	0	0	0	0	0	0	0	180
	2	0	37	0	0	0	1	0	0	0	43	73	154
	3	0	0	0	137	0	0	0	0	0	0	0	137
	4	0	0	0	0	71	0	0	0	48	0	0	119
	5	0	3	0	0	0	30	80	52	0	0	0	165
Gesamt		97	41	82	137	71	31	80	52	48	43	73	755

Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung
(N = 4.308 Fahrzeuge, n = 755 Fahrzeuge)

Grundsätzlich kann auch bei der Analyse der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen von stabilen Clustern gesprochen werden, wie beim Übergang von 5 auf 11 Cluster deutlich zu erkennen ist. Im Übergang von 5 auf 11 Cluster sind zwar viele Verschiebungen der Fahrzeuge zu beobachten, dies ist aber auf den großen Sprung in der Anzahl der Gruppen zurückzuführen. Trotz der zu beobachtenden Verschiebungen, bleiben die Fahrzeuge aber größtenteils in den Gruppen oder Subgruppen der vorherigen Clusterung bestehen. Lediglich 5 Fahrzeuge werden gänzlich umverteilt.

Auffällig ist zudem, dass die 137 Fahrzeuge, die bei der Lösung mit insgesamt 5 Gruppen in Cluster 3 gruppiert waren, auch über die weiteren, kleinteiligeren Aufteilungen bestehen bleiben.

Auch im Übergang von 11 auf 15 Cluster ist eine größtenteils stabile Struktur zu erkennen. Deutlich wird dies auch dadurch, dass in der Kreuztabelle fast nur die Diagonale mit Zahlen gefüllt ist, sprich die Fahrzeuge in ihrer Zusammensetzung bestehen bleiben. In der Aufteilung auf 15 Gruppen sind die Fahrzeuge größtenteils in ihren Gruppen bestehen geblieben, sie haben sich lediglich in 4 Fällen in zwei kleinere Gruppen aufgeteilt. Nur 2 Fahrzeuge haben sich einzeln aus zwei bestehenden Gruppen abgespalten und wurden der Clusternummer 13 zugewiesen. Auch sind wieder die 137 Fahrzeuge, die schon im Übergang zur 11er-Lösung in ihrem Zusammenschluss bestehen blieben, unverändert in einer Gruppe.

Tabelle 37: Kreuztabelle der Lösungen mit 11 und 15 Clustern

		Clusternummer															Gesamt	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Clusternummer	1	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97
	2	0	24	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
	3	0	0	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82
	4	0	0	0	0	137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137
	5	0	0	0	0	0	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71
	6	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	1	0	0	31
	7	0	0	0	0	0	0	0	51	0	0	29	0	0	0	0	0	80
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	30	22	0	0	0	0	0	0	52
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	10	0	0	0	48
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	43
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	72	73
Gesamt	97	24	82	17	137	71	30	51	30	22	29	38	12	43	72	755		

Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 755 Fahrzeuge)

Von den drei möglichen Clusterlösungen hat die mit 11 Gruppen den höchsten Silhouettenkoeffizienten und stellt damit die Lösung mit dem besten Ergebnis dar. Der Informationsgewinn nach der 11er-Lösung scheint nicht mehr so groß zu sein, wie auch in Tabelle 35 gut abzulesen ist. Folglich wird die Lösung mit 11 Clustern näher untersucht und die einzelnen Gruppen hinsichtlich ihrer Homogenitäten bewertet. Die Silhouettenstatistik bei Einteilung aller Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen in 11 Gruppen ist der Tabelle 38 zu entnehmen

Auffällig ist, dass 5 Gruppen sehr hohe Silhouettenkoeffizienten haben, der bei allen 5 Clustern > 0,93 ist. Folglich sind diese Gruppen sehr homogen in ihren Merkmalsausprägungen. Zwei weitere Gruppen, die Cluster 10 und 11, weisen ebenfalls einen hohen Silhouettenkoeffizienten aus, der sich bei beiden auf > 0,81 beläuft.

Die übrigen 4 Gruppen weisen hingegen sehr geringe Silhouettenkoeffizienten aus und sind demzufolge als eher heterogen einzustufen.

Der Blick auf die Silhouettenstatistik lässt demnach den Schluss zu, dass sich die Einteilung in 11 Gruppen sehr gut eignet, da hier einige sehr stabile Gruppen auszumachen sind, was allerdings auch zur Folge hat, dass für vier Gruppen eine Art Sammelcluster entsteht. Da das Ziel aber darin besteht, charakteristische Gruppen auszumachen, ist es wichtiger einige sehr homogene Cluster ableiten zu können, als dass die Lösung in allen Gruppen Homogenitätsansprüche erfüllt, diese dann aber nur zu einem Mindestmaß.

Tabelle 38: Silhouettenstatistik der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen bei 11 Clustern

Silhouettenstatistik		
Cluster	Fallanzahl	Mittelwert
1	97	0,991
2	41	-0,149
3	82	0,932
4	137	0,968
5	71	0,975
6	31	0,946
7	80	0,405
8	52	0,437
9	48	0,36
10	43	0,813
11	73	0,87
Gesamtwert	755	0,753

Quelle: Eigene Darstellung

In Abbildung 27 ist die Größe der einzelnen Cluster und deren Anteile an der Gesamtstichprobe der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen dargestellt. Die vier Gruppen, die zu heterogen für eine weitere Betrachtung sind, sind in der Abbildung 27 als gepunktete Felder dargestellt. Das größte homogene Cluster umfasst mit 137 Fahrzeugen rund ein Fünftel der Stichprobe. Fünf ähnlich große Cluster machen zusammengenommen rund 40 % der Gesamtstichprobe aus. Die übrigen zwei homogenen Gruppen decken ein Zehntel der Fahrzeuge ab.

Die nachstehende Tabelle 39 stellt darüber hinaus noch einmal die Anzahl der Fahrzeuge und die dazugehörige Anzahl an Unternehmen in den jeweiligen Clustern gegenüber.

Abbildung 27: Clustergrößen von Fahrzeugen mit gleichbleibenden Zielen bei 11 Clustern

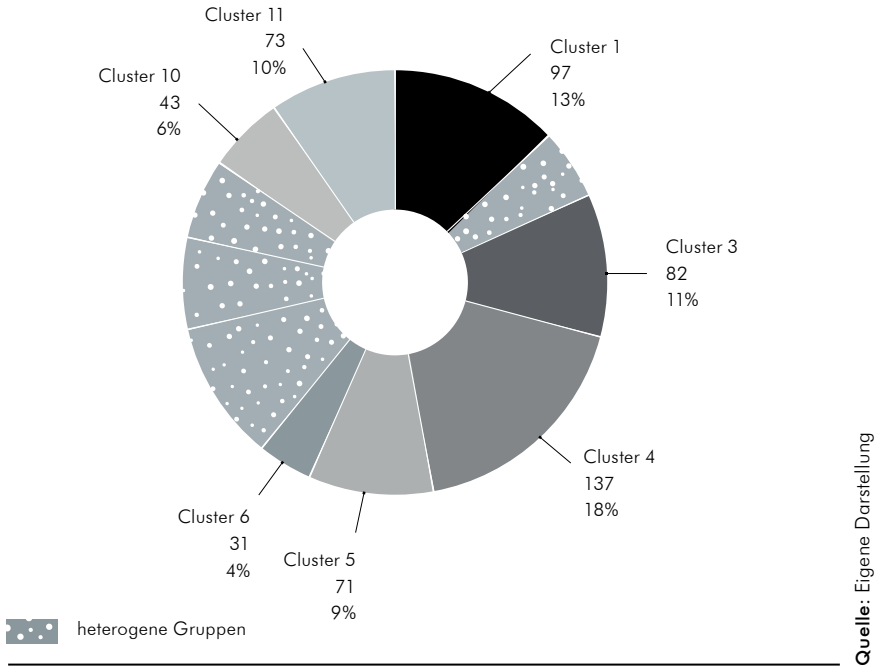


Tabelle 39: Anzahl von Fahrzeugen und Unternehmen der homogenen Cluster mit gleichbleibenden Fahrtzielen

	Anzahl Fahrzeuge	Anzahl Unternehmen
Cluster 1	97	2
Cluster 3	82	25
Cluster 4	137	21
Cluster 5	71	6
Cluster 6	31	2
Cluster 10	43	15
Cluster 11	73	23
Insgesamt	534	94

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 40: Überblick über die Fahrprofile der homogenen Cluster mit gleichbleibenden Zielen

Cluster- nummer	Benennung	Anzahl Fahrzeuge		Durchschnittliche Tagesfahrleistung > 140 km		Anzahl der Tage Ausschließ- liches Tourenmuster	Häufigster Ort bei einer Standzeit > 7h		
		absolut	prozentual	km	SD			absolut	SD
G1	Betriebsgebundene Werk-Mobile* ^g	97	12,8%	17,43	3,7	0	0	Ganz anders	Eigenes Unternehmensgelände
G3	Betriebsgebundene Poly-Pendler* ^g	82	10,9%	25,49	20,8	2,87	8,7	2	Eigenes Unternehmensgelände
G4	Betriebsgebundene Mono-Pendler* ^g	137	18,1%	15,0	12,48	1,07	4,03	1	Eigenes Unternehmensgelände
G5	Betriebsgebundene dezentrale Rundtourer* ^g	71	9,4%	13,59	13,15	0,85	6,03	4	Eigenes Unternehmensgelände
G6	Ortsungebundene zentrale Rundtourer* ^g	31	4,1%	101,61	8,98	297,74	12,57	3 (1 in 1)	Öffentlicher Straßenraum
G10	Heimgebundene Poly-Pendler* ^g	43	5,7%	68,19	34,20	56,14	42,49	2	Eigenes Privatgrundstück
G11	Heimgebundene Mono-Pendler* ^g	73	9,7%	47,25	28,57	17,85	33,71	1	Eigenes Privatgrundstück
G2, 7-9	Reste	221	29,3%						

Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 755 Fahrzeuge)

In der Tabelle 40 werden die Fahrprofile der sieben homogenen Cluster mit gleichbleibenden Zielen vorgestellt. Dieser Tabelle sind die jeweiligen Größen der Cluster sowie die einzelnen Merkmalsausprägungen der Clustervariablen zu entnehmen. Zudem sind die Cluster gemäß ihrer charakteristischen Bedeutung benannt.

Im Folgenden werden die einzelnen Mobilitätsmuster der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen näher beschrieben. Dabei impliziert das *⁸ am Gruppennamen, dass es sich um Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen handelt.

7.5.1 Betriebsgebundene Werk-Mobile*⁹

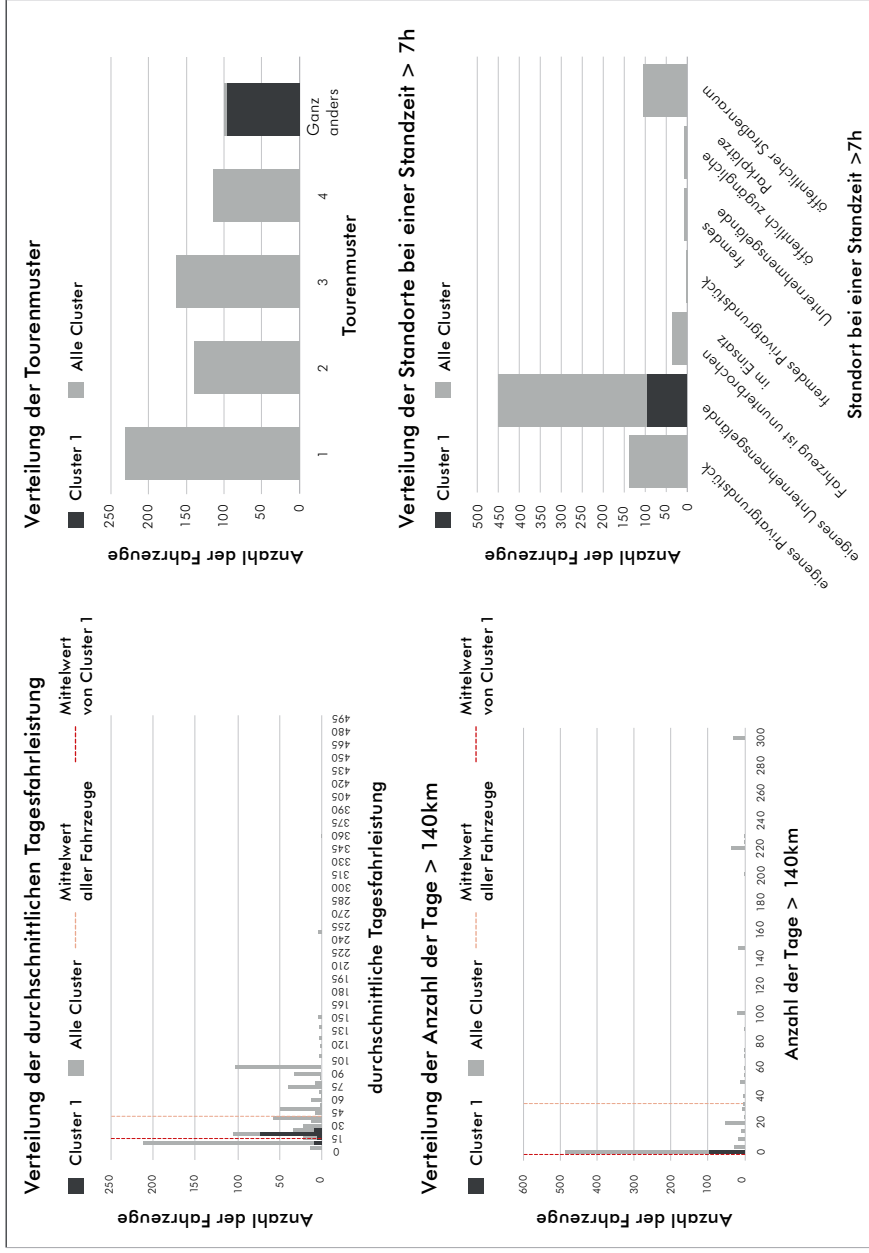
Fahrprofil G1

In Cluster G1 der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen befinden sich 97 Fahrzeuge, was einem Anteil von 12,8 % der Stichprobe entspricht. Die durchschnittliche Tagesfahrleistung der Fahrzeuge liegt bei 17,43 km mit einer Standardabweichung von 3,7 km. Auffällig ist, dass keines der Fahrzeuge bei seinem Einsatz auch nur einen Tag über 140 km am Tag fährt. Das Tourenmuster wird durch keines der zur Auswahl gestellten Muster abgebildet und ist nach Auffassung der Befragten ein ganz anderes. Bei einer Standzeit von über 7 Stunden stehen alle Fahrzeuge des Clusters auf dem eigenen Unternehmensgelände. Der Abbildung 28 sind die zuvor beschriebenen Charakteristika nochmal einmal im Vergleich zu allen Fahrzeugen mit gleichbleibenden Zielen zu entnehmen.

Erweiterung zum Mobilitätsprofil von G1

Die maximale Tagesfahrleistung der Fahrzeuge liegt im Mittel bei 30,3 Kilometern. Bei einer Fahrtunterbrechung von maximal 30 Minuten stehen alle Fahrzeuge ohne Ausnahme auf dem eigenen Unternehmensgelände. 72 Fahrzeuge und damit der größte Anteil in Höhe von 91 % dienen für Fahrten zur Erbringung beruflicher Leistungen. 10 Fahrzeuge werden zur reinen Personenbeförderungen und 8 Fahrzeuge für den reinen Material- und Warentransport genutzt. Darüber hinaus dienen 7 Fahrzeuge für Fahrten, die der sonstigen Nutzung zugesprochen wurden. Alle Fahrzeuge des Clusters haben stets das eigene Unternehmen, aber eine andere Niederlassung zum Fahrtziel.

Abbildung 28: Gleichbleibende Ziele: Fahrprofil G1



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkkennung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 97 Fahrzeuge)

Erweiterung zum Mobilitätsmuster von G1

79 Fahrzeuge der in diesem Cluster gruppierten Fahrzeuge haben einen konventionellen und 18 einen elektrischen Antrieb, was ungefähr 20 % entspricht. Alle 97 Fahrzeuge unterliegen einer rein dienstlichen Nutzung. Es sind 90 Fahrzeuge geleast und 7 Fahrzeuge gekauft. Innerhalb des Clusters bilden die Transporter bis 3,5 t zGG mit einer Anzahl von 72 und einem Anteil von 75 % das stärkste Fahrzeugsegment. Es folgen 9 Pkw-Mini, 8 Mittelklassefahrzeuge und 7 Kleintransporter. Für ein Fahrzeug, welches diesem Cluster zugeordnet ist, stehen keine Angaben zum Segment zur Verfügung. Die Haltedauer der Fahrzeuge beträgt im Mittel 4,29 Jahre. Dies ist darin begründet, dass 90 Fahrzeuge eine Haltedauer von 4 Jahren haben und 7 Fahrzeuge 8 Jahre gehalten werden.

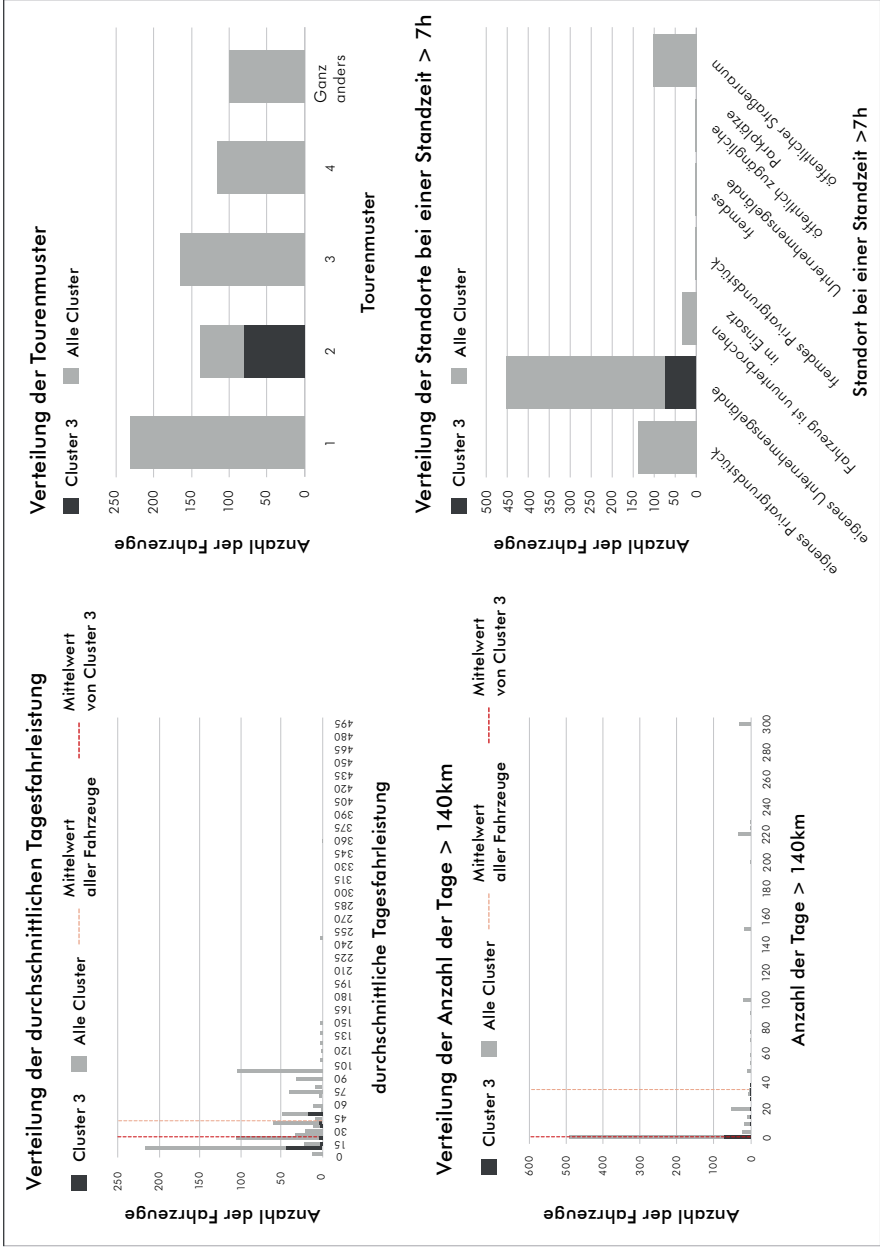
Darüber hinaus sind alle Fahrzeuge aus Cluster G1 dem Wirtschaftszweigabschnitt Verarbeitendes Gewerbe (C) zuzuordnen. Auch gehören alle Fahrzeuge aus Cluster G1 zu großen Unternehmen mit mehr als 249 Beschäftigten. Allerdings gehören nur 90 Fahrzeuge zu einem großen Fuhrpark mit mindestens 50 Fahrzeugen. 7 Fahrzeuge sind in mittleren Fuhrparks mit 6 bis 49 Fahrzeugen in der gesamten Flotte.

7.5.2 Betriebsgebundene Poly-Pendler*⁹

Fahrprofil G3

In Cluster G3 befinden sich 82 Fahrzeuge, was einem Anteil von 10,9 % aller Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen entspricht. Die durchschnittliche Tagesfahrleistung dieser Fahrzeuge liegt bei 25,49 km, mit einer Standardabweichung von 20,8 km. Die Fahrzeuge fahren an fast 3 Tagen im Jahr über 140 km. Die Standardabweichung für die Anzahl an Tagen, an denen über 140 Kilometer gefahren wird, liegt bei 8,7 Tagen. Die Fahrzeuge fahren ausschließlich auf dem Tourenmuster 2, was mehreren Einzelfahrten am Tag vom Unternehmensgelände startend und zurück entspricht. Bei einer Fahrtunterbrechung von mehr als 7 Stunden stehen alle Fahrzeuge auf dem Unternehmensgelände. Die Abbildung 29 liefert einen Überblick über die soeben dargestellten Merkmalsausprägungen.

Abbildung 29: Gleichbleibende Ziele: Fahrprofil G3



Erweiterung zum Mobilitätsprofil von G3

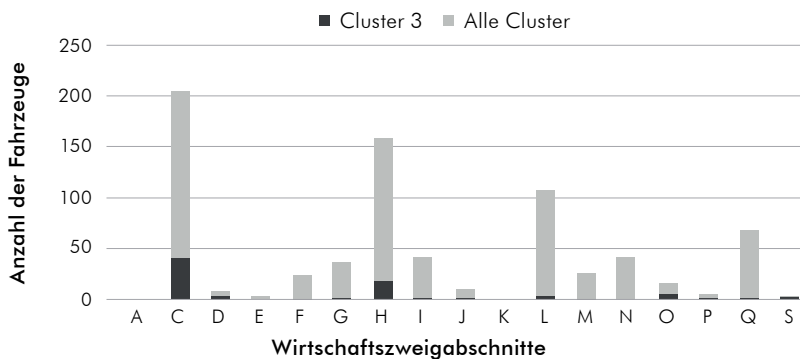
Die maximale Tagesfahrleistung der Fahrzeuge liegt im Mittel bei 93,17 Kilometern. Bei einer Unterbrechung von 30 Minuten stehen 77 Fahrzeuge, was einem Anteil von 94 % entspricht, auf dem eigenen Unternehmensgelände, 2 Fahrzeuge auf fremdem Unternehmensgelände, 2 weitere Fahrzeuge im öffentlichen Straßenraum und ein Fahrzeug auf einem öffentlich zugänglichen Parkplatz. 48 Fahrzeuge werden zur Erbringung beruflicher Leistungen eingesetzt, während 25 Fahrzeuge zur reinen Personenbeförderung und 6 Fahrzeuge zum reinen Material und Warentransport genutzt werden. Die übrigen 3 Fahrzeuge werden für Fahrten der sonstigen Nutzung benötigt. Dabei haben 57 Fahrzeuge Umschlagpunkte wie Speditionshöfe oder Häfen zum Fahrtziel. 10 Fahrzeuge werden für Fahrten zwischen den eigenen Unternehmensniederlassungen und weitere 9 Fahrzeuge für Fahrten zu Fremdunternehmen und Behörden eingesetzt. Zusätzlich fahren 4 Fahrzeuge Baustellen an und 2 Fahrzeuge haben private Haushalte zum Ziel.

Erweiterung zum Mobilitätsmuster von G3

50 der sich in diesem Cluster befindenden Fahrzeuge haben einen konventionellen Antrieb, während 31 Fahrzeuge, demnach ganze 38 %, über einen elektrischen Antrieb verfügen. Zudem verfügt die Gruppe über ein Hybrid-Fahrzeug. 90 % der Fahrzeuge aus Cluster G3 sind zur rein dienstlichen Nutzung vorgesehen, wohingegen 8 Fahrzeuge zur dienstlichen und privaten Nutzung überlassen sind. 47 Fahrzeuge sind gekauft und 35 geleast. Bei der Betrachtung der Fahrzeugsegmente wird das Cluster von 62 Kleintransportern dominiert. Es folgen 11 Fahrzeuge aus der Klein- und Kompaktklasse und 3 Fahrzeuge im Segment der Pkw-Mini. Jeweils 2 Fahrzeuge aus dieser Gruppe gehören dem Mittelklasse-Segment an oder sind Transporter bis 3,5 t. Zu weiteren 2 Fahrzeugen wurden keine Angaben gemacht. Die durchschnittliche Haltedauer der Fahrzeuge beträgt 6,85 Jahre.

Die Fahrzeuge aus Cluster G3 kommen aus 13 Wirtschaftszweigabschnitten, wie Abbildung 30 zeigt.

Abbildung 30: Wirtschaftszweigabschnitte in Cluster G3



Dominiert wird auch dieses Cluster von den Fahrzeugen des Verarbeitenden Gewerbes (C) mit 41 Fahrzeugen, gefolgt von 18 Fahrzeugen im Wirtschaftszweigabschnitt Verkehr und Lagerei (H). 60 Fahrzeuge gehören zu großen Unternehmen mit mindestens 250 Beschäftigten, gefolgt von 10 Fahrzeugen von mittleren Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten.

7 Fahrzeuge gehören zu Kleinstunternehmen mit weniger als 10 Beschäftigten und 5 Fahrzeuge zu kleinen Unternehmen mit 10 bis 49 Beschäftigten.

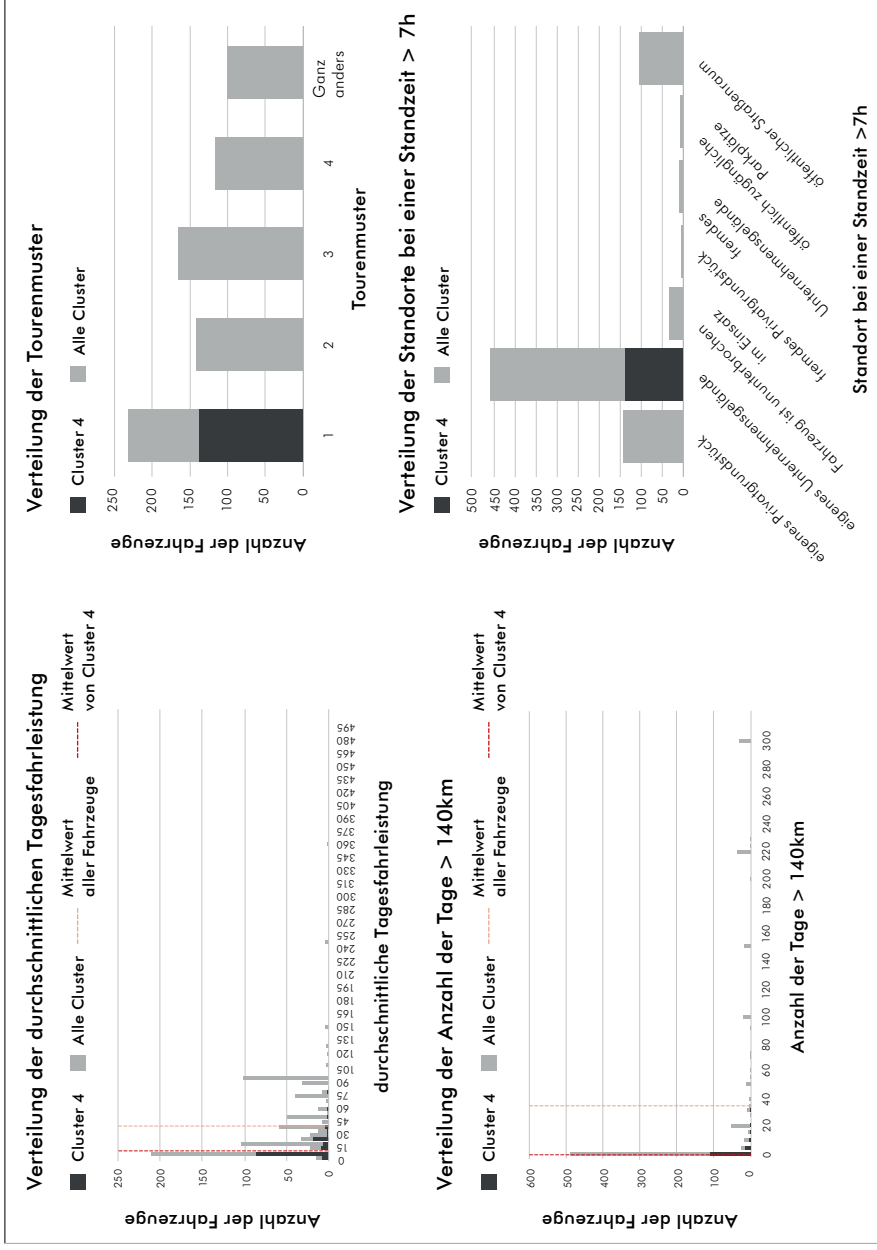
68 Fahrzeuge gehören zu mittleren Fuhrparks mit 6 bis 49 Fahrzeugen und 8 Fahrzeuge zu kleinen Fuhrparks mit 2 bis 5 Fahrzeugen. Jeweils 3 Fahrzeuge gehören zu Kleinstfuhrparks mit nur einem Fahrzeug und großen Fuhrparks mit mindestens 50 Fahrzeugen im Fuhrpark.

7.5.3 Betriebsgebundene Mono-Pendler*⁹

Fahrprofil G4

Diese Fahrzeuge bilden mit einer Anzahl von 137 das größte Cluster innerhalb der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen. Sie decken damit 18,1 % der Stichprobe ab. Die durchschnittliche Tagesfahrleistung liegt bei 15 km mit einer Standardabweichung von 12,48 km. Im Mittel wird an 1,07 Tagen im Jahr über 140 km gefahren, wobei dies mit einem Wert von 4,03 Tagen variiert. Das ausschließliche Tourenmuster ist eine Pendeltour am Tag, die am Unternehmensstandort startet und auch wieder endet. Anschließend stehen die Fahrzeuge dann wieder auf dem eigenen Unternehmensgelände. In Abbildung 31 ist das beschriebene Fahrprofil noch einmal grafisch dargestellt.

Abbildung 31: Gleichbleibende Ziele: Fahrprofil G4



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 137 Fahrzeuge)

Erweiterung zum Mobilitätsprofil von G4

Die maximale Tagesfahrleistung der Fahrzeuge liegt im Mittel bei 71,8 Kilometern. Es stehen 127 Fahrzeuge bei einer Unterbrechung von maximal 30 Minuten auf dem eigenen Unternehmensgelände, 3 Fahrzeuge auf fremden Unternehmensgeländen und ein Fahrzeug im öffentlichen Straßenraum. 37 Fahrzeuge werden zur reinen Personenbeförderung genutzt, 17 Fahrzeuge zur Erbringung beruflicher Leistungen und 3 Fahrzeuge für den reinen Material und Warentransport. Den größten Anteil machen allerdings 80 Fahrzeuge aus, die für die sonstige Nutzung eingesetzt werden.

Erweiterung zum Mobilitätsmuster von G4

In dieser Gruppe verfügen 37 Fahrzeugen über einen elektrischen Antrieb. Die übrigen 100 Fahrzeuge sind konventionell betrieben. 129 Fahrzeuge sind nur zur dienstlichen Nutzung vorgesehen, während 8 Fahrzeuge den Mitarbeitenden zur dienstlichen und privaten Nutzung überlassen sind. Unter den Fahrzeugen sind 82 gekauft und 55 Fahrzeuge sind geleast. Zum Verbleib der Fahrzeuge bei einer Fahrtunterbrechung von maximal 30 Minuten liegen nur für 131 der 137 Fahrzeuge Angaben vor. Das Cluster besteht im Wesentlichen aus 62 Fahrzeugen der Klein- und Kompaktklasse und 53 Kleintransportern. Hinzu kommen 16 Mittelklassefahrzeuge, 4 Pkw-Mini und 2 Transporter bis 3,5t. Die durchschnittliche Haltedauer der Fahrzeuge in der Gruppe beträgt 12,43 Jahre, was dadurch bestimmt ist, dass 78 Fahrzeuge, was einem Anteil von 57 % entspricht, 19 Jahre gehalten werden. Für 26 der 137 Fahrzeuge wurde kein Fahrtziel angegeben, unter den Nennungen wurde das eigene Unternehmen aber eine andere Niederlassung für 68 Fahrzeuge als häufigstes Ziel genannt. Umschlagpunkte wurden für 38 Fahrzeuge als Fahrtziel angegeben, 1 Fahrzeug fährt zu Baustellen, 3 Fahrzeuge dienen für Fahrten zu Fremdunternehmen und Behörden und 1 Fahrzeug hat stets private Haushalte zum Ziel.

Die Fahrzeuge aus dem Cluster G4 stammen aus 10 Wirtschaftszweigabschnitten. Dabei kommen 119 Fahrzeuge (86,9 %) aus dem Wirtschaftszweigabschnitt Verkehr und Lagerei (H). Die restlichen Fahrzeuge sind über die übrigen 9 Wirtschaftszweigabschnitte verteilt. Die nächst größere Gruppe sind 6 Fahrzeuge aus dem Wirtschaftszweigabschnitt Verarbeitendes Gewerbe (C). Eine Anzahl von 82 Fahrzeugen gehört zu kleinen Unternehmen mit 10 bis 49 Beschäftigten, 43 Fahrzeuge zu großen Unternehmen mit

mindestens 250 Beschäftigten. Darüber hinaus sind in der Gruppe 10 Fahrzeuge aus Kleinstunternehmen mit unter 10 Beschäftigten und 2 Fahrzeuge, die zu mittleren Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten gehören.

78 Fahrzeuge gehören einem großen Fuhrpark mit mehr als 49 Fahrzeugen an, 45 Fahrzeuge einem mittleren Fuhrpark mit 6 bis 49 Fahrzeugen und 11 Fahrzeuge einem kleinen Fuhrpark mit 2 bis 5 Fahrzeugen. Zwei Fahrzeuge bilden jeweils einen Kleinstfuhrpark.

7.5.4 Betriebsgebundene dezentrale Rundtourer*⁹

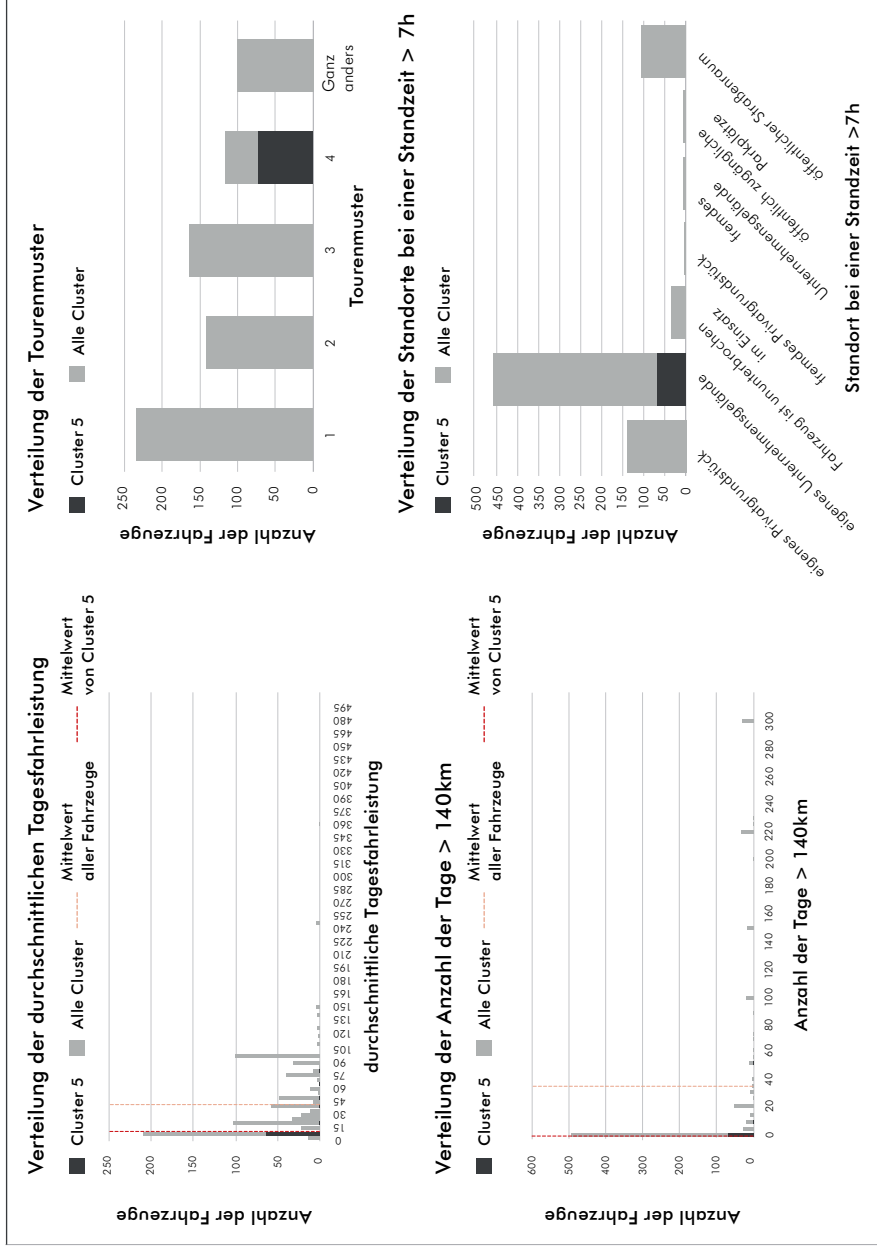
Fahrprofil G5

In dieser Gruppe befinden sich 71 Fahrzeuge, was einem Anteil von 9,4 % der Stichprobe entspricht. Die durchschnittliche Tagesfahrleistung, die mit den Fahrzeugen zurückgelegt wird, beläuft sich auf 13,59 km mit einer ähnlich hohen Standardabweichung, die bei 13,15 km liegt. An weniger als einem Tag im Jahr fahren die Fahrzeuge im Mittel über 140 km. Die Standardabweichung liegt hier allerdings bei 6,03 Tagen. Alle Fahrzeuge des Clusters werden im Tourenmuster 4 eingesetzt, verbinden also ihre Fahrtziele zu einer Tour, wobei der Unternehmensstandort außerhalb des Servicegebietes liegt. Alle Fahrzeuge stehen bei einer Unterbrechung von mehr als 7 Stunden auf dem eigenen Unternehmensgelände. Das Fahrprofil ist zusätzlich der Abbildung 32 zu entnehmen.

Erweiterung zum Mobilitätsprofil von G5

Die maximale Tagesfahrleistung der Fahrzeuge liegt im Mittel bei 67,32 Kilometern. Zum Verbleib der Fahrzeuge bei einer Fahrtunterbrechung von maximal 30 Minuten liegen Angaben von 70 Fahrzeugen vor. 67 Fahrzeuge stehen bei einer Unterbrechung von 30 Minuten auf dem eigenen Unternehmensgelände und 3 Fahrzeuge im öffentlichen Straßenraum. 68 Fahrzeuge werden zur Erbringung beruflicher Leistungen eingesetzt und zwei Fahrzeuge werden für den reinen Material- und Warentransport benötigt. Ein Fahrzeug wird in der sonstigen Nutzung eingesetzt. Ein Anteil von 91,5 % aller Fahrzeuge in dem Cluster, was absolut einer Anzahl von 65 Fahrzeugen entspricht, bedienen private Haushalte. Vier weitere Fahrzeuge werden für Fahrten zu Fremdunternehmen und Behörden eingesetzt, während zwei Fahrzeuge Baustellen zum Ziel haben.

Abbildung 32: Gleichbleibende Ziele: Fahrprofil G5



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkferrfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 71 Fahrzeuge)

Erweiterung zum Mobilitätsmuster von G5

69 Fahrzeuge in dieser Gruppe verfügen über einen konventionellen Antrieb und 2 Fahrzeuge sind Elektrofahrzeuge. Ebenso werden 69 Fahrzeuge nur dienstlich genutzt und 2 Fahrzeuge werden zusätzlich zur privaten Nutzung überlassen. Die Beschaffungsart der Fahrzeuge beschränkt sich auf 66 gekaufte und 5 geleaste Fahrzeuge. Zu einem Fahrzeug liegen keine Daten zur Beschaffung vor. In dieser Gruppe überwiegt mit 67 Fahrzeugen das Fahrzeugsegment der Klein- und Kompaktklasse. Hinzukommen 2 Kleintransporter und jeweils ein Pkw-Mini und ein Transporter bis 3,5 t. Die durchschnittliche Haltedauer liegt bei 17,85 Jahren, was darauf zurückzuführen ist, dass knapp 92 % der Fahrzeuge in dem Cluster mindestens 19 Jahre gehalten werden ehe sie abgelöst werden.

65 der insgesamt 71 Fahrzeuge kommen aus dem Wirtschaftszweigabschnitt des Grundstücks- und Wohnungswesens (L). 66 Fahrzeuge des Clusters gehören zu mittleren Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten, 4 Fahrzeuge gehören zu kleinen Unternehmen mit 10 bis 49 Beschäftigten und 1 Fahrzeug zu Kleinstunternehmen mit weniger als 10 Beschäftigten. Die Mehrheit der Fahrzeuge, eine Anzahl von 65 Fahrzeugen, gehört zu großen Fuhrparks mit mindestens 50 Fahrzeugen und jeweils 3 Fahrzeuge der Gruppe zu mittleren (6-49 Fahrzeuge) und kleinen Fuhrparks (2-5 Fahrzeuge).

7.5.5 Ortsungebundene zentrale Rundtourer*⁹

Fahrprofil G6

Das Cluster G6 der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen besteht aus 31 Fahrzeugen und ist damit, mit einem Anteil an der Stichprobe von 4,1 %, das kleinste Cluster. Die durchschnittliche Tagesfahrleistung ist mit 101,61 km im Mittel und einer Standardabweichung von 8,98 km hingegen die höchste. Diese Werte sprechen für eine einheitlich hohe Kilometerleistung innerhalb des Clusters. Auch die Anzahl an Tagen, an denen über 140 Kilometer gefahren wird, ist mit 297,74 Tagen sehr hoch. Hier liegt die Standardabweichung bei 12,57 Tagen. Mit dieser großen Anzahl liegt das Cluster weit über dem Mittelwert aller Fahrzeuge. Dieses Cluster ist die einzige Gruppe, die kein ausschließliches Tourenmuster hat. 30 der gruppierten Fahrzeuge fahren Tourenmuster 3, verknüpfen demnach die einzelnen Fahrten zu einer Tour, wobei der Unternehmensstandort innerhalb des Servicegebietes liegt. Alle

31 Fahrzeuge stehen bei einer Unterbrechung von mehr als 7 Stunden im öffentlichen Straßenraum. Das Fahrprofil dieses Clusters ist in Abbildung 33 dargestellt.

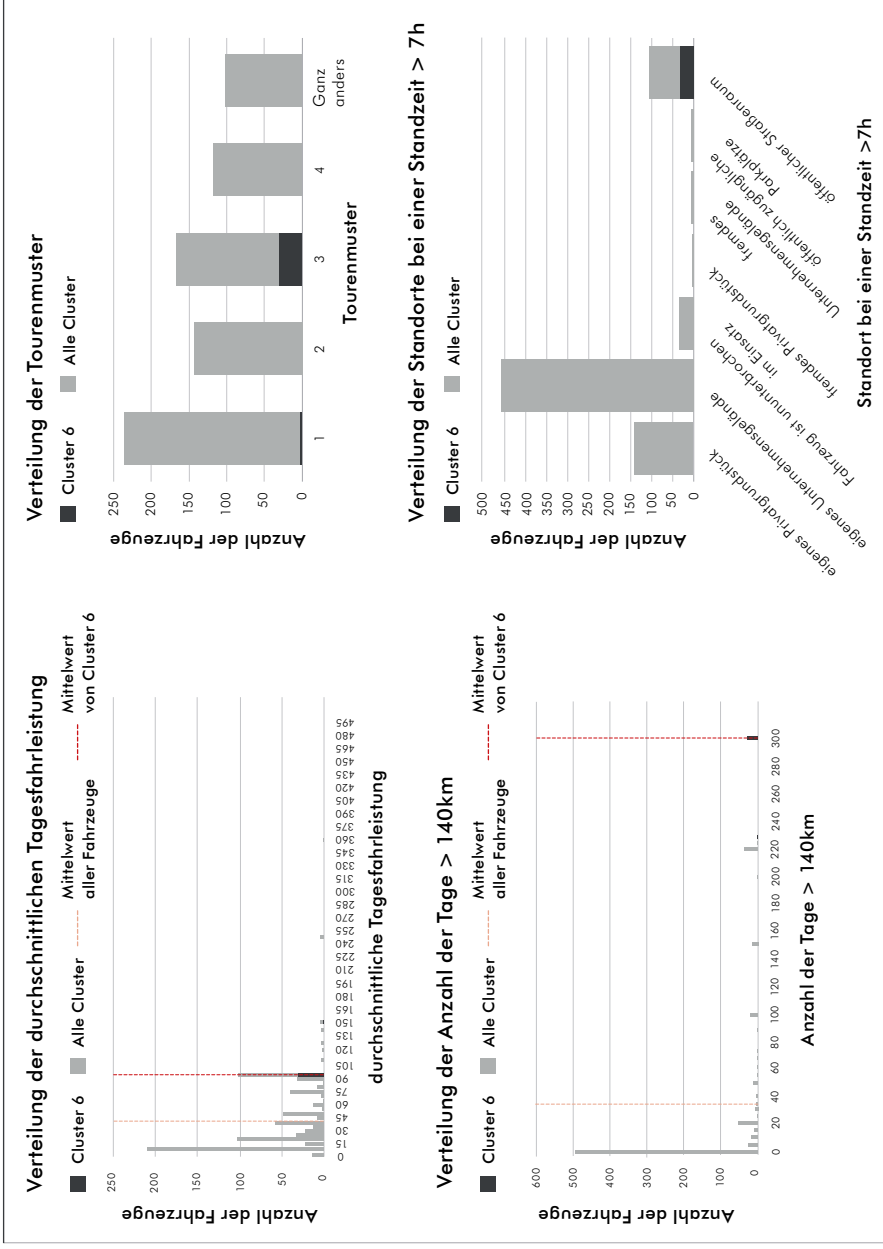
Erweiterung zum Mobilitätsprofil von G6

Die maximale Tagesfahrleistung der Fahrzeuge liegt im Mittel bei 209,68 Kilometern. Alle 31 Fahrzeuge stehen bei einer Einsatzunterbrechung von 30 Minuten auf dem eigenen Unternehmensgelände. 30 Fahrzeuge werden für Fahrten zur Erbringung beruflicher Leistungen genutzt und ein Fahrzeug dient der reinen Personenbeförderung. 30 Fahrzeuge fahren private Haushalte an und ein Fahrzeug hat das eigene Unternehmen aber eine andere Niederlassung zum Ziel.

Erweiterung zum Mobilitätsmuster von G6

Alle 31 Fahrzeuge sind konventionell angetrieben und stehen in einer dienstlichen und privaten Nutzung. Davon sind 30 Fahrzeuge gekauft und ein Fahrzeug geleast. Zudem entsprechen alle Fahrzeuge dem Segment der Klein- und Kompaktklasse. Die durchschnittliche Haltedauer der Fahrzeuge in diesem Cluster liegt bei 14,58 Jahren. Ein Anteil von 97 % der Fahrzeuge wird 15 Jahre gehalten ehe sie abgelöst werden. 30 Fahrzeuge dieser Gruppe stammen aus dem Gesundheits- und Sozialwesen (Q), das übrige Fahrzeug hingegen aus dem Verarbeitenden Gewerbe (C). 30 Fahrzeuge gehören zu Unternehmen mittlerer Größe mit 50 bis 249 Beschäftigten. Das übrige Fahrzeug gehört zu einem Kleinunternehmen mit weniger als 10 Beschäftigten. 30 Fahrzeuge gehören zu großen Fuhrparks mit mindestens 50 Fahrzeugen und ein Fahrzeug gehört zu einem kleinen Fuhrpark mit 2 bis 5 Fahrzeugen in der Flotte. Die Analyse der Evaluationsvariablen lässt aufgrund der häufigen Nennung von 30 Fahrzeugen, den Schluss zu, dass hier Fahrzeuge zusammenkommen, die zuvor auch als eine Gruppe angelegt wurden.

Abbildung 33: Gleichbleibende Ziele: Fahrprofil G6



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 31 Fahrzeuge)

7.5.6 Heimgebundene Poly-Pendler*⁹

Fahrprofil G10

Das Cluster G10 umfasst 5,7 % der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen, was einer Anzahl von 43 Fahrzeugen entspricht. Die durchschnittliche Tagesfahrleistung liegt bei 68,19 km mit einer Standardabweichung von 34,20 km. An 56,14 Tagen im Jahr wird mit den Fahrzeugen eine Tagesfahrleistung von 140 Kilometern überschritten. Die Standardabweichung ist relativ hoch und liegt bei 42,49 Tagen. Die Fahrzeuge aus Cluster G10 fahren ausschließlich Tourenmuster 2, was bedeutet, dass mehrfach am Tag Pendeltouren zwischen dem Unternehmensstandort und einem Fahrtziel stattfinden. Bei einer Fahrtunterbrechung von mehr als 7 Stunden stehen die Fahrzeuge auf dem eigenen Privatgrundstück. Alle genannten Merkmalsausprägungen, die das Fahrprofil charakterisieren sind auch der Abbildung 34 zu entnehmen.

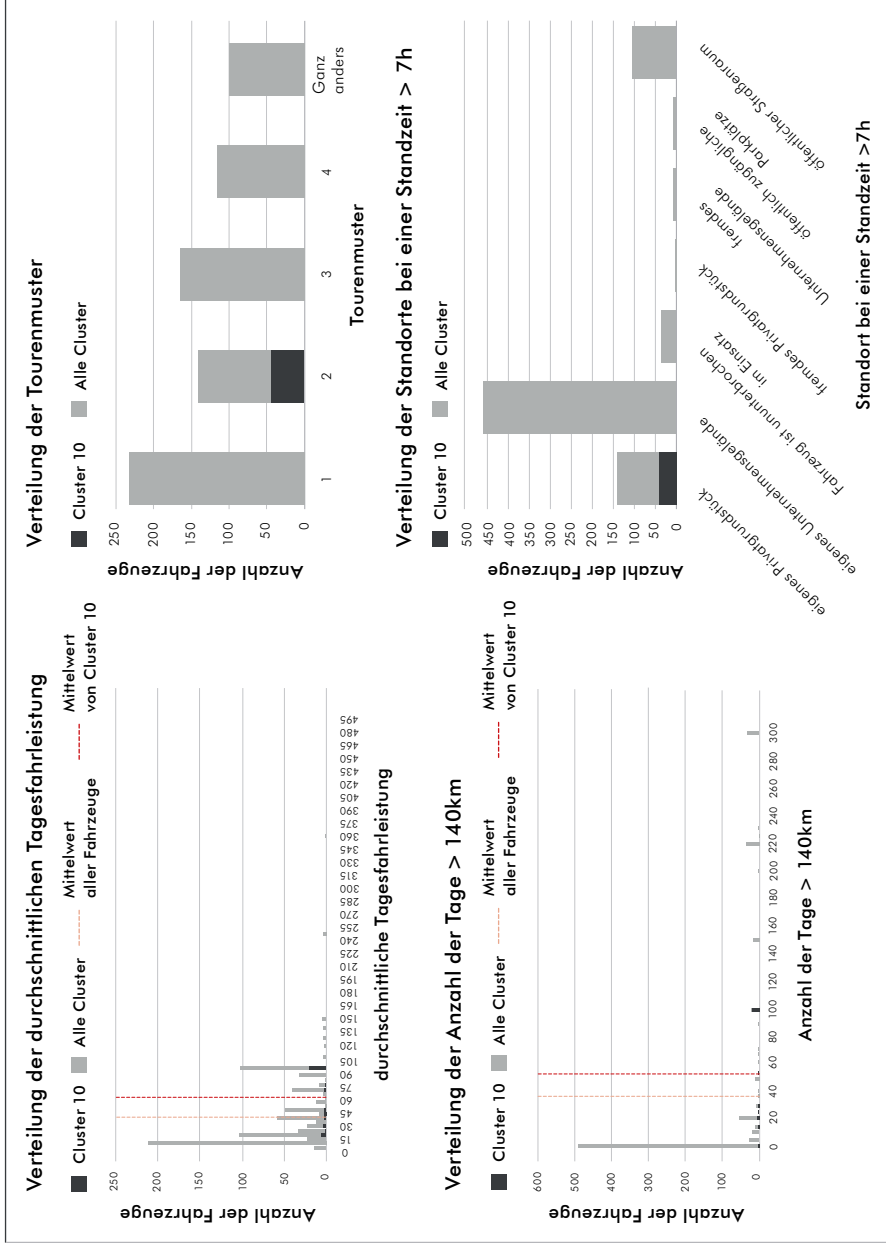
Erweiterung zum Mobilitätsprofil von G10

Die maximale Tagesfahrleistung der Fahrzeuge liegt im Mittel bei 477 Kilometern. Bei einer Unterbrechung von maximal 30 Minuten stehen 35 Fahrzeuge auf dem eigenen Unternehmensgelände, jeweils drei Fahrzeuge auf dem eigenen Privatgrundstück sowie auf fremdem Unternehmensgelände und 2 Fahrzeuge stehen bei dieser Fahrtunterbrechung im öffentlichen Straßenraum. Der Großteil der Fahrzeuge wird zur Fahrt für die Erbringung beruflicher Leistungen genutzt. 10 Fahrzeuge dienen der reinen Personenbeförderung und ein Fahrzeug dem reinen Material- und Warentransport. Die übrigen 7 Fahrzeuge werden zu Fahrten der sonstigen Nutzung eingesetzt. 32 der Fahrzeuge haben das eigene Unternehmen aber eine andere Niederlassung zum Fahrtziel. 8 Fahrzeuge fahren private Haushalte an und 2 Fahrzeuge haben Fremdunternehmen und Behörden zum Ziel. Ein Fahrzeug aus dem Cluster G10 fährt Baustellen an.

Erweiterung zum Mobilitätsmuster von G10

Von den 43 Fahrzeugen in dieser Gruppe verfügen 37 Fahrzeuge über einen konventionellen Antrieb, 5 Fahrzeuge über einen elektrischen Antrieb sowie ein Fahrzeug über einen Hybridantrieb. 33 der Fahrzeuge sind gekauft und 10 Fahrzeuge geleast. 90 % der Fahrzeuge werden dienstlich und privat genutzt. Bezüglich des Fahrzeugsegmentes wurden für 4 Fahrzeuge keine Angaben getätigt. Von den übrigen Fahrzeugen gehören 30 zum Segment der Mittelklasse,

Abbildung 34: Gleichbleibende Ziele: Fahrprofil G10



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 43 Fahrzeuge)

4 Fahrzeuge zur Klein- und Kompaktklasse, 3 Fahrzeuge zur Oberklasse und 2 Fahrzeuge sind Kleintransporter. Die durchschnittliche Haltedauer der Fahrzeuge aus dieser Gruppe liegt bei 7,12 Jahren.

Die 43 Fahrzeuge dieser Gruppe entstammen 10 Wirtschaftszweigabschnitten. Mit 25 Fahrzeugen hat der Wirtschaftszweigabschnitt Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen (G) den größten Anteil mit fast 60 %. 29 Fahrzeuge gehören zu Unternehmen einer mittleren Größe mit 50 bis 249 Beschäftigten. Jeweils 5 Fahrzeuge gehören zu Kleinstunternehmen oder kleinen Unternehmen und weitere 4 Fahrzeuge zu großen Unternehmen mit mehr als 249 Beschäftigten. Bezüglich der zu den Fahrzeugen gehörenden Fuhrparkgrößen, sind 22 Fahrzeuge in großen Fuhrparks mit mindestens 50 Fahrzeugen, 13 Fahrzeuge in mittleren Fuhrparks und 8 Fahrzeuge in kleinen Fuhrparks mit zwei bis fünf Fahrzeugen.

7.5.7 Heimgebundene Mono-Pendler*⁹

Fahrprofil G11

Cluster G11 besteht aus 73 Fahrzeugen, was einem Anteil von 9,7 % entspricht. Die durchschnittliche Tagesfahrleistung liegt bei 47,25 km mit einer Standardabweichung von 28,57 km. Damit liegen die Fahrzeuge aus dieser Gruppe sehr nah am Mittelwert aller analysierten Fahrzeuge mit gleichbleibenden Fahrtzielen. An 17,85 Tagen im Jahr werden die Fahrzeuge für Fahrten über 140 Kilometer eingesetzt. Die Standardabweichung beläuft sich hier auf 33,71 Tage im Jahr. Das ausschließliche Tourenmuster kann mit einer Pendeltour vom Unternehmensgelände zum Fahrtziel beschrieben werden. Die Fahrzeuge werden bei einer Fahrtunterbrechung von mehr als 7 Stunden alle auf dem eigenen Privatgrundstück abgestellt. Das beschriebene Fahrprofil ist in Abbildung 36 grafisch aufbereitet.

Erweiterung zum Mobilitätsprofil von G11

Die maximale Tagesfahrleistung der Fahrzeuge liegt im Mittel bei 288,5 Kilometern. Bei einer Einsatzunterbrechung von maximal 30 Minuten stehen 61 Fahrzeuge auf dem eigenen Unternehmensgelände. Jeweils vier Fahrzeuge stehen bei einer kurzzeitigen Unterbrechung auf fremdem Unternehmensgelände, auf öffentlich zugänglichen Parkplätzen und im öffentlichen Straßenraum. Der größte Anteil der Fahrzeuge, mit knapp 84 %, wird für die

reine Personenbeförderung eingesetzt, 8 Fahrzeuge haben eine sonstige Nutzung, 3 Fahrzeuge werden für Fahrten zur Erbringung beruflicher Leistungen eingesetzt und nur 1 Fahrzeug dient dem reinen Material- und Warentransport. 50 Fahrzeuge fahren private Haushalte an, während 20 Fahrzeuge das eigene Unternehmen aber eine andere Niederlassung und 3 Fahrzeuge Fremdunternehmen und Behörden zum Ziel haben.

Erweiterung zum Mobilitätsmuster von G11

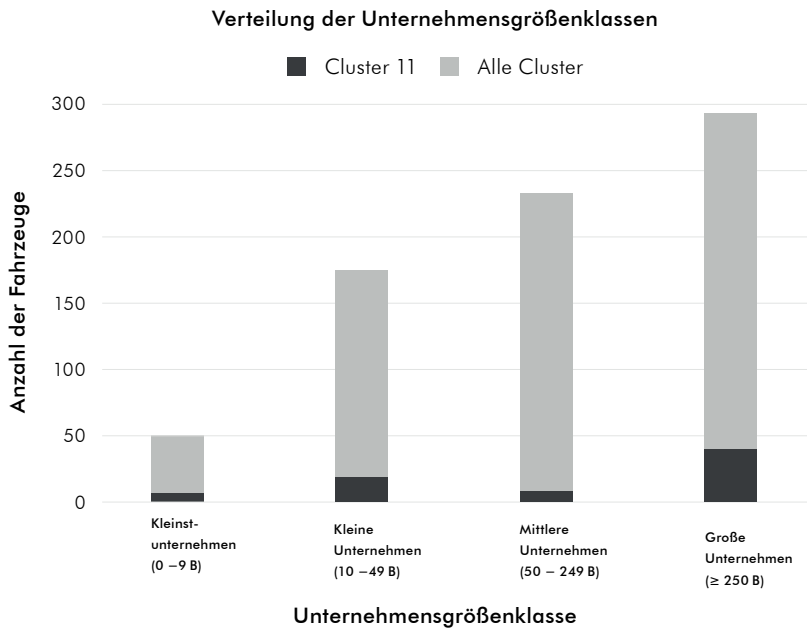
Von den 73 Fahrzeugen in dieser Gruppe haben 63 einen konventionellen Antrieb, 9 Fahrzeuge sind Elektrofahrzeuge und eins ist ein Hybridfahrzeug. Der überwiegende Teil, 71 Fahrzeuge, dienen der dienstlichen und privaten Nutzung und nur 2 Fahrzeuge werden rein dienstlich genutzt. Insgesamt sind 62 Fahrzeuge geleast, 10 gekauft und eins gemietet.

50 Fahrzeuge aus diesem Cluster und damit der größte Anteil gehören zum Segment der Mittelklasse. Darüber hinaus sind 13 Fahrzeuge der Klein- und Kompaktklasse, 6 Fahrzeuge der Oberklasse und 2 Fahrzeuge den Kleintransportern zuzuordnen. Für 2 Fahrzeuge wurde kein Segment angegeben. Diese Gruppe repräsentiert die Fahrzeuge mit der im Mittel kürzesten Halte-dauer mit einem Wert von 3,83 Jahren.

Das Cluster G11 wird aus 11 Wirtschaftszweigabschnitten bedient. Den größten Anteil mit 43 Fahrzeugen stellt auch hier wieder das Verarbeitende Gewerbe (C). Es folgen mit 6 Fahrzeugen Verkehr und Lagerei (H), mit 5 Fahrzeugen Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen (M) und 4 Fahrzeuge aus dem Grundstücks- und Wohnungswesen (L). Die Anzahl von 40 Fahrzeugen gehört zu großen Unternehmen mit mindestens 250 Beschäftigten. Gefolgt wird dieser Gruppe von 19 Fahrzeugen aus kleinen Unternehmen, 8 Fahrzeugen von mittleren Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten und 6 Fahrzeugen von Kleinstunternehmen mit weniger als 10 Beschäftigten. Die beschriebene Verteilung der Unternehmensgrößenklassen innerhalb des Clusters ist Abbildung 35 zu entnehmen.

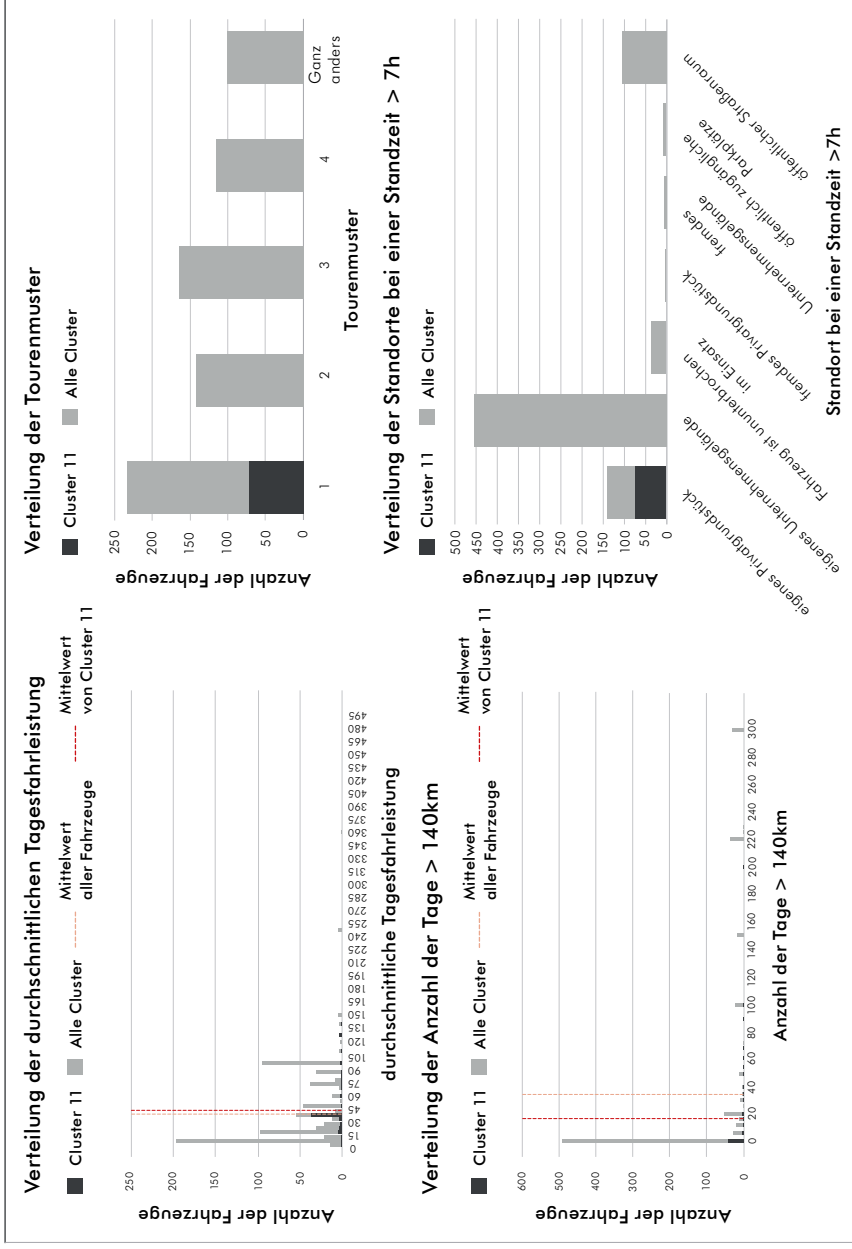
57 Fahrzeuge gehören zu mittleren Fuhrparks mit 6 bis 49 Fahrzeugen, 13 Fahrzeuge zu kleinen Fuhrparks mit zwei bis fünf Fahrzeugen. Zwei Fahrzeuge bilden Kleinstfuhrparks ab und nur ein Fahrzeug gehört zu einem großen Fuhrpark mit mehr als 49 Fahrzeugen.

Abbildung 35: Unternehmensgrößenklassen in Cluster G11



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 73 Fahrzeuge)

Abbildung 36: Gleichbleibende Ziele: Fahrprofil G11



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 73 Fahrzeuge)

7.6 Diskussion der identifizierten Mobilitätsmuster

Auf Grundlage der vorangegangenen Analyse konnten in Abhängigkeit der Fahrtzielregelmäßigkeit Mobilitätsmuster des Hamburger Personenwirtschaftsverkehrs abgeleitet werden, die im Folgenden vertieft interpretiert werden. Im Folgenden werden zunächst Ableitungen auf Ebene der Fahrprofile getroffen. Durch die anschließende Evaluation der Fahrprofile mittels weiterer fahrzeug- und unternehmensspezifischer Variablen der drei betrieblichen Entscheidungsebenen lassen sich diese in einem weiteren Schritt zu Mobilitätsmustern erweitern. Zur Einordnung dieser Interpretationen ist zu berücksichtigen, dass diese auf der Analyse von Fahrzeugen aufbauen, die in homogenen Gruppen zu Fahrprofilen geclustert wurden.

7.6.1 Mobilitätsmuster von Fahrzeugen mit gleichbleibenden Zielen (*⁹)

Die Gruppen der Fahrzeuge mit **gleichbleibenden Zielen***⁹ erklären 70 % der gezogenen Stichprobe von 534 Fahrzeugen mit gleichbleibenden Zielen bzw. 12,5 % der Gesamtstichprobe. Die Mobilitätsmuster von Fahrzeugen mit gleichbleibenden Zielen beruhen auf 7 stabilen Fahrprofilen, die in Abschnitt 7.5 detailliert beschrieben und in Abbildung 37 noch einmal grafisch aufbereitet sind.

Bei der deskriptiven Analyse in Abschnitt 7.5 hat sich gezeigt, dass sowohl Cluster G₁, die betriebsgebundenen Werk-Mobilen*⁹, als auch Cluster G₆, die ortsungebundenen zentralen Rundtourer*⁹, jeweils nur von zwei Unternehmen repräsentiert werden. Die nähere Analyse der Daten zeigt aber, dass diese Gruppen wichtige Segmente des Personenwirtschaftsverkehrs abdecken, weswegen sie trotz ihrer geringen Anzahl an Unternehmen in die Analyse eingeflossen sind. Die Gruppe G₁ der betriebsgebundenen Werk-Mobilen*⁹ zeigt typische Werkverkehre, die unter anderem im Hafengebiet stattfinden, und die Gruppe G₆ der ortsungebundenen zentralen Rundtourer*⁹ steht exemplarisch für das Mobilitätsmuster von ambulanten Pflegediensten.

Aus den Mobilitätsmustern der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen lassen sich auf Ebene der Fahrprofile zunächst folgende Ableitungen treffen.

Abbildung 37: Fahrprofile der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen

Clusternummer	Betriebsgebundene Werk-Mobile [®]	Betriebsgebundene Poly-Pendler [®]	Betriebsgebundene Mono-Pendler [®]	Betriebsgebundene dezentrale Rundtourer [®]	Ortsungebundene zentrale Rundtourer [®]	Heimgebundene Poly-Pendler [®]	Heimgebundene Mono-Pendler [®]
Standort bei einer Standzeit > 7h							
Tourenmuster	Ganz anders	Eigenes Unternehmensgelände			Öffentlicher Straßenraum	Eigenes Privatgrundstück	
Ø Tagesfahrleistung	17,4 km	25,5 km	15 km	13,6 km	101,6 km	68,2 km	47,3 km
SD Ø Tagesfahrleistung	3,7 km	20,8 km	12,5 km	13,2 km	8,98 km	34,2 km	28,6 km
Anzahl der Tage > 140 km	0 Tage	2,8 Tage	1 Tag	0,8 Tage	297,7 Tage	56 Tage	17,8 Tage
Anzahl Fahrzeuge	97	82	137	71	31	43	73
Anteil Gesamtstichprobe	2,3%	1,9%	3,2%	1,7%	0,7%	1,0%	1,7%
Clusternummer	G1	G3	G4	G5	G6	G10	G11

Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 534 Fahrzeuge)

Betriebsgebundene Fahrzeuge*^g:

- haben innerhalb der Gruppierung im Vergleich zu den heimgebundenen und ortsungebundenen Fahrzeugen im Durchschnitt geringe Tagesfahrleistungen und fahren selten über 140 km am Tag,
- bewegen sich in vielen Fahrtenmustern, wobei Pendelfahrten innerhalb der Typologie mit einer vergleichsweise höheren Tagesfahrleistung verbunden sind.

Heimgebundene Fahrzeuge*^g:

- werden ausschließlich für Pendelfahrten genutzt, was auf die ausschließliche Nutzung des Dienstfahrzeuges für den Arbeitsweg als direkte Fahrt zum Ort der Leistungserbringung hindeutet,
- haben höhere Tagesfahrleistungen als Fahrzeuge, die nachts auf dem Unternehmensgelände stehen und legen auch deutlich öfter lange Strecken zurück.

Ortsungebundene Fahrzeuge*^g:

- fahren Rundtouren mit den vergleichsweise höchsten täglichen Fahrleistungen und höchsten Anzahlen an langen Strecken.

Darauf aufbauend sind in der nachstehenden Tabelle 41 die Mobilitätsmuster der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen dargestellt. Für die Evaluationsvariablen ist, sofern vorhanden, immer die mehrheitliche Ausprägung der jeweiligen Variable dargestellt.

Für die Mobilitätsprofile der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen lassen sich unter Berücksichtigung weiterer fahrzeugeinsatzspezifischer Variablen die im Folgenden dargestellten Ableitungen treffen:

Für die maximalen Tagesfahrleistungen zeigt sich auch hier, dass die betriebsgebundenen Fahrzeuge am wenigsten fahren, gefolgt von den ortsungebundenen Fahrzeugen. Die heimgebundenen Fahrzeuge fahren auch beim Vergleich der maximalen Tagesfahrleistungen am weitesten.

Sofern bei gleichbleibenden Zielen kurze Fahrtunterbrechungen stattfinden, sind diese mehrheitlich bei allen Mobilitätsprofilen auf dem eigenen Unternehmensgelände.

Beim Fahrtzweck fällt die starke Konzentration auf die Erbringung beruflicher Leistungen auf. Nur bei den zwei Gruppen der Mono-Pendler*^g

Tabelle 41: Mobilitätsmuster der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen

Clustervariablen										Evaluationsvariablen									
Benennung	Anzahl Fahrzeuge	Standort (Zh)	Tourenmuster	Tage > 140 km		Max. TFL (30 min)	Fahrzweck	Fahrziel (Ort)	Antriebsart	Nutzung	Beschaffungsort	Fahrzeugsegment	Halbeldauer	WZ	Unternehmensgröße	Fahrparkgröße			
				Ø TFL	SD												km	SD	
Betriebsgebundene Werk-Mobile ⁹³	97	Eigene Unternehmensgelände	Ganz anders	17,43	3,7	0	0	Eigene Unternehmensgelände (100%)	Erbringung beruflicher Leistungen (74%)	Konventionell (81%)	Dienstlich (100%)	Leasing (93%)	Transporter bis 3,5 t (75%)	4,29	C (100%)	Groß (100%)	Groß (93%)		
				25,49	20,8	2,87	8,7	Eigene Unternehmensgelände (94%)	Erbringung beruflicher Leistungen (59%)	Konventionell (61%)	Dienstlich (90%)	Kauf (57%)	Kleintransporter (78%)	6,85	C (59%)	Groß (73%)	Mittel (83%)		
Betriebsgebundene Mono-Pendler ⁹³	137	Eigene Unternehmensgelände	1	15,0	12,48	1,07	4,03	Eigene Unternehmensgelände (97%)	Sonstige Nutzung (58%)	Konventionell (73%)	Dienstlich (94%)	Kauf (60%)	*	12,43	H (87%)	Klein (60%)	Groß (55%)		
				13,59	13,15	0,85	6,03	Eigene Unternehmensgelände (96%)	Erbringung beruflicher Leistungen (96%)	Konventionell (97%)	Dienstlich (97%)	Kauf (93%)	Klein- und Kompakt (94%)	17,85	L (92%)	Mittel (93%)	Groß (92%)		
Ortsungebundene zentrale Rundlauer ⁹³	31	Öffentlicher Straßenraum	3 (1 in 1)	101,61	8,98	297,74	12,57	Eigene Unternehmensgelände (100%)	Erbringung beruflicher Leistungen (97%)	Konventionell (100%)	Dienstlich und privat (100%)	Kauf (97%)	Klein- und Kompakt (100%)	14,58	Q (77%)	Mittel (97%)	Groß (97%)		
				68,19	34,20	56,14	42,49	Eigene Unternehmensgelände (81%)	Erbringung beruflicher Leistungen (58%)	Konventionell (86%)	Dienstlich und privat (91%)	Kauf (77%)	Mittelklasse (77%)	7,12	G (58%)	Mittel (67%)	Groß (51%)		
Heimgebundene Mono-Pendler ⁹³	73	Eigene Privatgrundstück	1	47,25	28,57	17,85	33,71	Eigene Unternehmensgelände (84%)	Reine Personalförderung (84%)	Konventionell (86%)	Dienstlich und privat (97%)	Leasing (85%)	Mittelklasse (70%)	3,83	C (59%)	Groß (55%)	Mittel (78%)		
				221	29,3	*uneindeutig, keine Ausprägung >=50%													

Quelle: Eigene Darstellung, Datengrundlage WaS-Fuhrparkfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 755 Fahrzeuge)

dominieren andere Fahrtzwecke. Bei den betriebsgebundenen Mono-Pendlern*^g hat die sonstige Nutzung eine knappe Mehrheit und die heimgebundenen Mono-Pendler*^g befördern mehrheitlich ausschließlich Personen.

Die Zuordnung der Fahrtziele zeigt sich etwas heterogener als die anderen Variablen des Mobilitätsprofils. Während die betriebsgebundenen Poly-Pendler*^g mehrheitlich Umschlagpunkte anfahren, sind die Ziele der übrigen Gruppen mehrheitlich entweder private Haushalte (betriebsgebundener dezentraler Rundtourer*^g, ortsungebundener zentraler Rundtourer*^g, heimgebundener Mono-Pendler*^g) oder das eigene Unternehmen aber eine andere Niederlassung (betriebsgebundener Werk-Mobiler*^g, betriebsgebundener Mono-Pendler*^g, heimgebundener Poly-Pendler*^g).

Durch Berücksichtigung der fahrzeug- und unternehmensspezifischen Variablen ist die Erweiterung zu Mobilitätsmustern möglich, die sich für Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen wie folgt charakterisieren.

Die Antriebsart in den Gruppen ist durchweg mehrheitlich konventionell.

Bei der Analyse der Mobilitätsmuster fällt auf, dass sich den homogenen Mobilitätsprofilen jeweils mit über 90 % eine Nutzungsart, sprich dienstlich oder dienstlich und privat, zuordnen lässt. Auch wird ersichtlich, dass die betriebsgebundenen Fahrprofile eine mehrheitlich dienstliche Nutzung zeigen und die ortsungebundenen und heimgebundenen Fahrzeuge dienstlich und privat genutzt werden.

Die Fahrzeuge der betriebsgebundenen Werk-Mobilen*^g und heimgebundenen Mono-Pendler*^g werden mehrheitlich geleast, die anderen Mobilitätsmuster charakterisieren sich über mehrheitlich gekaufte Fahrzeuge.

Interessant ist darüber hinaus, dass die heimgebundenen Fahrzeuge mehrheitlich der Mittelklasse angehören, die ortsungebundenen Fahrzeuge der Klein- und Kompaktklasse und bei den betriebsgebundenen Fahrzeugen neben Klein- und Kompaktfahrzeugen vermehrt Transporter eingesetzt werden.

Die Haltedauer ist zwischen den Mobilitätsmustern sehr unterschiedlich, wobei die betriebsgebundenen Werk-Mobilen*^g und die heimgebundenen Mono-Pendler*^g die geringsten Zeiten aufweisen, was wiederum mit der mehrheitlichen Beschaffungsart des Leasings konform ist. Am kürzesten werden der Analyse zu Folge die Fahrzeuge der heimgebundenen Mobilitätsmuster gehalten.

Die Darstellung der Wirtschaftszweigabschnitte, über die sich die Mobilitätsmuster charakterisieren lassen, ist auch sehr unterschiedlich. Lediglich die betriebsgebundenen Werk-Mobilen*^g kommen zu 100 % aus dem Wirtschaftszweigabschnitt Verarbeitendes Gewerbe (C). Das Mobilitätsmuster der betriebsgebundenen dezentralen Rundtourer*^g charakterisiert sich durch einen sehr hohen Anteil an Fahrzeugen aus dem Wirtschaftszweigabschnitt Grundstücks- und Wohnungswesen (L).

Die Mobilitätsmuster zeigen jeweils mehrheitliche Anteile in großen, mittleren und kleinen Unternehmen, während die Fuhrparkgröße zumeist groß oder mittel ist. Allerdings sind auch hier die Mehrheiten nicht immer sehr deutlich ausgeprägt. So kommen die betriebsgebundenen Mono-Pendler*^g beispielsweise nur zu 60 % aus kleinen Unternehmen und zu 55 % aus großen Fuhrparks.

Darüber hinaus lassen sich auf Grundlage weiterer Analysen der Mobilitätsmuster die folgenden Ableitungen treffen. Hierfür wurde überprüft, ob es bei der Betrachtung der homogenen Gruppen spezifische Ausprägungen auf Basis der einzelnen Variablen gibt. Die Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen*^g:

- mit dem Ziel eines Umschlagpunktes bewegen sich zu 99 % in homogenen Fahrprofilen.
- mit dem Ziel des eigenen Unternehmens aber einer anderen Niederlassung bewegen sich zu 87 % in homogenen Fahrprofilen.
- großer Fuhrparks fahren zu 89 % in homogenen Fahrprofilen.
- großer Unternehmen fahren zu 95 % in homogenen Fahrprofilen.
- des Wirtschaftszweigabschnittes Verarbeitendes Gewerbe (C) fahren zu 92 % in homogene Fahrprofilen, Fahrzeuge des Wirtschaftszweigabschnittes Verkehr und Lagerei (H) zu 95 %.

7.6.2 Mobilitätsmuster von Fahrzeugen mit wechselnden Zielen (*w)

Die Gruppen der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen*^w erklären 78,5 % der gezogenen Stichprobe von 2.792 Fahrzeugen mit wechselnden Zielen bzw. 65 % der Gesamtstichprobe. Der Abschnitt 7.4 dieser Arbeit gibt detailliert über die abgeleiteten Gruppen Aufschluss. In der nachfolgenden Abbildung 38 sind die Fahrprofile noch einmal grafisch aufgearbeitet.

Ergänzend ist allerdings zu erwähnen, dass bei dezentralen Rundtouren keine reinen Gruppen in Bezug auf den Abstellort des Fahrzeuges vorliegen. Bei dem Cluster der betriebsgebundenen dezentralen Rundtourer*^w (W9), den heimgebundenen dezentralen Rundtourern*^w (W6) und dem Cluster der ortsungebundenen dezentralen Rundtourer*^w (W10) wurden vereinzelt (maximal 4 abweichende Fahrzeuge) weitere Abstellorte genannt als diejenigen, die in der Abbildung 38 aufgeführt sind.


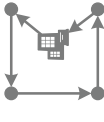
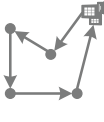
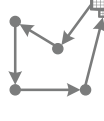
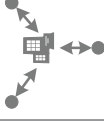
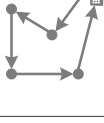
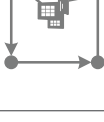

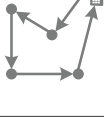
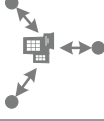
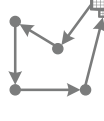
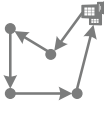
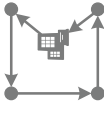


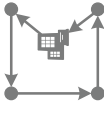
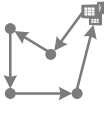
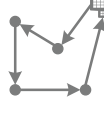
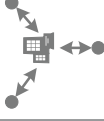
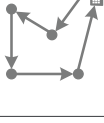
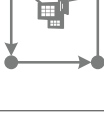
Für die Mobilitätsmuster der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen lassen sich auf Ebene der Fahrprofile zunächst folgende Ableitungen treffen. Die Gruppen mit wechselnden Zielen sind nicht so deutlich differenziert wie die mit gleichbleibenden Zielen. Allerdings lassen sich die Gruppen mit wechselnden Zielen eindeutiger auf Grundlage der gefahrenen Tourenmuster differenzieren. Die Fahrzeuge mit wechselnden Zielen fahren nur in drei Tourenmustern:

- Poly-Pendler (mehrere Touren vom Unternehmen und zurück);
- Rundtourer zentral (Verbindung der Ziele zu einer Tour mit Unternehmensstandort innerhalb des Servicegebietes);
- Rundtourer dezentral (Verbindung der Ziele zu einer Tour mit Unternehmensstandort außerhalb des Servicegebietes).

Darüber hinaus lassen sich aus den Fahrprofilen der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen folgende Ableitungen treffen. Die Fahrzeuge mit wechselnden Zielen*^w:

- fahren immer mehrere Ziele am Tag an, die häufig zu Rundtouren verknüpft werden,
- werden meistens auf dem eigenen Unternehmensgelände abgestellt (betriebsgebunden),
- die betriebsgebunden sind, haben unabhängig von ihrem Tourenmuster eine relativ geringe Anzahl von außergewöhnlich weiten Strecken,
- werden nur nach Rundtouren im öffentlichen Straßenraum (ortsungebunden) abgestellt,
- die heimgebunden sind, haben unabhängig von ihrem Tourenmuster höhere tägliche Fahrleistungen.

Abbildung 38: Fahrprofile der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen

Clusternamen	Betriebsgebundene Poly-Pendler* ^w		Betriebsgebundene zentrale Rundtourer* ^w		Betriebsgebundene dezentrale Rundtourer* ^w		Heimgebundene dezentrale Rundtourer* ^w		Heimgebundene Poly-Pendler* ^w		Ortsgebundene dezentrale Rundtourer* ^w		Ortsgebundene zentrale Rundtourer* ^w	
														
Standort bei einer Standzeit > 7h	Eigene Unternehmensgelände		Eigene Privatgrundstück		Öffentlicher Straßenraum									
Tourenmuster														
Ø Tagesfahrleistung	48,4 km	57,4 km	57,6 km	122,1 km	88,4 km	54,4 km	72,1 km							
SD Ø Tagesfahrleistung	26,9 km	27,3 km	44,6 km	46,7 km	30,5 km	21,4 km	21 km							
Anzahl der Tage > 140 km	15,5 Tage	9,7 Tage	11,4 Tage	132,7 Tage	15,5 Tage	84,8 Tage	40,7 Tage							
Anzahl Fahrzeuge	917	926	133	181	325	157	153							
Anteil Gesamtstichprobe	21,3%	21,5%	3,0%	4,2%	7,5%	3,6%	3,5%							
Clusternummer	W1	W4	W9	W6	W12	W10	W11							

Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 2.792 Fahrzeuge)

Aufbauend auf den Fahrprofilen sind in Tabelle 42 die Mobilitätsmuster der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen abgebildet. Auch hier ist für die Evaluationsvariablen immer die mehrheitliche Ausprägung der jeweiligen Variable dargestellt. Anders als bei den gleichbleibenden Zielen existiert hier allerdings häufiger keine mehrheitliche Ausprägung, was durch ein Sternchen (*) gekennzeichnet ist. Die Mobilitätsmuster der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen sind dementsprechend als heterogener einzustufen.

Unter Berücksichtigung weiterer fahrzeugeinsatzspezifischer Variablen, lassen sich für die Fahrzeuge wechselnder Ziele die im Folgenden dargestellten Ableitungen für die Mobilitätsprofile treffen.

Am weitesten fahren auch hier wieder im Maximum die heimgebundenen Gruppen, sowieso ist die maximale Tagesfahrleistungen bei allen Mobilitätsprofilen vergleichsweise hoch.

Im Vergleich zu den Mobilitätsprofilen der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen ist der Standort bei einem kurzen Zwischenhalt von bis zu 30 Minuten sehr viel differenzierter. Bei den betriebsgebundenen zentralen und dezentralen Rundtourern^{*w} lässt sich sogar kein mehrheitlich genutzter Standort ausmachen.

Abgesehen von den betriebsgebundenen Poly-Pendlern^{*w} und den betriebsgebundenen zentralen Rundtourern^{*w}, für die sich kein eindeutiger Fahrtzweck ausmachen lässt, charakterisieren sich die heimgebundenen Mobilitätsprofile über die Mehrheit der reinen Personenbeförderung. Die übrigen drei Profile stehen alle für Rundtourer^{*w}, deren Fahrten alle im direkten Zusammenhang mit der Erbringung beruflicher Leistungen stehen.

Für die beiden größten Gruppen lässt sich für das Fahrtziel wieder keine eindeutige Ausprägung ausmachen, ansonsten dominiert die Baustelle als Fahrtziel innerhalb der Mobilitätsprofile mit Fahrzeugen wechselnder Ziele.

Durch Berücksichtigung der fahrzeug- und unternehmensspezifischen Variablen, die in die Analyse mit einbezogen wurden, ist die Erweiterung zu Mobilitätsmustern möglich, die für Fahrzeuge mit wechselnden Zielen wie folgt charakterisiert sind.

Alle Mobilitätsmuster der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen charakterisieren sich über einen konventionellen Antrieb.

Die betriebsgebundenen Fahrzeuge werden mehrheitlich nur dienstlich genutzt und auch auf den ortsungebundenen dezentralen Rundtourer^{*w} trifft dies zu. Die heimgebundenen Fahrzeuge und die Fahrzeuge der

Tabelle 42: Mobilitätsmuster der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen

Clustervariablen					Evaluationsvariablen												
Benennung	Anzahl Fahrzeuge	Standort (7h)	Tourenmuster	Ø Tagesfahrleistung km	Anzahl der Tage > 140 km	Max. Tagesfahrleistung km	Standort (30 min)	Fahrzweck	Fahrziel (O/i)	Antriebsart	Nutzung	Beschaffung	Fahrzeugsegment	Halldauer	WZ	Unternehmensgröße	Fuhrparkgröße
Betriebsgebundene zentrale Rundtourer**	917	25,8% Eigene Unternehmensgelände	2	48,36	26,9	15,50	22,0	*	Eigene Unternehmensgelände (74%)	Konventionell (76%)	Dienstlich (8,4%)	Kauf (50%)	*	5,89	*	Groß (65%)	Groß (70%)
Heimgebundene zentrale Rundtourer**	926	26,1% Eigene Unternehmensgelände	3	57,35	27,3	9,76	13,2	150,2	*	Konventionell (80%)	Dienstlich (95%)	Leasing (57%)	*	6,41	D (58%)	Groß (75,6%)	Groß (62%)
W6 gebundene dezentrale Rundtourer**	181	5,1% Eigene Privgrundstück	4	122,06	46,7	132,70	55,2	Eigene Unternehmensgelände (74%)	reine Personenbeförderung (76%)	Konventionell (95%)	Dienstlich und privat (9,6%)	Leasing (92%)	Mittelklasse (72%)	3,18	H (56%)	Groß (68%)	Groß (56%)
W9 gebundene dezentrale Rundtourer**	133	3,7% Eigene Unternehmensgelände	4	57,56	44,6	11,44	15,0	185,8	*	Konventionell (88%)	Dienstlich (8,4%)	Leasing (63%)	Kleintransporter (53%)	5,16	*	Klein (65%)	Groß (50%)
W10 Ortsgebundene dezentrale Rundtourer**	157	4,4% Öffentlicher Straßenraum	4	54,43	21,4	84,80	41,4	358	Fremdes Unternehmensgelände (71%)	Konventionell (98%)	Dienstlich (91%)	Kauf (71%)	Kleintransporter (71%)	5,02	F (77%)	Mittel (98%)	Groß (97%)
W11 Ortsgebundene zentrale Rundtourer**	153	4,3% Öffentlicher Straßenraum	3	72,07	21,0	40,72	54,4	214,8	Öffentlicher Straßenraum (81%)	Konventionell (92%)	Dienstlich und privat (71%)	Leasing (68%)	Transporter bis 3,5 t (5,4%)	5,16	D (55%)	Groß (60%)	Groß (63%)
W12 Heimgebundene Pendler**	325	9,1% Privgrundstück	2	88,37	30,5	15,48	13,8	380,3	Eigene Unternehmensgelände (79%)	Konventionell (90%)	Dienstlich privat (8,8%)	Kauf (63%)	Klein- und Kompakt (51%)	5,19	*	Groß (59%)	Groß (65%)
Reste	761	21,5%															

*uneindeutig, keine Ausprägung >50%

Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage Was-Fuhrparkforschung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 3.553 Fahrer)

Clusternummer

ortsungebundenen zentralen Rundtourer*^w werden mehrheitlich dienstlich und privat genutzt. Nur zwei homogenen Fahrprofilen lässt sich zu 95 % eine Nutzungsart zuordnen, den betriebsgebundenen zentralen Rundtourern*^w und den heimgebundenen dezentralen Rundtourern*^w.

Bei der Beschaffungsart zeigen sich mehrheitlich Mobilitätsmuster, bei denen die Fahrzeuge geleast werden. Für das Mobilitätsmuster der beiden größten Gruppen, den betriebsgebundenen Poly-Pendlern*^w und den betriebsgebundenen zentralen Rundtourern*^w, lässt sich kein mehrheitliches Fahrzeugsegment bestimmen. Die Mobilitätsmuster der ortsungebundenen Rundtourer*^w (dezentral und zentral) charakterisieren sich über das Fahrzeugsegment Transporter, ebenso wie die betriebsgebundenen dezentralen Rundtourer*^w. Dem Mobilitätsmuster der heimgebundenen Poly-Pendler*^w sind mit einer knappen Mehrheit Fahrzeuge der Klein- und Kompaktklasse zugeordnet.

Das Mobilitätsmuster der heimgebundenen dezentralen Rundtourer*^w charakterisiert sich über die kürzeste Haltedauer, das der betriebsgebundenen zentralen Rundtourer*^w hingegen über die längste. Die Haltedauern in den übrigen Mobilitätsmustern liegt um die 5 Jahre.

Innerhalb der Mobilitätsmuster lassen sich nur schwer Aussagen zu mehrheitlichen Wirtschaftszweigabschnitten treffen, am ehesten noch bei den ortsungebundenen dezentralen Rundtourern*^w, deren Mobilitätsprofil zu 77 % über den Wirtschaftszweigabschnitt Baugewerbe (F) abgebildet wird.

Die Mobilitätsmuster zeigen zumeist die mehrheitliche Zugehörigkeit zu großen Unternehmen und großen Fuhrparks. Lediglich die ortsungebundenen dezentralen Rundtourer*^w gehören zu mittleren Unternehmen und die betriebsgebundenen dezentralen Rundtourer*^w mehrheitlich zu kleinen Unternehmen.

Zudem lassen sich aus den Mobilitätsmustern der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen*^w auf Basis der Variablen folgende Ableitungen treffen. Die Fahrzeuge mit wechselnden Zielen*^w:

- mit Baustellen als Ziel, bewegen sich zu 95 % in homogenen Fahrprofilen,
- mit land- und forstwirtschaftlichen Flächen als Ziel fahren zu 86 % in homogenen Fahrprofilen,
- der Wirtschaftszweigabschnitte Land- und Forstwirtschaft, Fischerei (A), Energieversorgung (D), Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen (E), Baugewerbe (F)

und Gesundheits- und Sozialwesen (Q) bewegen sich zu mindestens 90 % in homogenen Fahrprofilen,

- gehören am ehesten zu großen Fuhrparks.

Bei Fahrzeugen mit wechselnden Zielen scheint keine Unternehmensgröße spezifisch für homogenes Fahrverhalten zu sein, am ehesten noch kleine Unternehmen (~67 %).

7.6.3 Vergleich der Mobilitätsmuster mit wechselnden und gleichbleibenden Zielen

Die Unterschiede der Gruppen lassen sich wie folgt beschreiben. Grundsätzlich gilt, wenn Fahrzeuge mit wechselnden Zielen auf dem Unternehmensgelände abgestellt werden, sind diese wesentlich weiter gefahren als die Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen. Darüber hinaus sind die Tourenmuster von Fahrzeugen mit gleichbleibenden Zielen sehr viel unterschiedlicher als bei den Fahrzeugen mit wechselnden Zielen.

Mit Fahrzeugen mit gleichbleibenden Zielen wird grundsätzlich weniger gefahren als mit Fahrzeugen wechselnder Ziele. Sowohl bei den wechselnden Zielen als auch bei den gleichbleibenden Zielen gibt es Fahrzeuge, die nach mehreren Fahrten am Tag auf dem eigenen Unternehmensgelände abgestellt werden und daher als betriebsgebunden bezeichnet werden können. Die Fahrzeuge mit wechselnden Zielen sind dann aber längere Strecken gefahren und fahren auch öfter weiter als 140 km am Tag.

In beiden Gruppierungen existiert jeweils die Fahrzeuggruppe der betriebsgebundenen dezentralen Rundtourer. Aber auch hier liegen wesentliche Unterschiede in den zurückgelegten Strecken. Während die Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen 13,5 km am Tag und nur an weniger als einem Tag im Jahr über 140 Kilometer fahren, legen die Fahrzeuge mit wechselnden Zielen mit 57,5 Kilometern mehr als vier Mal so lange Strecken zurück und fahren auch fast einmal im Monat über 140 Kilometer.

Bei den Fahrzeugen mit wechselnden Zielen existiert darüber hinaus eine weitere betriebsgebundene Gruppe, die der betriebsgebundenen zentralen Rundtourer*^w, die bei den Fahrzeugen mit gleichbleibenden Zielen nicht existiert.

Bei den Fahrzeugen mit gleichbleibenden Zielen existieren zwei Gruppen mit Tourenmustern, die die wechselnden Ziele nicht abdecken. Nämlich eine Pendelfahrt am Tag, sprich die Mono-Pendler*^g, und ganz andere Tourenmuster, die wie oben kurz beschrieben, Werkverkehre darstellen und daher als Werk-Mobile*^g bezeichnet werden.

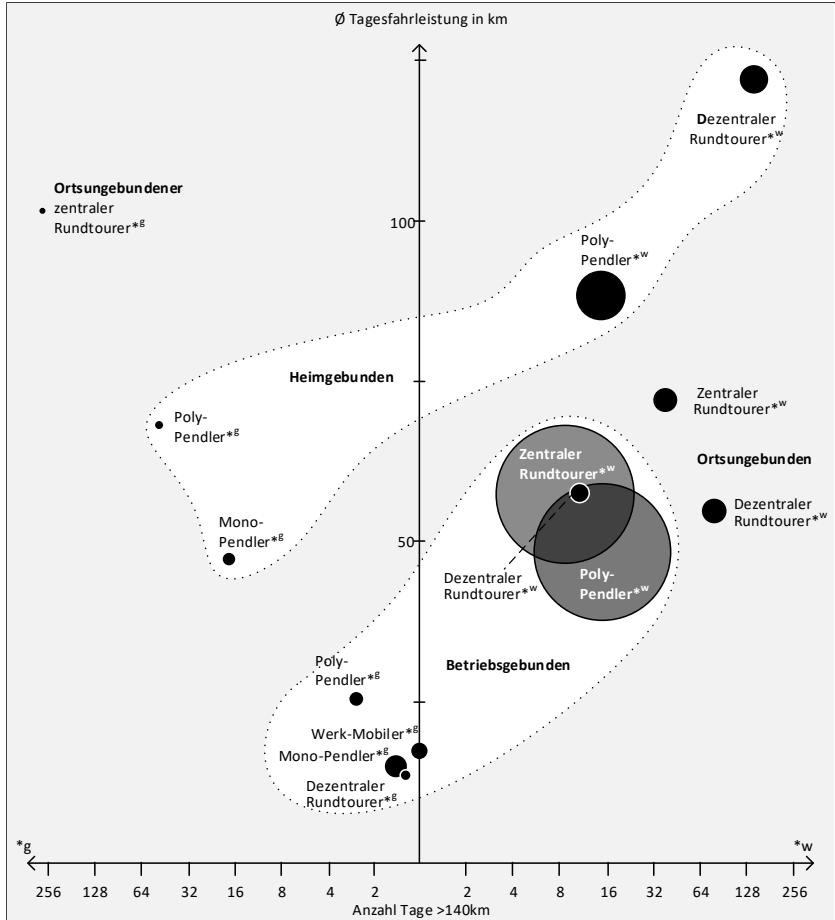
Sowohl bei den Fahrzeugen mit wechselnden Zielen, als auch bei denen mit gleichbleibenden, gibt es zwei heimgebundene Gruppen, bei denen die Fahrzeuge nach der Nutzung auf dem eigenen Privatgrundstück abgestellt werden. Dies sind zum einen die heimgebundenen Poly-Pendler, bei denen die Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen durchschnittlich weniger fahren als die mit wechselnden Zielen, dafür aber an deutlich mehr Tagen im Jahr weiter als 140 Kilometer fahren. Zum anderen gibt es bei den gleichbleibenden Zielen zusätzlich den heimgebundenen Mono-Pendler*^g und bei den wechselnden Zielen die heimgebundene dezentrale Rundtourer*^w, die an fast 11 Tagen im Monat mehr als 140 Kilometer und mit durchschnittlich 122 Kilometern sehr weit fahren.

Die ortsungebundenen Fahrzeuge sind, sowohl mit wechselnden als auch mit gleichbleibenden Zielen, zentrale Rundtourer. Nur fahren die Fahrzeuge mit wechselnden Zielen deutlich weiter und auch sehr viel häufiger über 140 Kilometer am Tag. Bei den Fahrzeugen mit wechselnden Zielen existiert zusätzlich eine Gruppe der ortsungebundenen dezentralen Rundtourer*^w. Diese Fahrzeuge fahren durchschnittlich innerhalb der Gruppierung vergleichsweise wenig am Tag, dafür aber auch häufig weite Strecken über 140 Kilometer.

Beim Vergleich der Fahrprofile mit wechselnden und gleichbleibenden Zielen wird der Einfluss der betrieblichen Entscheidung bezüglich der Fahrzielregelmäßigkeit auf das Verkehrsverhalten deutlich. In der nachfolgenden Abbildung 39 sind alle identifizierten Fahrprofile in einer Matrix dargestellt. Die Kreise stehen für die einzelnen Fahrprofile, wobei deren Größe den relativen Anteil der Fahrprofile an der Gesamtstichprobe symbolisiert. Sofern sich Fahrprofile überlagern, stellt dies demnach keine Schnittmenge dar, sondern ist lediglich auf die relative Größe des Clusters zurückzuführen. Auf der X-Achse ist die Anzahl an Tagen, an denen mehr als 140 km gefahren wird und auf der Y-Achse die durchschnittliche Tagesfahrleistung abgetragen. Zwecks Übersichtlichkeit sind die Fahrprofile nach ihrer Fahrzielregelmäßigkeit getrennt eingeordnet, damit die jeweiligen Profile sich nicht

zu sehr überlagern: Im ersten Quadranten, sprich rechtsseitig der Y-Achse liegen die Fahrprofile mit wechselnden Zielen*^w und linksseitig der Y-Achse die Fahrprofile mit gleichbleibenden Zielen*^g.

Abbildung 39: Übersicht über alle Fahrprofile



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 4.308 Fahrzeuge)

Durch die Einordnung der Fahrprofile wird deutlich, dass die Fahrzeuge mit wechselnden Zielen grundsätzlich weitere Wege als die Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen zurücklegen. Zudem fahren Fahrzeuge mit wechselnden Zielen nie nur eine Tour am Tag und es wird mehr als ein Ziel am Tag angefahren.

Bei der Betrachtung gleich benannter Fahrprofile ist aus der Abbildung 39 von gleichbleibenden zu wechselnden Zielen eine deutliche Verschiebung nach oben zu erkennen. Aus beiden Teilstichproben lassen sich beispielsweise der betriebsgebundene dezentrale Rundtourer und der betriebsgebundene Poly-Pendler ableiten, die sich trotz gleicher Strukturen stark in den Fahrleistungen unterscheiden. Selbiges ist beim heimgebundenen Poly-Pendler zu beobachten. Zwar zeigen die heimgebundenen Fahrprofile in ihrer Darstellung die größte Zerrung, der heimgebundene Poly-Pendler scheint aber eine relativ bedeutende Rolle im Personenwirtschaftsverkehr einzunehmen und repräsentiert im vorliegenden Datensatz Dienstleistungen, wie Immobilienverwaltung, Bau- sowie Elektrik- und Elektronikleistungen aber auch häusliche Pflege.

Die betriebsgebundenen Fahrprofile scheinen im Personenwirtschaftsverkehr eine dominante Rolle einzunehmen; insbesondere als Poly-Pendler und zentraler Rundtourer. Die betriebsgebundenen Poly-Pendler führen beispielsweise Entsorgungs- bzw. Reinigungsfahrten durch, während die betriebsgebundenen zentralen Rundtourer Kundendienste, wie beispielsweise in der Gartenpflege, abdecken. Während die betriebsgebundenen zentralen Rundtourer nur bei den wechselnden Zielen eine homogene Gruppe bilden, existiert der Poly-Pendler darüber hinaus unabhängig der Fahrtzielregelmäßigkeit. Zusätzlich fällt bei den betriebsgebundenen Fahrzeugen die starke Konzentration um 50 km und zwischen 15 – 25 km durchschnittliche Tagesfahrleistung auf.

Die ortsungebundenen Rundtourer (sowohl zentral als auch dezentral) sind schwieriger zu beschreiben, deutlich wird aber, dass sie sich jeweils am äußeren Rand einordnen, was zeigt, dass sie relativ gesehen am häufigsten außergewöhnlich weite Fahrten machen. Zumindest bei der Berücksichtigung von wechselnden Zielen nehmen ortsungebundene Rundtourer eine nennenswerte Rolle ein und zeigen sich beispielsweise bei Gebäudearbeiten wie Reinigungen oder Wartungen.

Interessant ist, dass sich die Fahrprofile auf Basis ihrer Fahrleistungen dem Standort, an dem länger als 7 Stunden geparkt wird, entsprechend sortieren. Dies fällt besonders bei den betriebsgebundenen und den ortsungebundenen Fahrprofilen auf. Folglich scheint der Verbleib des Fahrzeuges in einer Wechselwirkung mit der Fahrleistung zu stehen.

Auch wenn bei beiden Teilstichproben sieben Gruppen resultieren, die auf den ersten Blick ähnlich wirken, unterscheiden sich diese in der deskriptiven Analyse erheblich voneinander. Besonders auf Ebene der Typologie, sprich dem Gesamtbild, welches die jeweils einzelnen Gruppen in ihrem Zusammenspiel liefern, können wesentliche Unterschiede herausgearbeitet werden. So treten bei gleichbleibenden Zielen beispielsweise diversifiziertere Tourenmuster auf und bei wechselnden Zielen ergibt sich keine Gruppe mit Mono-Pendlern.

Bei gleichbleibenden Zielen sind die Fahrprofile eindeutiger zu interpretieren. Bei den wechselnden Zielen ist die Differenzierung nach bestimmten Eigenschaften schwieriger. Ein Grund für die schwierige Differenzierung von Fahrzeugen mit wechselnden Zielen könnte die gemischte Fahrzeugnutzung sein. Denn im Gegensatz zu den gebildeten Gruppen der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen, denen sich immer jeweils eine Fahrzeugnutzungsart zuordnen lässt, ist dies bei Fahrzeugen mit wechselnden Zielen nicht der Fall.

Durch die Evaluation der Fahrprofile mittels weiterer fahrzeug- und unternehmensspezifischer Variablen der drei betrieblichen Entscheidungsebenen konnten bereits Mobilitätsmuster identifiziert werden, die im vorangegangenen Abschnitt analysiert wurden. Daran anschließen werden nachfolgend die Mobilitätsmuster ausgewählter Gruppen verglichen und im Anschluss Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen Strukturvariablen und Mobilitätsmuster abgeleitet.

Die betriebsgebundenen Fahrzeuge dominieren den Personenwirtschaftsverkehr. Die Mobilitätsmuster der betriebsgebundenen dezentralen Rundtourer zeigen, dass diese Fahrzeuge mehrheitlich zur Erbringung beruflicher Leistungen eingesetzt werden, dienstlich genutzt werden und mehrheitlich aus großen Fuhrparks kommen, wobei dies bei den wechselnden Zielen nur eine knappe mehrheitliche Ausprägung darstellt. Die übrigen Ausprägungen der Mobilitätsmuster unterscheiden sich teilweise erheblich. Der betriebsgebundene Poly-Pendler existiert sowohl bei den wechselnden als auch bei den gleichbleibenden Zielen. Die Fahrzeuge der betriebsgebundenen

Poly-Pendler stehen bei einer Fahrtunterbrechung von 30 Minuten auf dem eigenen Unternehmensgelände und werden mehrheitlich dienstlich genutzt und gehören zu großen Unternehmen. Beide Mobilitätsmuster zeigen eine knappe Mehrheit gekaufter Fahrzeuge. Ansonsten unterscheiden sich die Mobilitätsmuster deutlich voneinander, auch wenn die Fahrprofile eine Ähnlichkeit erwarten lassen.

Die ortsungebundenen Rundtourer sind hinsichtlich ihrer Fahrprofile nicht ganz so einheitlich, wie andere Gruppen. Allerdings zeigt die weitergehende Analyse der Mobilitätsmuster, dass die ortsungebundenen zentralen Rundtourer sich in ihren maximalen Tagesfahrleistungen ähneln und mehrheitlich zur Erbringung beruflicher Leistungen unterwegs sind. Zudem werden sie mehrheitlich dienstlich und privat genutzt und gehören zu großen Fuhrparks, wobei allerdings die Zuordnung zur Fuhrparkgröße wieder nur knapp der Mehrheit entspricht.

Der heimgebundene Poly-Pendler scheint eine bedeutende Rolle im Personenwirtschaftsverkehr einzunehmen. Der Vergleich der Mobilitätsmuster der heimgebundenen Poly-Pendler zeigt, dass in beiden Gruppen die Fahrzeuge bei einer kurzen Fahrtunterbrechung auf dem eigenen Unternehmensgelände stehen und die Mobilitätsmuster auch in ihrem Fahrtzweck, der reinen Personenbeförderung, übereinstimmen. Beide Mobilitätsmuster charakterisieren sich über die dienstlich und private Nutzung und darüber, dass diese Profile in großen Fuhrparks vorkommen, wobei dies nur knapp der Mehrheit entspricht. In den übrigen Ausprägungen unterscheiden sich die Mobilitätsmuster.

So wird im Vergleich der Mobilitätsmuster deutlich, dass auch wenn die Fahrprofile eine Ähnlichkeit in den Mobilitätsmustern vermuten lassen, dies nur in einigen Variablen der Fall ist. Besonders in den unternehmensspezifischen Variablen fällt die Zuordnung sehr heterogen aus.

Im Nachfolgenden wird daher die Abdeckung der Mobilitätsmuster innerhalb der unternehmensspezifischen Variablen diskutiert. Aus Abbildung 40 wird deutlich, dass innerhalb der Wirtschaftszweigabschnitte nicht ein Verhalten vorzufinden ist, sondern auch Unternehmen, die nach der allgemein gültigen Systematik einem Wirtschaftszweigabschnitt zugesprochen werden, kein eindeutiges Verhalten aufweisen. Insgesamt fällt bei den wechselnden Zielen zwar wieder, bedingt durch ihre große relative Bedeutung innerhalb der Profile, die Dominanz der betriebsgebundenen Poly-Pendler*^w

(W₁) und der betriebsgebundenen zentralen Rundtourer*^w (W₄) auf, dennoch sind in fast allen Wirtschaftszweigabschnitten auch weitere Cluster vertreten.

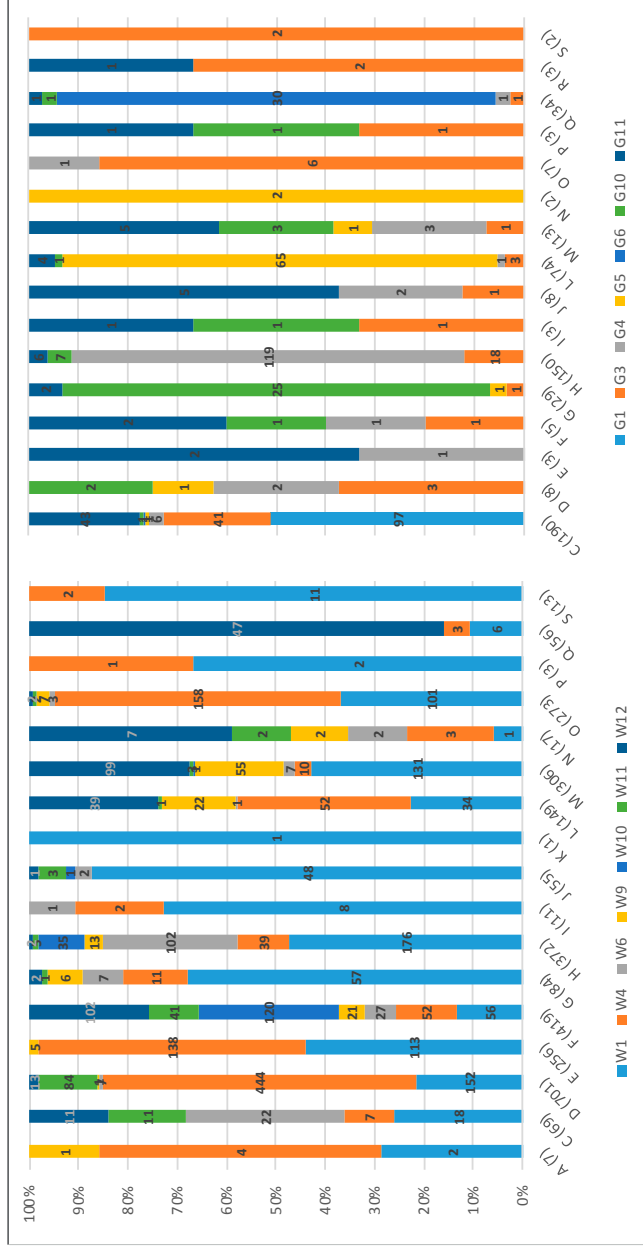
Als Beispiel sei hier der Wirtschaftszweigabschnitt Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen (E) genannt. Von den insgesamt 256 abgebildeten Fahrzeugen, befinden sich 113 Fahrzeuge im Cluster der betriebsgebundenen Poly-Pendler*^w (W₁), 138 Fahrzeuge im Cluster der betriebsgebundenen zentralen Rundtourer*^w (W₄) und 5 Fahrzeuge im Cluster der betriebsgebundenen dezentralen Rundtourer*^w (W₉). Deutlich wird, dass zwar alle Fahrzeuge betriebsgebunden sind, bei einer Darstellung des Verkehrsverhaltens auf Wirtschaftszweigsabschnittsebene aber drei Fahrprofile berücksichtigt werden müssen.

Auch für die Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen zeigt sich, dass innerhalb der Wirtschaftszweigabschnitte mehrere Fahrprofile vertreten sind. Im Wirtschaftszweigabschnitt des Verarbeitenden Gewerbes (C) finden sich sogar Fahrzeuge aus allen sieben Clustern der gleichbleibenden Ziele. Es zeigt sich, dass beim zuvor diskutierten Wirtschaftszweigabschnitt Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen (E) zu den drei bereits genannten Clustern noch zwei weitere mit gleichbleibenden Zielen hinzukommen würden und zwar die betriebsgebundenen Mono-Pendler*^g (G₄) und die heimgelundenen Mono-Pendler*^g (G₁₁). Bei der Zusammenführung der Mobilitätsmuster auf Basis der Wirtschaftszweigabschnitte würde sich folglich ein noch heterogeneres Bild darstellen.

Auch bei der Analyse der anderen unternehmensspezifischen Variablen, Unternehmensgröße und Fuhrparkgröße, fällt auf, dass keine Größenklasse nur einzelne Cluster erklärt. Zudem sind fast alle Cluster der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen bei allen Unternehmensgrößen und Fuhrparkgrößen vertreten. Lediglich große Unternehmen und Unternehmen mit mittleren Fuhrparks besitzen keine Fahrzeuge des Clusters der ortsungebundenen dezentralen Rundtourer*^w (W₁₀). Auch bei den Fahrzeugen mit gleichbleibenden Zielen zeigt sich ein ähnlich heterogenes Bild.

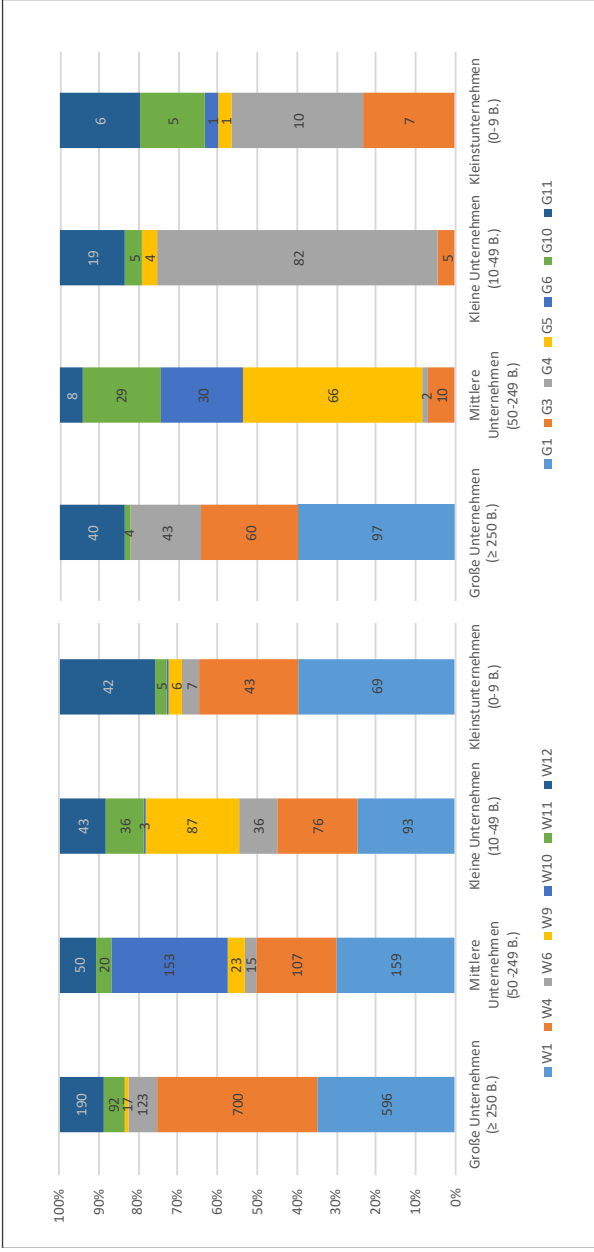
Bei der Zusammenführung der Cluster auf Basis der unternehmensspezifischen Variablen diversifizieren sich die möglichen Mobilitätsmuster je nach Variable und Variablenausprägung dementsprechend.

Abbildung 40: Anzahl und Anteil der Cluster in den Wirtschaftszweigabschnitten aller Fahrzeuge



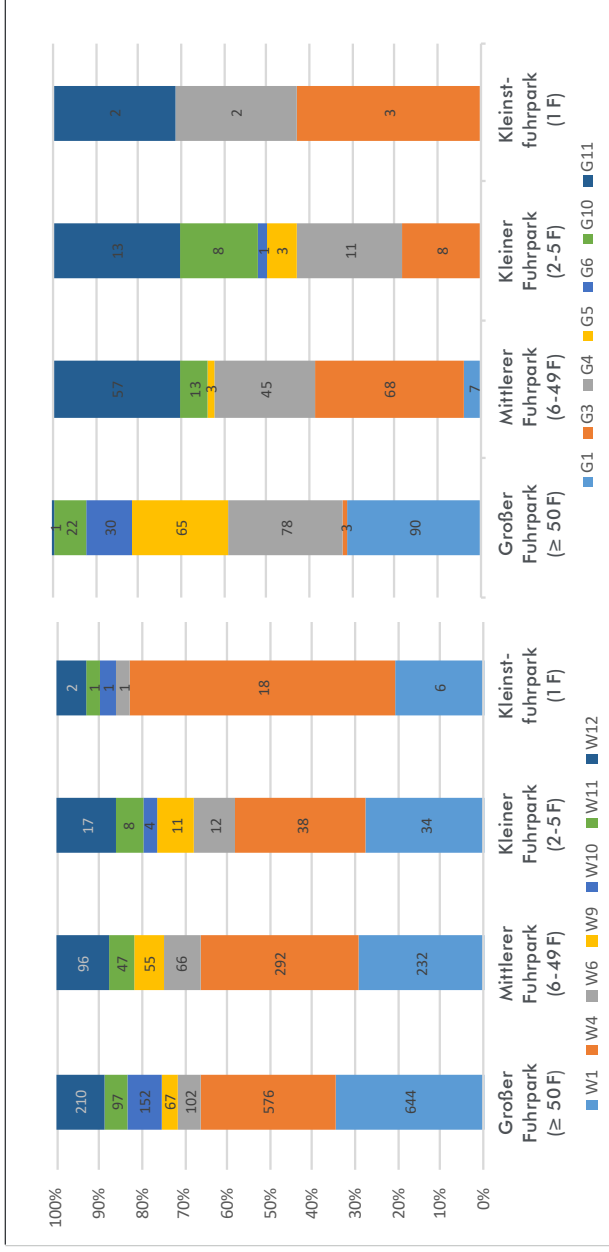
Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 3.326 Fahrzeuge)

Abbildung 41: Anzahl der Fahrzeuge und Anteil der Clustern nach Unternehmensgrößenklasse



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkfassung (N = 4.308 Fahrzeuge; n = 3.326 Fahrzeuge)

Abbildung 42: Anzahl der Fahrzeuge und Anteil der Cluster nach Fuhrparkgrößenklasse



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkkennung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 3.322 Fahrzeuge)

Die Analyse der Mobilitätsmuster, die auch in der Tabelle 43 dokumentiert ist, gibt Aufschluss darüber, wie viele Mobilitätsmuster den einzelnen Unternehmen zugeordnet werden können, sprich in wie vielen Fahrprofilen die Unternehmen ihre Fahrzeuge einsetzen. Insgesamt haben 148 Unternehmen genau ein Fahrprofil, 106 mit Fahrzeugen wechselnder Ziele und 42 Unternehmen mit Fahrzeugen gleichbleibender Ziele.

Werden die Fahrprofile wechselnder und gleichbleibender Ziele zusammen betrachtet, haben insgesamt 105 der 242 bei der Gruppierung berücksichtigten Unternehmen mehr als 1 Fahrprofil. Dabei fahren 40 Unternehmen mindestens jeweils ein Fahrprofil der wechselnden und eines der gleichbleibenden Ziele. In 43 Unternehmen fahren die Fahrzeuge sogar mehr als zwei Fahrprofile.

Folglich kann sich das Mobilitätsverhalten im Gegensatz zu bisherigen Ansätzen sehr viel differenzierter in Form von mehreren Fahrprofilen innerhalb von Unternehmen darstellen, deren Komplexität vor dem Hintergrund der aufgezeigten Entscheidungsdeterminanten schwer greifbar erscheint.

Tabelle 43: Anzahl der Fahrprofile pro Organisation entsprechend der Fahrtzielregelmäßigkeit und insgesamt

Anzahl Fahrprofile pro Unternehmen	Wechselnde Ziele	Gleichbleibende Ziele	insgesamt
1	106	42	148
>1 Fahrprofil	80	10	105
davon >2 Fahrprofile	23	0	43
davon >3 Fahrprofile	3	0	7
davon >4 Fahrprofile	0	0	1
davon >5 Fahrprofile	0	0	0

Quelle: Eigene Berechnung

7.6.4 Stabilität und Validierung der Cluster

Neben der inhaltlichen Interpretierbarkeit verlangt eine zuverlässige Clusterlösung auch nach Stabilität gegenüber Variationen (Schendera 2010, S. 17). Bei Prüfung auf Stabilität wird grundsätzlich untersucht, wie stark die Ergebnisse variieren, wenn in den Ausgangsdaten geringfügige Änderungen vorgenommen werden. Sofern kleine Änderungen zu starken Ergebnisunterschieden führen, liegt Instabilität vor (Bacher et al. 2010, S. 27). Trotz Abänderungen innerhalb des Clustervorganges sollte die Anzahl der Fälle in den Clustern, sprich die Clustergrößen, relativ konstant bleiben. Die Stabilitätsprüfung wurde auf drei Wegen durchgeführt.

Einen erheblichen Einfluss kann beispielsweise die Sortierung des Datensatzes haben, weshalb die Stichprobe zehn Mal zufällig sortiert und für jede Sortierung eine Clusteranalyse durchgeführt wurde. Auf Grundlage dieser Ergebnisse wurde die Reproduzierbarkeit und Stabilität der Ergebnisse überprüft. Bei allen zehn Sortierungen kamen ähnliche Lösungen raus, sodass hier von einem zu vernachlässigenden Einfluss der Sortierung und einer ausreichend starken Stabilität auszugehen ist. Zur zusätzlichen Absicherung der Stabilität wurde für jede Analyse der Übergang der einzelnen Clusterformationen mit Hilfe von Kreuztabellen detailliert überprüft (siehe Tabelle 30 – 31 und Tabelle 36 – 37), mit dem Ergebnis, dass die gefundenen Lösungen als sehr stabil einzustufen sind. Auch die Reihenfolge, in der die Stichproben gezogen werden, hatte keinen Einfluss auf die Clusterbildung, es resultieren dieselben Clusterlösungen, was die Stabilität zusätzlich bestätigt (Tkaczynski 2017, S. 111f.). Das bedeutet, dass die Clusterlösungen gegenüber sämtlichen Variationen stabil bleiben und dementsprechend als haltbar einzustufen sind.

Nach Aufarbeitung der Ergebnisse und obligatorischer Stabilitätsprüfung, muss die aufgestellte H_{01} Hypothese abgelehnt werden, da die Mobilitätsmuster in ihrer Erscheinung Unterschiede aufweisen.

H11 Die Regelmäßigkeit, mit der Ziele angefahren werden, hat erheblichen Einfluss auf das typische Mobilitätsmuster von Fahrzeugen.

Ho1 Typische Mobilitätsmuster zeigen sich unabhängig von der Fahrtzielregelmäßigkeit.

Bei der Unterscheidung des Verkehrsverhaltens der Fahrzeuge hinsichtlich ihrer Fahrtzielregelmäßigkeit konnten deutliche Unterschiede in den Mobilitätsmustern herausgearbeitet werden. Für beide Gruppierungen konnten auf Ebene der Mobilitätsmuster wesentliche Erkenntnisse abgeleitet werden. Dennoch lassen sich die Fahrprofile der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen inhaltlich eindeutiger interpretieren. Bei den Fahrzeugen mit wechselnden Zielen ist der statistische Erklärungsgehalt der Gruppierung zwar hoch, innerhalb der Gruppen ist die Differenzierung aber weniger eindeutig möglich.

8 Nutzung der Mobilitätsmuster zur Abschätzung des Einsatzpotentials von batterieelektrischen Fahrzeugen

Die Erkenntnisse über Mobilitätsmuster im Personenwirtschaftsverkehr ermöglichen die Untersuchung der Wirksamkeit von Gestaltungsoptionen. Sie werden im Folgenden genutzt, um das Potential für die Einführung von Elektromobilität in Hamburg abzuschätzen. Dies ist möglich, da die inhaltliche Ausgestaltung der erhobenen Daten auch Variablen zum Fahrzeugeinsatz und den Unternehmen umfassen, die über den Rahmen der KiD hinausgehen.

Im Folgenden werden die Daten genutzt, um Fahrprofile zu identifizieren, bei denen der Einsatz eines batterieelektrischen Fahrzeuges ohne Umstellung des Betriebsablaufs möglich ist. Forschungsleitend ist die Frage, welche Bereiche des Personenwirtschaftsverkehrs aufgrund ihres Mobilitätsmusters die Möglichkeit bieten, batterieelektrische Fahrzeuge erfolgreich in die bestehenden Flotten zu integrieren.

Erste Ergebnisse zum Substitutionspotential durch Elektrofahrzeuge auf Grundlage der erhobenen Daten wurden bereits in Flämig und Rosenberger (2019) vorgestellt, hier stand allerdings die genaue Analyse eines Clusters im Mittelpunkt. Eine durchschnittliche Betrachtung des Datensatzes machte deutlich, dass die Tagesfahrleistungen und auch deren Standardabweichungen den Einsatz von batterieelektrischen Fahrzeugen aus technischer Sicht grundsätzlich erlauben (Flämig und Rosenberger 2019, S. 263).

Dabei besitzen Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen im Allgemeinen ein hohes Einsatzpotential für batterieelektrische Fahrzeuge. So konnten die bisherigen Analysen zeigen, dass die Fahrt zu gleichbleibenden Zielen eng mit geringen Tagesfahrleistungen und langen Standzeiten auf dem Unternehmensgelände sowie selten mit Fahrten über 140 Kilometern zusammenhängen. Dies weist auf ein hohes Einsatzpotential aufgrund von wenig Reichweitenkonflikten und guten Ladebedingungen für batterieelektrische Fahrzeuge hin (Flämig und Rosenberger 2019, S. 263).

Dennoch konnten auch aus den Fahrprofilen der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen bereits mögliche Einsatzpotentiale für batterieelektrische Fahrzeuge abgeleitet werden. Hierfür würden bei einigen Fahrprofilen

allerdings Änderungen in den logistischen Abläufen notwendig werden. Um hier genauere Aussagen treffen zu können und ein Einsatzpotential berechnen zu können, müssten daher weitere Variablen und Rahmenbedingungen, wie beispielsweise die Fuhrparkgröße, die Aufschluss über mögliche logistische Strategien wie auch Erneuerungsraten geben kann, berücksichtigt werden. Nichtsdestotrotz konnte für die analysierte Stichprobe in einer ersten Abschätzung ein Einsatzpotential von 75 % durch batterieelektrische Fahrzeuge abgeleitet werden (Flämig und Rosenberger 2019, S. 263).

Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass ein Potential für batterieelektrische Fahrzeuge unabhängig vom Wirtschaftszweigabschnitt besteht und die Ableitung von Einsatzpotential lediglich auf Grundlage der Zugehörigkeit zu einem Wirtschaftszweigabschnitt nicht zielführend ist. Als Zwischenergebnis konnte bereits herausgearbeitet werden, dass es in Bezug auf das Einsatzpotential von Elektrofahrzeugen in kommerziellen Flotten vertiefter Untersuchungen bedarf, um ein klareres Bild zu bekommen und gestaltend in den Personenwirtschaftsverkehr einzugreifen (Flämig und Rosenberger 2019, S. 263).

Aus diesem Grund erfolgt nach einer verkehrspolitische Einordnung der Elektromobilität die vertiefte Untersuchung der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen, ehe das Einsatzpotential in Abschnitt 8.3 ermittelt wird.

8.1 Verkehrspolitische Einordnung der Elektromobilität

Die Bundesregierung sieht in der Elektrifizierung des Antriebsstranges eine der wesentlichen Optionen, um den negativen Einfluss des Verkehrs auf das Klima zu reduzieren (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2014). Maßnahmen zur Förderung der Elektromobilität besonders in innerstädtischen Räumen existieren viele (vergleiche hierzu Flämig et al. 2019b). Die Entwicklungen der Bestandszahlen machen allerdings deutlich, dass die entwickelten Maßnahmen zielgruppenspezifischer adressiert werden müssen, denn der Anteil von 1,06 % BEV (eigene Berechnung nach Kraftfahrt-Bundesamt 2020) in kommerziellen Fahrzeugflotten deutet darauf hin, dass das volle Potential für die Integration noch nicht erschöpft sein kann. Aus diesem Grund erfährt die Steigerung des Anteils an Elektrofahrzeugen immer noch eine hohe Aufmerksamkeit, was auch

in der Literatur deutlich wird. Die Einführung von Elektrofahrzeugen in den Personenwirtschaftsverkehr wird auch in aktuellen Studien diskutiert. Hier liegt der Fokus häufig auf Fragestellungen zum Ladeverhalten oder der Ladeinfrastruktur (Fieltsch et al. 2020), den Life-Cycle Kosten (Lebeau et al. 2019) oder Hemmnissen bzw. Erfolgsfaktoren (Biresselioglu et al. 2018; Meisel und Merfeld 2018). Im Vergleich zum Personenverkehr fällt die Anzahl der verfügbaren Studien wiederum relativ gering aus.

Auch in der Stadt Hamburg spielen batterieelektrische Antriebe in der Verkehrsentwicklungsplanung eine wichtige Rolle (Freie und Hansestadt Hamburg Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation o.J.; Freie und Hansestadt Hamburg 2017, S. 1f.). So wurden 16 Handlungsziele mit Relevanz für eine zukunftsfähige Mobilität definiert, die in fünf Zielkategorien unterteilt sind. Bei den ökologischen Handlungszielen ist eins der Fokusthemen die Umstellung aller Fahrzeuge auf emissionsarme Antriebe. Dies soll neben dem privaten Verkehr auch auf Ebene der gewerblichen Fuhrparks umgesetzt werden. Aus diesem Grund sollten bereits existierende Förderungen und Maßnahmen, wie beispielsweise die stark regulierte Fahrzeugneubeschaffung in den städtischen Fuhrparks (Finanzbehörde Organisation und Zentrale Dienste 2015, S. 4), ausgeweitet werden. Das konkrete Handlungsziel und der Indikator sind der Tabelle 44 zu entnehmen.

Tabelle 44: Handlungsziel Nr. 6 der Mobilität in Hamburg

Ökologische Handlungsziele	
Handlungsziel	Indikator
Fahrzeuge mit emissionsarmen und emissionsfreien Antrieben im privaten und gewerblichen Bereich sowie ÖPNV fördern	Anteil Pkw mit emissionsarmen Antrieben und Anteil Pkw mit emissionsfreien Antrieben

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Freie und Hansestadt Hamburg Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation (o.J.)

8.2 Vertiefte Untersuchung der Cluster mit wechselnden Zielen und rein dienstlicher Nutzung (*wd)

Vor der Annahme, dass eine private Nutzung von Firmenfahrzeugen den Einsatz von Elektrofahrzeugen erschwert, da das Verkehrsverhalten diversifiziert und weniger planbar ist, werden im Folgenden die Mobilitätsmuster auch hinsichtlich der Entscheidung des Unternehmens zu ihrer Nutzung analysiert. Grund zu dieser Annahme liefert auch die Interpretation in Abschnitt 7.6 sowie die hohe Korrelation zwischen der Fahrtzielregelmäßigkeit und der Fahrzeugnutzung in Abschnitt 7.2.2. Der Vermutung nach, würde sich der Einfluss hinsichtlich der betrieblichen Entscheidung, ob die Firmenfahrzeuge auch privat genutzt werden dürfen, in den Mobilitätsmustern des Personenwirtschaftsverkehrs niederschlagen. Daraus lässt sich die folgende Arbeitshypothese ableiten:

-
- H12** Die private Fahrzeugnutzung diversifiziert die Mobilitätsmuster im Personenwirtschaftsverkehr.
- Ho2** Die private Fahrzeugnutzung verändert das zu beobachtende Verkehrsverhalten nicht.
-

Da besonders bei den Fahrzeugen mit wechselnden Zielen von einer vermehrten privaten Nutzung und einer dementsprechenden Einflussnahme auf das Verkehrsverhalten auszugehen ist, wurden diese Fahrzeuge tiefergehend hinsichtlich ihrer Fahrzeugnutzung untersucht. Von den insgesamt 3.553 Fahrzeugen mit wechselnden Zielen werden 2.409 Fahrzeuge nur dienstlich und 1.144 Fahrzeuge dienstlich und privat genutzt.

Zur Bildung der Mobilitätsmuster wurden zwecks Vergleichbarkeit dieselben vier Variablen genutzt, wie in Abschnitt 7.3 hergeleitet, die die Aktivitäten der Fahrzeuge auf den Knoten und Kanten beschreiben und damit das Fahrprofil charakterisieren. Die Two-Step-Clusterung führt zu sechs Gruppen. Die Clusterverteilung nach dem Gruppierungsprozess der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen und einer rein dienstlichen Nutzung ist der Tabelle 45 zu entnehmen.

Tabelle 45: Clusterverteilung und Silhouettenstatistik der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen und rein dienstlicher Nutzung

Clusternummer	Anzahl Fahrzeuge	Anteil	Silhouettenstatistik Mittelwert
Wd1	188	7,8%	0,632
Wd2	273	11,3%	0,292
Wd3	171	7,1%	0,063
Wd4	134	5,6%	-0,055
Wd5	766	31,8%	0,913
Wd6	877	36,4%	0,911
Gesamtwert	2.409	100,0%	0,706

Quelle: Eigene Berechnung

Der Blick auf die Silhouettenstatistik, die ebenfalls in Tabelle 45 abgebildet ist, macht deutlich, dass die Lösung insgesamt, mit einem Mittelwert von 0,706 als gute Lösung einzustufen ist. Die Analyse der einzelnen Cluster zeigt dann, dass im Wesentlichen drei Cluster auf Basis ihre Silhouettenstatistik als homogen zu bewerten sind. Sehr deutlich sind dies Cluster Wd5 sowie Cluster Wd6 und auch Cluster Wd1 liefert eine Statistik, die es sich näher zu analysieren lohnt.

Die Clusterprofile der drei homogenen Gruppen sind der nachfolgenden Tabelle 46 zu entnehmen. Hier sind neben den Merkmalsausprägungen der einzelnen Variablen auch noch einmal der absolute und prozentuale Anteil der einzelnen Gruppen an den Fahrzeugen abgebildet. Es wird ersichtlich, dass durch die drei genannten Gruppen mehr als zwei Drittel der Stichprobe erklärt werden.

Im Nachfolgenden werden die Fahrprofile der Fahrzeuggruppen, die hier die Clusterprofile darstellen, noch einmal beschrieben. Auch wird zur detaillierten Beschreibung eine Darstellung der dazugehörigen unternehmensspezifischen Variablen, Wirtschaftszweigabschnitt, Unternehmensgrößenklasse und Fuhrparkgrößenklasse, vorgenommen. Ergänzend wird auf die Variable Fahrtziel (Ort) des Mobilitätsprofils eingegangen, da dieser im Rahmen der Clustervariablenauswahl eine ergänzende Bedeutung zugesprochen wurde. Insgesamt findet die Beschreibung der Gruppen aber komprimierter als bei den zuvor dargestellten Gruppen statt.

Im Cluster der ortsungebundenen Rundtourer*^wd (Wd₁), befinden sich 188 Fahrzeuge. Diese fahren im Mittel durchschnittlich rund 52 Kilometer am Tag und an 74,3 Tagen im Jahr über 140 Kilometer. Mit allen Fahrzeugen werden Rundtouren gefahren, sodass die einzelnen Stopps in Reihe nacheinander angefahren werden. Rund 24 % haben dabei ein Servicegebiet, innerhalb dessen sich der Organisationsstandort befindet (Muster 3 – zentraler Rundtourer) und 76 % haben ein Servicegebiet in räumlicher Entfernung zum Organisationsstandort (Muster 4 – dezentraler Rundtourer). Alle Fahrzeuge werden während einer Standzeit von mehr als 7 Stunden im öffentlichen Straßenraum geparkt. 152 Fahrzeuge werden für den Weg zur Baustelle eingesetzt, was 80,9 % der Stichprobe entspricht. 12,8 % der Fahrzeuge fahren private Haushalte an. Die übrigen 6 % der Fahrzeuge werden für die drei Fahrtziele Fremdunternehmen und Behörden (3,7 %), eigenes Unternehmen aber andere Niederlassung (2,1 %) und Umschlagpunkt (0,5 %) eingesetzt. Die 188 Fahrzeuge in dem Cluster stammen aus neun Wirtschaftszweigabschnitten, wobei der Großteil mit 70,2 % aus dem Wirtschaftszweigabschnitt Baugewerbe (F) kommt. Weitere 20,2 % der Fahrzeuge gehören zu Unternehmen aus dem Wirtschaftszweigabschnitt Verkehr und Lagerei (H), während sich der Rest von knapp 10 % auf weitere sieben Wirtschaftszweigabschnitte verteilt. 144 Fahrzeuge gehören mit 76,6 % zu mittleren Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten. Weitere 18,1 % sind Fahrzeuge aus kleinen Unternehmen mit 10 bis 49 Beschäftigten. Rund 5 % der Fahrzeuge teilen sich große und Kleinstunternehmen. Im Verhältnis zu den Fuhrparkgrößenklassen verhält es sich wie folgt: 76,1 % der Fahrzeuge gehören zu großen Fuhrparks mit mehr als 49 Fahrzeugen und weitere 20,7 % zu mittleren Fuhrparks mit 6 bis 49 Fahrzeugen. Auch kleine Fuhrparks mit 2 % und Kleinstfuhrparks mit 1 % haben geringe Anteile an den Fahrzeugen der Gruppe.

Das Cluster der betriebsgebundenen Poly-Pendler*^wd (Wd₅) umfasst 766 Fahrzeuge, was einem Anteil von 31,8 % entspricht. Die Fahrzeuge fahren durchschnittlich 46 Kilometer am Tag und an 10 Tagen im Jahr übersteigt die Fahrleistung 140 Kilometer. Alle Fahrzeuge legen am Tag mehrere Pendelfahrten vom Organisationsstandort zum Ziel und retour zurück, sind demnach Poly-Pendler. Bei einer Standzeit von über 7 Stunden stehen die Fahrzeuge alle auf dem eigenen Unternehmensgelände. Auch in dieser Gruppe hat der größte Anteil der Fahrzeuge mit 44,4 % Baustellen zum Ziel.

Tabelle 46: Homogene Clusterprofile der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen und rein dienstlicher Nutzung

Cluster- nummer	Benennung	Anzahl Fahrzeuge		Durchschnittliche Tagesfahrleistung		Anzahl der Tage > 140 km		Touren- muster	Häufigster Ort bei einer Standzeit > 7h
		absolut	prozentual	km	SD	absolut	SD		
Wd1	Ortsungebundene Rundtourer* ^{wd}	188	7,8%	51,93	17,64	74,27	48,05	3 und 4	Öffentlicher Straßenraum
Wd5	Betriebsgebundene Poly-Pendler* ^{wd}	766	31,8%	45,88	25,78	10,04	12,97	2	Eigenes Unternehmens- gelände
Wd6	Betriebsgebundene zentrale Rundtourer* ^{wd}	877	36,4%	58,28	26,86	9,58	13,21	3	Eigenes Unternehmens- gelände
Wd2 – 4	Reste	578	24%						

Quelle: Eigene Berechnung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 2.409 Fahrzeuge)

Mit einem wesentlichen Anteil von 26,6 % wird aber auch eine andere Niederlassung des eigenen Unternehmens angefahren. Mit 16,8 % sind darüber hinaus Fremdunternehmen und Behörden sowie mit 12 % private Haushalte Fahrtziele der Fahrzeuge. Umschlagpunkte werden nur in 1 % der Fälle angefahren.

Fahrzeuge der betriebsgebundenen Poly-Pendler*^wd verteilen sich auf 15 Wirtschaftszweigabschnitte der insgesamt 16 Wirtschaftszweigabschnitte, aus denen die Unternehmen der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen und einer rein dienstlichen Nutzung kommen. Die Fahrzeuge sind in ihrer Zugehörigkeit sehr verteilt und der größte Anteil liegt mit 174 Fahrzeugen und 22,7 % der Stichprobe im Wirtschaftszweigabschnitt Verkehr und Lagerei (H). Mit 512 Fahrzeugen und 66,8 % gehört der größte Anteil der Fahrzeuge zu großen Unternehmen mit 250 oder mehr Beschäftigten. Zu mittleren Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten gehören 17,4 % und zu Kleinstunternehmen 8,2 % der Fahrzeuge. Die übrigen 7,6 % der Fahrzeuge gehören zu Fuhrparks kleiner Unternehmen mit 10 bis 49 Beschäftigten. 73,2 % der Fahrzeuge gehören zu großen Fuhrparks mit mehr als 50 Fahrzeugen, gefolgt von Fahrzeugen der mittleren Fuhrparks mit 22,7 %, kleinen Fuhrparks mit 3,4 % und Kleinstfuhrparks mit 0,5 %.

Die 877 Fahrzeuge des sechsten Clusters, die betriebsgebundenen zentralen Rundtourer (Wd6), stellen 36,4 % der Stichprobe dar. Sie fahren im Mittel durchschnittlich 58 Kilometer am Tag und an 9,6 Tagen im Jahr über 140 Kilometer, was in seiner Anzahl der vorherigen Gruppe sehr nahekommt. Alle Fahrzeuge sind zentrale Rundtourer. Bei einer Standzeit von über 7 Stunden werden alle Fahrzeuge auf dem Unternehmensgelände abgestellt. 49,3 % der Fahrzeuge werden für den Weg zur Baustelle genutzt. 23,4 % dienen der Fahrt zu Fremdunternehmen oder Behörden sowie 12,5 % zum eigenen Unternehmen aber einer anderen Niederlassung. 7,8 % der Fahrzeuge fahren zu privaten Haushalten, 3,9 % zu land- oder forstwirtschaftlichen Flächen und 1,4 % zu Umschlagpunkten. 16 Fahrzeugen konnte kein überwiegendes Fahrtziel zugeordnet werden.

Auch hier liegt bei der Zugehörigkeit der Fahrzeuge eine starke Durchmischung der Wirtschaftszweigabschnitte vor. Insgesamt gehören die Fahrzeuge zu 14 Wirtschaftszweigabschnitten, unter denen mit 416 Fahrzeugen, was 47,4 % entspricht, der Wirtschaftszweigabschnitt Energieversorgung (D) dominiert. Es folgen mit 17,9 % der Wirtschaftszweigabschnitt Öffentliche

Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherungen (O) sowie mit 15,7 % und 138 Fahrzeugen der Wirtschaftszweigabschnitt Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen (E). 79,7 % der Fahrzeuge gehören zu großen Unternehmen mit 250 oder mehr Beschäftigten. Dem Anteil der Fahrzeugzugehörigkeit nach folgen mittlere Unternehmen (8,9 %), kleine Unternehmen (7,8 %) und Kleinstunternehmen (3,6 %). Für zwei Fahrzeuge ist keine dazugehörige Fuhrparkgrößenklasse bekannt. 65,7 % der Fahrzeuge gehören aber zu großen Fuhrparks und 29,2 % zu mittleren Fuhrparks mit 6 bis 49 Fahrzeugen. Den übrigen Anteil teilen sich mit 3 % und 2 % die kleinen bzw. Kleinstfuhrparks mit nur einem Fahrzeug.

Auch in dieser Beschreibung der vorangegangenen Mobilitätsmuster wird die starke Varietät in den Ausprägungen der unternehmensspezifischen Variablen deutlich.

Die Gruppierung der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen und einer zusätzlichen privaten Nutzung, wird an dieser Stelle entsprechend der thematischen Ausrichtung der Fragestellung nicht näher betrachtet, ist aber zum Vergleich in Tabelle A.8 (Seite 295) im Anhang dargestellt. Da bereits bei der Analyse der gleichbleibenden Ziele deutlich wurde, dass hier die Fahrzeuge vermehrt dienstlich genutzt werden und zudem die Nutzungen eindeutig den Clustern zugeordnet werden konnten, sprich es kaum vermischte Nutzungsarten gab, werden die Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen im Folgenden nicht detaillierter hinsichtlich ihrer Nutzungsart analysiert. Die jeweiligen Fahrprofile können aber getrennt nach der Nutzungsart dem Anhang I auf Seite 295 entnommen werden.

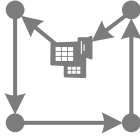
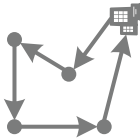
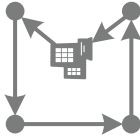
Die Beschreibung der resultierenden Fahrprofile bestätigt, dass die private Fahrzeugnutzung die Mobilitätsmuster im Personenwirtschaftsverkehr diversifiziert. Von den Fahrzeugen mit wechselnden Zielen wird gut ein Drittel, was 2.409 Fahrzeugen entspricht, nur dienstlich genutzt. Bei der Analyse dieser Fahrzeuge hinsichtlich ihrer Verhaltenshomogenität ergeben sich drei typische Fahrprofile, die in der Abbildung 43 dargestellt sind.

Auf Basis der gebildeten Fahrprofile mit Fahrzeugen wechselnder Ziele und einer rein dienstlichen Nutzung lassen sich folgende Ableitungen treffen. Die Fahrzeuge^{*wd} mit wechselnden Zielen und rein dienstlicher Nutzung:

- unterscheiden sich im Wesentlichen dahingehend, ob sie ihre Ziele unabhängig voneinander anfahren oder als Rundtour verknüpfen. Anschließend werden die Fahrzeuge dann zumeist wieder auf dem Unternehmensgelände abgestellt.
- werden entweder am Unternehmensstandort oder im öffentlichen Straßenraum geparkt.
- fahren im Durchschnitt um die 50 km am Tag.
- mit Pendeltouren haben die vergleichsweise geringste Fahrleistung.
- der Wirtschaftszweigabschnitte Energieversorgung (D), Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen (E), Baugewerbe (F) und Information und Kommunikation (J) fahren zu über 87 % in homogenen Verhaltensmustern.
- großer Fuhrparks und Kleinstfuhrparks verhalten sich oft innerhalb homogener Fahrprofile.
- bieten großes gestalterisches Potential, wenn die Fahrtziele Baustelle und land- und forstwirtschaftliche Fläche sind.
- haben umso homogeneres Fahrzeugverhalten, je größer das Unternehmen ist.
- zeigen eine vergleichsweise hohe Anzahl an Tagen, an denen über 140 km gefahren wird, wenn sie ortsungebunden sind.

Im Vergleich zu der Gruppierung aller Fahrzeuge mit wechselnden Zielen, sprich keiner Berücksichtigung der Nutzung, ergeben sich wesentliche Unterschiede. Statt der zunächst sieben identifizierten homogenen Gruppen, existieren bei wechselnden Zielen und einer rein dienstlichen Nutzung nur noch drei homogene Gruppen. Es wird schnell ersichtlich, dass keine Gruppe mehr existiert, bei der die Fahrzeuge auf dem eigenen Privatgrundstück abgestellt werden, demzufolge scheint dies auch immer mit privater Nutzung verbunden zu sein. Bei den betriebsgebundenen Fahrzeugen existieren sowohl bei Berücksichtigung der rein dienstlichen Nutzung als auch bei Gesamtbetrachtung der Fahrzeuge mit wechselnden Ziele, zum einen Poly-Pendler und zum anderen zentrale Rundtourer. Bei der rein dienstlichen Nutzung ergibt sich keine Gruppe der dezentralen Rundtourer mehr. Bei der Gruppe

Abbildung 43: Fahrprofil der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen und rein dienstlicher Nutzung

Clusternamen	Ortsungebundene Rundtourer ^{*wd}	Betriebsungebundene Poly-Pendler ^{*wd}	Betriebsungebundene zentrale Rundtourer ^{*wd}
Standort bei einer Standzeit >7h	Öffentlicher Straßenraum	Eigenes Unternehmensgelände	
Tourenmuster			
Ø Tagesfahrleistung	51 km	45 km	58 km
SD Ø Tagesfahrleistung	17 km	25 km	26 km
Anzahl der Tage >140 km	74 Tage	10 Tage	9 Tage
Anzahl Fahrzeuge	188	766	877
Anteil Gesamtsichprobe	4,4%	20,4%	17,8%
Clusternummer	Wd1	Wd5	Wd6

Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WeS-Fuhrparkfassung (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 1.831 Fahrzeuge)

der Poly-Pendler werden beim rein dienstlichen Einsatz minimal weniger Kilometer gefahren, die Anzahl an Tagen, an denen die Fahrzeuge über 140 Kilometer fahren, hat allerdings um ein Drittel abgenommen. Die Gruppe der Rundtourer bleibt bei beiden Gruppierungen vergleichbar.

Bei den ortsungebundenen Fahrzeugen konnte bei der rein dienstlichen Nutzung nur noch eine Gruppe ermittelt werden. Bei dieser werden zentrale als auch dezentrale Rundtouren gefahren, was ohne Differenzierung nach der Nutzung noch durch zwei Fahrprofile abgedeckt wurde. Bei den Fahrleistungen sind die Rundtourer der rein dienstlichen Nutzung mit keiner der anderen beiden vergleichbar, sie stellt eher eine Mischung dar.

Auf Grundlage der vorgestellten Ergebnisse lässt sich die zuvor aufgestellte Hypothese wie folgt beantworten.

H12 Die private Fahrzeugnutzung diversifiziert die Mobilitätsmuster im Personenwirtschaftsverkehr.

H02 Die private Fahrzeugnutzung verändert das zu beobachtende Verkehrsverhalten nicht.

Nach weiterer Spezifizierung des Datensatzes hinsichtlich der Fahrzeugnutzung wurde der Einfluss privat genutzter Fahrzeuge auf die Identifizierung von typischen Mobilitätsmustern sehr deutlich. Die private Nutzung der Fahrzeuge diversifiziert die Aktivitäten auf den Knoten und Kanten und damit auch die Verflechtungsbeziehungen im Personenwirtschaftsverkehr. Ohne die Berücksichtigung einer privaten Nutzung lassen sich bei Fahrzeugen mit wechselnden Zielen drei eindeutige Verhaltensgruppen ableiten, die 76 % der Stichprobe von 2.409 Fahrzeugen erklären. Die private Nutzung von Fahrzeugen führt zu einer mehr als doppelt so großen Anzahl (+133 %) an typischen Verkehrsverhaltensmustern.

8.3 Potentialabschätzung für den Einsatz von batterieelektrischen Fahrzeugen

Wie einleitend beschrieben, kann das Fahrprofil, unter Berücksichtigung der betrieblichen Rahmenbedingungen, auf ein mögliches Potential für den Einsatz von batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) hinweisen. Durch das Hinzuziehen der Evaluationsvariablen kann das jeweilige Fahrprofil zum Mobilitätsmuster erweitert und in einen Kontext eingeordnet werden.

Aufbauend auf den identifizierten Mobilitätsmustern kann das Einsatzpotential weiter spezifiziert werden. Im Folgenden wird eine Einteilung in uneingeschränktes Einsatzpotential und eingeschränktes Einsatzpotential vorgenommen. Eingeschränkt bedeutet, dass mindestens eine Ausprägung der charakterisierenden Merkmale die ausschließliche Nutzung von batterieelektrischen Fahrzeugen mindert, uneingeschränkt bedeutet demgegenüber, dass alle Merkmalsausprägungen eine Substitution des Fahrzeuges durch ein batterieelektrisches zulassen. Die Variablen werden, wie in der Tabelle 47 aufgeführt, bewertet, wobei bei der Abschätzung des Einsatzpotentials das Zusammenspiel der einzelnen Variablen berücksichtigt wird.

Nachfolgend werden zunächst die Fahrprofile der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen hinsichtlich ihres Einsatzpotentials untersucht und im Anschluss die Fahrprofile der wechselnden Ziele mit rein dienstlicher Nutzung. Im Anschluss wird ein gemeinsames Einsatzpotential abgeleitet.

Bei den betriebsgebundenen Werk-Mobilen*⁸ (G1) sprechen die Variablen des Fahrprofils trotz des undefinierten Tourenmusters, was sich allerdings auf Werkverkehre⁸ zurückführen lässt, aufgrund der geringen Fahrleistungen und dem Abstellort des Fahrzeuges, grundsätzlich für eine uneingeschränkte Nutzung von batterieelektrischen Fahrzeugen. 75 % der Fahrzeuge sind allerdings Transporter bis 3,5 Tonnen, was das Einsatzpotential in gewisser Weise einschränkt. Die Produktpalette von batterieelektrischen Fahrzeugen im Transportersegment ist bisher gering, weswegen das Potential derzeit als eingeschränkt anzusehen ist. Künftig ist aber zu erwarten, dass sich dies ändert, da die Nachfrage nach Fahrzeugen in diesem durchaus besteht. Das Cluster der heimgebundenen Poly-Pendler*⁸ (G10) charakte-

8 Die Fahrzeuge werden auf dem Werksgelände eingesetzt oder sind Freefloater zwischen Unternehmensstandorten.

risiert sich zwar über häufig lange Fahrten (56 Tage >140 km) und darüber, dass die Fahrzeuge über Nacht auf dem eigenen Privatgrundstück abgestellt werden, dennoch wäre aufgrund des Tourenmusters ein Einsatzpotential gegeben. Es werden mehrere Touren am Tag zwischen dem Unternehmensstandort und möglichen Fahrtzielen zurückgelegt, was Zwischenladungen am Unternehmensstandort ermöglicht. Aus diesem Grund bietet das Cluster eingeschränktes Einsatzpotential für batterieelektrische Fahrzeuge.

Tabelle 47: Variablenbewertung für Potentialabschätzung für BEV

Variable	Relative Bewertung
<i>Fahrprofil</i>	
Tagesfahrleistung	Das Substitutionspotential nimmt mit steigender Tagesfahrleistung ab.
Anzahl Tage >140 km	Eine große Anzahl an Tagen, an denen über 140 km gefahren wird, schränkt das Substitutionspotential ein.
Tourenmuster	Tourenmuster, die Zwischenladungen am Unternehmensstandort ermöglichen, erhöhen das Substitutionspotential.
Standort (7 h)	Wenn die Fahrzeuge über Nacht am Unternehmensstandort stehen, garantiert dies ein verlässliches Lademanagement, was das Substitutionspotential erhöht.
<i>Mobilitätsmuster</i>	
Fuhrparkgröße	Das Substitutionspotential steigt je größer der Fuhrpark ist, da Fahrten und Fahrzeuge ggf. umverteilt werden können.
Fahrzeugsegment	Fahrzeuge des Transportersegments schränken das Substitutionspotential aufgrund geringer Produktpalette ein.
Fahrtziel (Ort)	Das Fahrtziel kann ggf. Zwischenladungen erlauben, was wiederum hohe Fahrleistungen relativieren kann.

Quelle: Eigene Darstellung

Die Cluster betriebsgebundener Poly-Pendler*[§] (G₃) und betriebsgebundener Mono-Pendler*[§] (G₄) machen eine Nutzung von batterieelektrischen Fahrzeugen auf Basis ihres Fahrprofils uneingeschränkt möglich. Auch unter Berücksichtigung der Evaluationsvariablen bleibt eine Nutzung möglich. Lediglich die relativ hohe Haltedauer der Fahrzeuge von durchschnittlich 12,43 Jahren im Cluster der betriebsgebundenen Mono-Pendler*[§] (G₄) lassen vermuten, dass ein Umstieg auf batterieelektrische Fahrzeuge ohne eine Förderung, wie beispielsweise eine Kaufprämie, ein wenig Zeit in Anspruch nehmen könnte, was die Hochlaufkurve verlangsamen würde.

Auch das Potential des Clusters der betriebsgebundenen dezentralen Rundtourer*[§] (G₅) ist als uneingeschränkt zu bewerten. Das Fahrprofil zeigt zwar, dass Rundtouren gefahren werden und der Unternehmensstandort dabei außerhalb des Servicegebietes liegt, was die Nutzung batterieelektrische Fahrzeuge eventuell einschränkt, es werden aber selten Touren über 140 Kilometer gefahren und auch die Tagesfahrleistung ist sehr gering. Darüber hinaus gehören diese Fahrzeuge mit 91,5 % zu großen Fuhrparks. Zudem machen die Evaluationsvariablen deutlich, dass fast 95 % der Fahrzeuge der Klein- und Kompaktklasse zugerechnet werden können, wo bereits heute die Modellpalette viel Auswahl bietet. Die mittlere Haltedauer von 17,85 Jahren spricht allerdings auch hier für eine verzögerte Einführung von batterieelektrischen Fahrzeugen.

Die Cluster ortsungebundene zentrale Rundtourer*[§] (G₆) und heimgebundene Mono-Pendler*[§] (G₁₁) weisen bei genauerer Analyse erhebliche Einschränkungen für den Einsatz von batterieelektrischen Fahrzeugen auf, weswegen sie hierfür ungeeignet sind. Die Fahrzeuge dieser Gruppen haben zum einen relativ viele Tage an denen über 140 Kilometer gefahren werden und zum anderen bieten sie unsichere Bedingungen fürs Laden der Batterie. Die Fahrzeuge aus dem Cluster G₆ werden im öffentlichen Straßenraum abgestellt, was keine Möglichkeit zum Laden garantiert. Die Fahrzeuge aus Cluster G₁₁ werden über Nacht zwar auf dem eigenen Privatgrundstück abgestellt, allerdings lässt das Fahrprofil der Fahrzeuge keine Zwischenladungen zu, was folglich mit einer großen Reichweitenunsicherheit verbunden wäre.

Bei der Analyse von Fahrzeugen, die wechselnde Ziele anfahren, war das vorläufige Ergebnis in Flämig und Rosenberger (2019), dass weitere Rahmenbedingungen betrachtet werden müssen, um ein genaues Potential

bestimmen zu können. Auf Grundlage der in dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse, dass die private Nutzung das Verkehrsverhalten im Personenwirtschaftsverkehr diversifiziert, kann das Einsatzpotential von Fahrzeugen mit wechselnden Zielen und rein dienstlicher Nutzung für BEV weiter differenziert werden.

Hier besitzen die Fahrzeuge der Cluster der betriebsgebundenen Poly-Pendler^{*wd} (Wd5) und der betriebsgebundenen zentralen Rundtourer^{*wd} (Wd6) uneingeschränktes Potential für die Substitution durch batterieelektrische Fahrzeuge. Die Tagesfahrleistungen der betriebsgebundenen Poly-Pendler^{*wd} (Wd5) entsprechen allen Voraussetzungen im Hinblick auf Reichweiten batterieelektrischer Fahrzeuge. Die Tatsache, dass mehrere Pendeltouren am Tag gefahren werden, ermöglicht sogar ergänzende Zwischenladungen. Dies kann unter Umständen wichtig werden, da das bevorzugte Ziel der Fahrzeuge in diesen Gruppen Baustellen sind, auf denen es wahrscheinlich selten die Möglichkeit einer Fahrzeugladung gibt. Darüber hinaus werden die Fahrzeuge bei einer Unterbrechung von mehr als 7 Stunden alle auf dem Unternehmensgelände abgestellt, was Laden über Nacht ermöglicht. Hinzu kommt, dass 96 % der Fahrzeuge zu großen und mittleren Fuhrparks gehören, was selbst eine Ausnahmesituation absichern würde. Dieses Potential bietet sich sogar in 15 Wirtschaftszweigabschnitten.

Die betriebsgebundenen zentralen Rundtourer^{*wd} (Wd6) fahren zwar Rundtouren, ohne dabei an den Unternehmensstandort zurückzukommen, das sollte bei der geringen Tagesfahrleistung allerdings kein Problem darstellen. Selbst beim Ausreizen der Batteriekapazitäten können die Fahrzeuge am nächsten Arbeitstag wieder uneingeschränkt zur Verfügung stehen, da alle Fahrzeuge über Nacht auf dem Unternehmensstandort stehen. Auch hier existiert eine starke Durchmischung der Wirtschaftszweigabschnitte und knapp 95 % gehören zu großen Fuhrparks, sodass Engpässe problemlos abgefangen werden könnten.

Auch bei den ortsungebundenen Rundtourern^{*wd} (Wd1) ist aufgrund der durchschnittlichen Tagesfahrleistung der Fahrzeuge ein Potential für batterieelektrische Fahrzeuge zu erkennen, wobei die Fahrzeuge nach der Nutzung über Nacht im öffentlichen Straßenraum geparkt werden und häufig von Rundtouren zurückkommen, was keine Garantie für das Wiederaufladen der Fahrzeuge bietet. Auch mit Zwischenladungen ist nicht unbedingt zu rechnen, da häufig mehrere Baustellen nacheinander angefahren

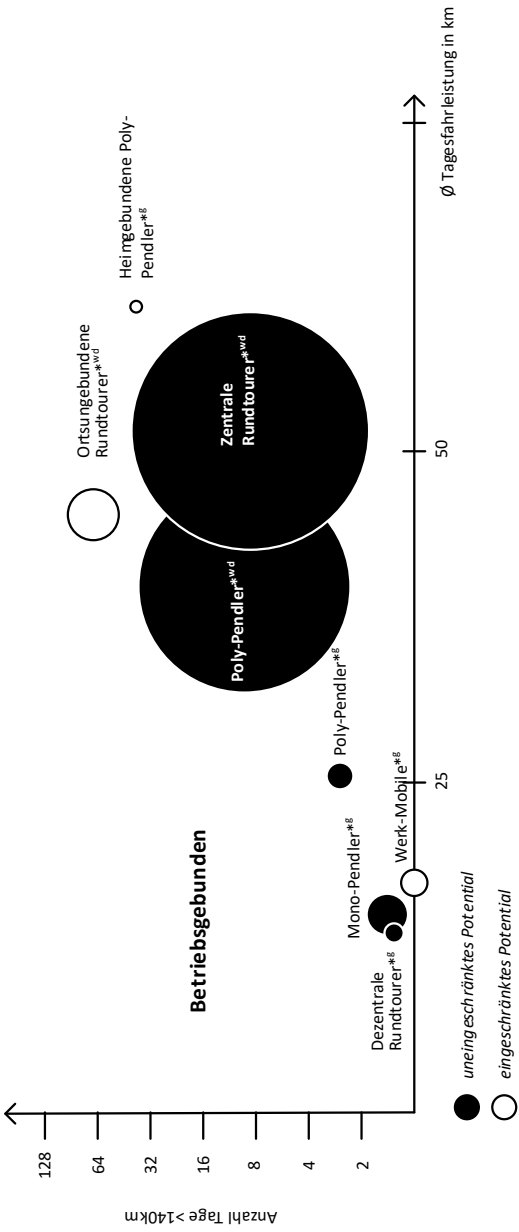
werden. Zwar gibt die Tagesfahrleistung es durchaus her, dass die Strecken mit Elektrofahrzeugen zurückgelegt werden, die Anzahl an Tagen, an denen über 140 Kilometer gefahren werden, ist allerdings recht hoch und auch die Standardabweichung ist hoch. Diese Merkmalsausprägungen schränken das Einsatzpotential grundsätzlich ein. Allerdings gehören 76,1 % der Fahrzeuge zu großen Fuhrparks mit mehr als 49 Fahrzeugen und weitere 20,7 % zu mittleren Fuhrparks, womit Reichweitenkonflikte durch andere Fahrzeuge des Fuhrparks ausgeglichen werden könnten. Die genannten Unsicherheiten werden in dem Moment berechenbar, wenn das Fahrzeug nur dienstlich genutzt wird und im Rahmen des betrieblichen Mobilitätsmanagements Strategien erarbeitet werden.

Auf Basis der beschriebenen Analysen kann so für eine Stichprobengröße von 3.164 Fahrzeugen, die sich aus den Fahrzeugen mit gleichbleibenden Zielen und den Fahrzeugen mit wechselnden Zielen aber einer rein dienstlichen Nutzung zusammensetzt, ein uneingeschränktes Potential für 61,1 % und weitere 10,4 % mit einem eingeschränkten Potential abgeleitet werden, was zu einem Gesamtpotential von 71,5 % für den Einsatz von BEV führt.

Die uneingeschränkten und eingeschränkten Fahrprofile sind noch einmal grafisch in der folgenden Abbildung 44 dargestellt. Dabei zeigt die Größe der Kreise die relativen Anteile der Fahrprofile in der untersuchten Stichprobe.

Angesichts des technologischen Fortschritts in den letzten Jahren im Vergleich zum Erhebungszeitraum (2014-2016) und dem zu erwartenden Fortschritt in den kommenden Jahren ist mit einer weiteren Steigerung des durch batterieelektrische Fahrzeuge substituierbaren Anteils zu rechnen. So waren zu dem Zeitpunkt der Erhebung nur batterieelektrische Fahrzeuge kleiner 3,5 t zGG überhaupt verfügbar, für die zudem eine Maximalreichweite von 140 Kilometer angenommen werden konnte (Harris und Webber 2014, S. 173; Kurani et al. 1994, S. 244; Lopes et al. 2014, S. 23; Mallapragada et al. 2014, S. 502; Rijnsoever van et al. 2013, S. 16). Besonders die Maximalreichweite, die stark einschränkend wirkt, liegt mit heutigem Stand der Technik weitaus höher. Demgegenüber steht allerdings, dass bei dieser Art der Potentialabschätzung subjektive Einflussgrößen unberücksichtigt bleiben, was das Potential eventuell wiederum überschätzt (Matt 2018).

Abbildung 44: Darstellung der Fahrprofile mit Einsatzpotential von BEV



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkaufnahme (N = 4,308 Fahrzeuge, n = 2.365 Fahrzeuge)

9 Zusammenfassung und Schlussbetrachtung

Der Personenwirtschaftsverkehr muss als Maßnahmenfeld an Bedeutung gewinnen. Dazu braucht es eine detaillierte Beschreibung der Bestimmungsfaktoren und möglicher Mobilitätsmuster im Personenwirtschaftsverkehrssystem. Inwiefern die vorliegende Forschungsarbeit hierzu ihren Beitrag leisten konnte, wird im Nachfolgenden diskutiert. Darüber hinaus werden die Limitationen der Arbeit vorgestellt und der weitere Forschungsbedarf aufgezeigt.

9.1 Forschungsstand und -lücke

Eine arbeitsteilig organisierte Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft setzt die Mobilität von Gütern und Personen voraus (Enquete-Kommission 1994b, S. 109). Sowohl der Personen- als auch der Wirtschaftsverkehr sind Folge dieser Mobilitätsbedürfnisse. Der Wirtschaftsverkehr besteht aus dem Güterverkehr und dem Personenwirtschaftsverkehr (Schwerdtfeger 1976, S. 6; Flämig 2004, S. 10; Wermuth et al. 2012b, S. 20). Während dem Güterverkehr Transporte von Gütern zugerechnet werden, ist der Personenwirtschaftsverkehr durch eine Kombination von Objekt- und Subjektfluss gekennzeichnet. Der Personenwirtschaftsverkehr umfasst alle Wege bzw. Fahrten, bei denen sowohl die die Dienstleistung ausführende Person als auch gegebenenfalls zusätzliches Material transportiert werden.

Der Personenwirtschaftsverkehr ist bisher wissenschaftlich selten erforscht worden. Der Blick in bestehende Forschungsarbeiten zeigt, dass empirische Grundlagen zum Personenwirtschaftsverkehr existieren, diese aber zumeist entweder veraltet, nicht repräsentativ oder nicht maßnahmensensitiv sind. Zudem ist das Wissen über die Bestimmungsfaktoren des Personenwirtschaftsverkehrs begrenzt. Die betrieblichen Entscheidungen, die vermeintlich auf ein bestimmtes Verkehrsverhalten schließen lassen, wurden bislang selten betrachtet. Dies ist neben der scheinbar untergeordneten Relevanz des Personenwirtschaftsverkehrs gegenüber dem Personen- bzw. Güterverkehr zu wesentlichen Teilen auf die Schwierigkeiten in der Datenerhebung zurückzuführen. Die Herausforderung hierbei ist

zum einem, dass Wege, die im Rahmen des Personenwirtschaftsverkehrs stattfinden, nicht direkt als diese zu erkennen und zu erheben sind. Zum anderen geben Unternehmen ihre internen Daten nur ungern preis. Dies hat zur Folge, dass die verfügbaren Daten oftmals nicht mit denen für die Verkehrsforschung benötigten übereinstimmen. Dies führt nach wie vor zu einer schlechten Systemerfassung, weswegen der Personenwirtschaftsverkehr in der Verkehrsplanung nahezu keine Rolle spielt.

Trotz lückenhaften Wissens über Ausmaß, Art und Intensität werden in der Literatur grundsätzlich viele Variablen unternehmerischen Mobilitätsverhaltens diskutiert. Diese werden von den Autoren unterschiedlich beschrieben, eingeordnet und behandelt. Dadurch wurden bereits zahlreiche Indikatoren untersucht, die je nach verfolgter Fragestellung variieren und sich beispielsweise hinsichtlich ihrer Zuordnung zu Verhaltens- oder Strukturvariablen unterscheiden. Zudem gehen bisherige Fahrzeugkategorisierungen davon aus, dass der Personenwirtschaftsverkehr, ähnlich wie im Personenverkehr, anhand nur einer Gruppierung beschrieben werden kann, es fehlt bisher an Untersuchungen, die mehrere verhaltenshomogene Einteilungen analysieren oder die Bedeutung von unternehmensinternen Entscheidungen auf die Ausgestaltung von Mobilitätsmustern berücksichtigen.

Insgesamt existiert wenig Wissen zum Personenwirtschaftsverkehr, das zudem auch meist sehr aggregiert vorliegt. So führen die genannten Schwierigkeiten in den bisherigen Analysen dazu, dass diese nicht ausreichen, um die Verkehrsaktivitäten von Unternehmen in ihrer Gänze abbilden zu können. Statt auf Basis von Aggregationen zu arbeiten, sollte das Verkehrsverhalten im Personenwirtschaftsverkehr sehr viel differenzierter auf Basis der dem Verkehr zugrundeliegenden Mobilitätsentscheidungen analysiert werden.

9.2 Morphologisches Beschreibungsmodell des Personenwirtschaftsverkehrs

Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage, anhand welcher Bestimmungsfaktoren sich der Personenwirtschaftsverkehr beschreiben lässt, konnte als Ergebnis ein theoriegeleitetes entscheidungsbasiertes Beschreibungsmodell entwickelt werden und durch die eigene Empirie in einen morphologischen Kasten überführt werden. Dieses wurde anhand der KiD 2010 Hamburg Aufstockung evaluiert.

Das entscheidungsbasierte Beschreibungsmodell zum Personenwirtschaftsverkehrssystem baut auf den Grundlagen von Manheim (1980) auf und wurde durch eine Systematisierung der in der Literatur identifizierten Bestimmungsfaktoren ergänzt. Theoriegeleitet konnte ermittelt werden, dass auf Grundlage formalisierender Entscheidungsdeterminanten rationales Handeln in Unternehmen vorausgesetzt werden kann, das zu regelmäßigem und gleichartigen Verkehrsverhalten führen kann. Durch die Berücksichtigung unterschiedlicher verkehrsrelevanter betrieblicher Entscheidungsebenen wird modelltheoretisch verdeutlicht, dass das die Mobilität bezeichnende Verhalten an unterschiedlichen Stellen in Unternehmen determiniert wird. Diese Entstehungsebenen konnten mit den im Rahmen der Literaturanalyse identifizierten intern-strukturellen und intern-operativen Bestimmungsfaktoren kombiniert und den Teilsystemen Organisation, Fahrzeug und Fahrzeugeinsatz zugeordnet werden.

So konnte ein Beschreibungsmodell abgeleitet werden, mit dem es möglich ist, den Personenwirtschaftsverkehr anhand seiner Bestimmungsfaktoren systematisch zu beschreiben. Das Beschreibungsmodell für den Personenwirtschaftsverkehr ist an die Methode des morphologischen Kastens nach Zwicky (1959) angelehnt und adressiert mehrere zeitliche Entscheidungs- und Entstehungsebenen des Personenwirtschaftsverkehrs (vergleiche hierzu Kapitel 6, Seite 95). Diese Darstellung verfolgt das Ziel, ein strukturiertes Bild der Variablen und möglichen Ausprägungen im Personenwirtschaftsverkehrssystem zu entwerfen.

Zur ganzheitlichen systemischen Abbildung sind Beschreibungsvariablen auf Ebene der Organisation und auf Ebene des Fahrzeuges sowie auf Ebene des Fahrzeugeinsatzes erarbeitet worden, wie es das entscheidungsbasierte Beschreibungsmodell (siehe auch Abbildung 5 auf Seite 74) vorgibt. Dies sind zur Beschreibung des Personenwirtschaftsverkehrs auf Ebene der Organisation im Wesentlichen strukturierende Faktoren, wie der Wirtschaftszweigabschnitt oder die Unternehmensgröße. Zum Teilsystem des Fahrzeuges gehören insbesondere das Fahrzeug charakterisierende Variablen, wie das Fahrzeugsegment oder die Beschaffungs- und Antriebsart. Der Fahrzeugeinsatz kann wiederum mit operativ ausgerichteten Bestimmungsfaktoren, wie Fahrleistungen oder bspw. dem Fahrtzweck, beschrieben werden.

Das morphologische Beschreibungsmodell (siehe auch Tabelle 12 auf Seite 98) konnte anhand empirischer Daten hinsichtlich seiner Praktikabilität überprüft werden. Dafür sind die systematisierten Bestimmungsfaktoren in eine eigene Erhebung überführt worden. Der genutzte Datensatz wurde zwischen den Jahren 2014 und 2016 erhoben und umfasst 7.153 Fahrzeuge von 345 Unternehmen der Hamburger Metropolregion aus 18 Wirtschaftszweigabschnitten (WZ 2008). Darüber hinaus wurde das entwickelte morphologische Beschreibungsmodell auch zur systematischen Beschreibung der KiD 2010 Hamburg Aufstockung genutzt. So konnte zum einen die Vergleichbarkeit der beiden Datensätze diskutiert und zum anderen eine mögliche Anreicherung der KiD 2010 Hamburg Aufstockung durch die WaS-Fuhrparkerfassung geprüft werden, mit dem Ergebnis, dass die beiden Erhebungen sich in ausgewählten Variablen in geeigneter Weise ergänzen.

Durch die systematische Beschreibung des Personenwirtschaftsverkehrs auf Grundlage des morphologischen Beschreibungsmodells wurde deutlich, dass viele Beschreibungsmerkmale und Merkmalsausprägungen existieren und eine ganzheitliche Erfassung des Personenwirtschaftsverkehrs nur durch eine ausreichend große Anzahl an Merkmalen möglich ist. Wie die Analyse der Bestimmungsfaktoren und betrieblichen Entscheidungsebenen ergeben hat, finden sich die zur Beschreibung notwendigen Merkmale in den Teilsystemen Organisation, Fahrzeug und Fahrzeugeinsatz. Dabei ist zu berücksichtigen, dass für unterschiedliche Aussagen im Personenwirtschaftsverkehrssystem die Kombination der zur Beschreibung genutzten Variablen unterschiedlich sein kann. Das morphologische Beschreibungsmodell erfüllt an dieser Stelle zweierlei Nutzen: Erstens zeigt es die Vielfalt im Personenwirtschaftsverkehr. Zweitens dient es durch die gewählte Darstellung und seinem strukturierenden Charakter einer besseren Systemerfassung.

9.3 Mobilitätsmuster im Personenwirtschaftsverkehr

Die zweite zu beantwortende Forschungsfrage, welche homogenen Muster in der Mobilität von Unternehmen existieren, wurde durch die Ergebnisse umfangreicher Clusteranalysen beantwortet.

Aus der Literatur konnte abgeleitet werden, dass im Verkehrsverhalten von Unternehmen entscheidungsabhängige homogene Strukturen zu erwarten sind. Dies konnte auf Grundlage der eigenen Empirie bestätigt werden.

Überhaupt wurden beschriebene Homogenitäten bei Fahrzeugkategorisierungen in der Literatur bisher selten als Ausprägung von Entscheidungsverhalten verstanden. Fahrzeuge wurden bisher keiner Verhaltensanalyse unterzogen, da Verhalten nur Personen zugesprochen wurde. Unberücksichtigt blieb dabei allerdings, dass auch das Verkehrsverhalten von Fahrzeugen auf Personen oder eine Gruppe von Personen in Form von Unternehmen zurückzuführen ist und das Verkehrsverhalten dementsprechend unterschiedlich sein kann.

Durch die Clusteranalysen der eigenen Empirie konnte gezeigt werden, dass bei Hinzunahme von Informationen, die Einblicke in die Verkehr auslösenden betrieblichen Entscheidungen liefern, die Fahrprofile deutlicher werden und diese Ausmaß, Art und Intensität des Verkehrs der kategorisierten Fahrzeuge abbilden. Der Informationsgehalt der Gruppierung hat nach der entscheidungsabhängigen Teilung in 755 Fahrzeuge mit gleichbleibenden und 3.553 Fahrzeuge mit wechselnden Zielen deutlich zugenommen. In Abhängigkeit der Fahrtzielregelmäßigkeit bildeten sich jeweils sieben homogene Fahrprofile aus. Deren Benennung basiert auf eigens hergeleiteten raumstrukturellen Grundstrukturen, denen weniger das zeitliche Fahrmuster auf den Kanten, sondern viel mehr die zeitlich bedeutenden Standorte (Knoten) zugrunde liegen, was so zuvor nicht in der Literatur zu finden war. Diese raumstrukturellen Grundstrukturen von Personenwirtschaftsverkehren unterscheiden sich in ihrem Tourenmuster (siehe auch die Herleitung im Kapitel 2.3, S. 33) und ihrem Standort mit mehr als 7 Stunden Standzeit.

Für Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen wurden folgende Mobilitätsmuster identifiziert:

- Betriebsgebundene Werk-Mobile*^g
- Betriebsgebundene Poly-Pendler*^g
- Betriebsgebundene Mono-Pendler*^g
- Betriebsgebundene dezentrale Rundtourer*^g
- Ortsungebundene zentrale Rundtourer*^g
- Heimgebundene Poly-Pendler*^g
- Heimgebundene Mono-Pendler*^g

Für Fahrzeuge mit wechselnden Zielen wurden folgende Mobilitätsmuster identifiziert:

- Betriebsgebundene Poly-Pendler^{*w}
- Betriebsgebundene zentrale Rundtourer^{*w}
- Betriebsgebundene dezentrale Rundtourer^{*w}
- Heimgebundene dezentrale Rundtourer^{*w}
- Heimgebundene Poly-Pendler^{*w}
- Ortsungebundene dezentrale Rundtourer^{*w}
- Ortsungebundene zentrale Rundtourer^{*w}

Dabei wird deutlich, dass es durchaus Fahrprofile gibt, die sowohl bei wechselnden als auch bei gleichbleibenden Zielen entstehen. Diese unterscheiden sich allerdings wesentlich hinsichtlich ihrer Fahrleistungen. Auch bei näherer inhaltlicher Gegenüberstellung der Mobilitätsmuster sind trotz einiger Gleichartigkeiten auch deutliche Unterschiede zwischen den Mustern auffällig. Bei der genaueren Analyse konnten auf der Grundlage der Abbildung 39 auf Seite 217 einige elementare Fahrprofile für den Personenwirtschaftsverkehr herausgearbeitet werden. Die drei größten und im Folgenden detaillierter beschriebenen Mobilitätsmuster bilden 53 % der Gesamtstichprobe ab.

So scheinen insbesondere die betriebsgebundenen Mobilitätsmuster eine dominante Rolle einzunehmen. So spielt unabhängig von der Fahrtzielregelmäßigkeit besonders der betriebsgebundene Poly-Pendler, der unter anderem Entsorgungs- und Reinigungsleistungen repräsentiert, eine wichtige Rolle und beschreibt 23,2 % der Gesamtstichprobe. Allein 21,3 % macht dabei der betriebsgebundene Poly-Pendler^{*w} mit wechselnden Zielen aus, der sich über eine durchschnittliche Tagesfahrleistung von 48 Kilometer und 15,5 Tage, an denen über 140 Kilometer gefahren wird, charakterisiert. Bei einer kurzen Unterbrechung werden die Fahrzeuge auf dem eigenen Unternehmensgelände abgestellt und zu 84 % dienstlich genutzt. Die Fahrzeuge gehören mehrheitlich zu großen Unternehmen (65 %) und großen Fuhrparks (70 %) und haben sehr unterschiedliche Fahrtzwecke und Fahrtziele. Betriebsgebundene Poly-Pendler^{*w} kommen in 17 der 18 untersuchten Wirtschaftszweigsabschnitte vor. Unabhängig der Fahrtzielregelmäßigkeit haben die Mobilitätsmuster dieser Gruppe darüber hinaus gemein, dass sie mehrheitlich nur dienstlich genutzt werden und zu großen Unternehmen gehören. Sie stehen bei einer Fahrtunterbrechung von 30 Minuten auf dem eigenen

Unternehmensgelände, ansonsten unterscheiden sich die Mobilitätsmuster der betriebsgebundenen Poly-Pendler allerdings voneinander, auch wenn die Fahrprofile eine Ähnlichkeit erwarten lassen.

Auch der heimgebundene Poly-Pendler ist ein ausgeprägtes Mobilitätsmuster im Personenwirtschaftsverkehr, das im Fahrtzweck der reinen Personenbeförderung eingesetzt wird, und 8,5 % der Gesamtstichprobe entspricht. Unabhängig der Fahrtzielregelmäßigkeit charakterisiert sich der heimgebundene Poly-Pendler über die dienstlich und private Nutzung (> 88 %) und darüber, dass diese Profile in großen Fuhrparks vorkommen, wobei dies nur knapp der Mehrheit entspricht. Der heimgebundene Poly-Pendler mit wechselnden und gleichbleibenden Zielen deckt Dienstleistungen wie Immobilienverwaltung oder auch häusliche Pflege ab.

Bei den wechselnden Zielen zeigt sich darüber hinaus der zentrale Rundtourer*^w (sowohl betriebsgebunden als auch ortsungebunden) als ausgeprägtes Fahrprofil, der betriebsgebunden im Wesentlichen mit Kundendienst einhergeht, und der ortsungebundene Rundtourer*^w, welcher beispielsweise durch Gebäudearbeiten in Form von Reinigungen oder Wartungen entsteht. 21,5 % der Gesamtstichprobe lassen sich durch den betriebsgebundenen zentralen Rundtourer*^w abbilden. Diese fahren durchschnittlich 57 Kilometer am Tag und an weniger als 10 Tagen mehr als 140 Kilometer. Das Mobilitätsmuster zeigt allerdings weder einen mehrheitlichen Fahrzeugstandort bei kurzen Unterbrechungen, noch einen mehrheitlichen Fahrtzweck oder ein einheitliches Fahrtziel. Die Analyse zeigt, dass die Fahrzeuge der betriebsgebundenen zentralen Rundtourer*^w zu 95 % rein dienstlich eingesetzt werden, die vergleichsweise längste Haltedauer haben und mehrheitlich zum Wirtschaftszweigabschnitt Energieversorgung (D) gehören. Häufig kommen die betriebsgebundenen zentralen Rundtourer*^w aus großen Unternehmen (76 %) mit großen Fuhrparks (62 %).

Die Erkenntnisse zu den Bestimmungsfaktoren und Mobilitätsmustern im Personenwirtschaftsverkehr ermöglichen die Untersuchung der Zielgenauigkeit und Wirksamkeit von politischen Gestaltungsoptionen durch die Konzentration auf die entsprechenden Verhaltensgruppen. Dies konnte anhand einer Potentialabschätzung zum Einsatz von Elektrofahrzeugen im Personenwirtschaftsverkehr gezeigt werden, indem weitere, vertiefte Untersuchungen der bereits gebildeten Gruppen vorgenommen wurden. Forschungsleitend war hierbei die Frage, welche Bereiche des

Personenwirtschaftsverkehrs aufgrund ihres Mobilitätsmusters die Möglichkeit bieten, batterieelektrische Fahrzeuge erfolgreich in die bestehenden Flotten zu integrieren, mit dem Ergebnis, dass 71,5 Prozent der analysierten Fahrzeuge substituierbar wären.

Es konnte dargelegt werden, dass die Mobilitätsmuster aussagekräftige Strukturen aufweisen, besonders aber die Verbindung zu den unternehmensspezifischen Variablen innerhalb dieser herausfordernd ist. Durch die Evaluation der Fahrprofile mittels weiterer fahrzeug- und unternehmensspezifischer Variablen wird deutlich, dass sich das beobachtete Verkehrsverhalten im Personenwirtschaftsverkehr nur schwer eindeutig den bisher in der Verkehrsforschung zur Anwendung kommenden Strukturvariablen, wie der Unternehmensgröße, zuordnen lässt, da die Gruppen mit homogenem Verhalten nur selten den Einteilungen von Strukturvariablen entsprechen. Ganz deutlich wurde zudem, dass das Verhalten innerhalb von Wirtschaftszweigabschnitten nicht als homogen angenommen werden darf. Kein Wirtschaftszweigabschnitt wies nur ein Profil auf bzw. kein Profil ließ sich eindeutig einem Wirtschaftszweigabschnitt zuordnen. Die bisher häufig getroffene Annahme eines durchschnittlichen Verhaltens für jeden Wirtschaftszweigabschnitt entspricht demnach nur in wenigen Fällen der Realität und ist zu vermeiden. Vielmehr ist der Heterogenität innerhalb der Wirtschaftszweigabschnitte Sorge zu tragen und es ist bei der Verkehrsabschätzung dementsprechend darauf zu achten, den Wirtschaftszweigabschnitten das jeweilige Verkehrsverhalten mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zuzuordnen. Gleiches gilt für andere strukturelle Einteilungsmöglichkeiten, wie beispielsweise die Unternehmensgröße oder die Größe des Fuhrparks eines Unternehmens.

Noch weiter hat sich sogar gezeigt, dass auch innerhalb von Unternehmen kein einheitliches Mobilitätsverhalten angenommen werden darf. Dieses kann sich im Gegensatz sehr viel differenzierter in Form von mehreren Fahrprofilen zeigen, was bedeutet, dass schon innerhalb von Unternehmen unterschiedlich gefahren wird und ihnen nicht lediglich auf Grundlage ihrer Wirtschaftszweigzugehörigkeit oder Leistungserstellung ein Muster zugeordnet werden kann. Folglich existieren Rahmenbedingungen in Unternehmen, die das Verkehrsverhalten beeinflussen.

Anhand der Entscheidungssituationen – Fahrtzielregelmäßigkeit und Fahrzeugnutzung – konnte gezeigt werden, dass der Einfluss betrieblich bedingter Strategien auf das Verkehrsverhalten und damit auch auf die räumlichen Verflechtungsbeziehungen (u.a. Raumstruktur und Erschließung) maßgeblich sind. Als betrieblich bedingte Strategien werden hier zum einen der Einsatz der Fahrzeuge hinsichtlich ihrer Fahrtzielregelmäßigkeit und der damit verbundenen Vorgabe von gleichbleibenden oder wechselnden Zielen verstanden. Zum anderen zählen aber auch die betrieblichen Vorgaben zur privaten Fahrzeugnutzung, sprich ob ein Fahrzeug nur rein dienstlich oder auch privat genutzt werden darf, zu diesen Strategien.

In Abhängigkeit der Ausprägung ergeben sich Verkehrsverhalten von Unternehmen, die sich teilweise erheblich voneinander unterscheiden. Die Berücksichtigung von Entscheidungssituationen auf den entsprechenden Ebenen kann in hohem Maße dazu beitragen, den Personenwirtschaftsverkehr in Ausmaß, Art und Intensität besser zu beschreiben. Dabei trägt die Zerlegung der Entscheidungssituationen, die das Verkehrsverhalten von Unternehmen beeinflussen, in Teilsysteme zur Komplexitätsreduzierung bei. Zwar nimmt das Wissen über das Gesamtsystem entlang der Entscheidungshierarchie von der strategischen zur operativen Ebene hin ab, die Inhalte werden aber kleinteiliger und spezialisierter. Dies kann einen Grund dafür darstellen, warum einige Strukturvariablen, die auf der strategischen Ebene angeordnet sind, sich nur schwer eignen, das Verhalten aller Teilsysteme auf der unteren Ebene gleichermaßen zu erklären. Entscheidungen der oberen Ebenen können die Strukturen auf der operativen Ebenen jedoch auch so beeinflussen, dass je weiter oben eine initiierte Maßnahme greift, sie umso nachhaltiger im Gesamtsystem Unternehmen ist.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass im Personenwirtschaftsverkehr viele Gruppen bzw. Gruppierungen existieren können. Der in bisherigen Veröffentlichungen verfolgte Ansatz, Fahrprofile auf Grundlage nur einer Gruppierung und dementsprechend einer begrenzten Anzahl an Merkmalen beschreiben zu wollen, greift zu kurz. Vielmehr scheinen sich im Personenwirtschaftsverkehr ganzheitliche Mobilitätsmuster von Unternehmen als Betrachtungseinheit anzubieten, die auf Entscheidungen in Unternehmen und teilweise der Fahrzeugnutzer zurückzuführen sind. Wie die identifizierten Mobilitätsmuster zeigen, sind diese vor allem durch Entscheidungen über die Eigenschaften der Fahrzeuge, deren Einsatz sowie

die vorgelagerten unternehmerischen Entscheidungen geprägt. Unternehmerische Entscheidungen sind direkte Entscheidungen der Leistungserbringung, beispielsweise über den Fahrtzweck und die Fahrtziele, die vor allem durch strategische Unternehmensentscheidungen über die Ausrichtung der Organisation, deren Tätigkeitsprofil und räumlichen Interaktionsgebiet geprägt sind. Über das Tätigkeitsprofil des Unternehmens werden auch die grundsätzlichen Fahrzeiten bestimmt. Entscheidungen über das eingesetzte Fahrzeug und die Fahrzeugnutzung, wie beispielsweise die Haltedauer und die Antriebsart oder die Fahrzeugnutzung, bestimmen auf der taktischen Ebene das Mobilitätsverhalten von Unternehmen.

Bei der politisch-planerischen Maßnahmengestaltung müssen folglich die unterschiedlichen Entscheidungs- und Entstehungsebenen von Verkehr sowie ihre jeweilige Bedeutung für die Mobilitätsmuster berücksichtigt werden. Dabei ist wichtig zu beachten, welche Variablen in dem bestimmten Kontext abzufragen sind und mit welcher Kombination von Variablen welche Aussage abzuleiten ist. Hier kann das im Rahmen der Arbeit entwickelte, auf Entscheidungen basierende morphologische Beschreibungsmodell, Anhaltspunkte liefern, um so wenig wie nötig, aber dennoch so viel wie möglich zur Erklärung des Personenwirtschaftsverkehrs abzufragen. Dann besteht die Möglichkeit, mit Hilfe der vorgelagerten Entscheidungen das nachgelagerte Verkehrsverhalten gezielt zu beeinflussen.

Für die allgemeine Maßnahmensetzung gilt, dass Maßnahmen leichter gegenüber Betroffenen zu argumentieren und durchzusetzen sind, wenn sie alle betreffen und nicht einzelfallbezogen sind. So konnten schon vor Jahren von Sonntag et al. (1996) Maßnahmenempfehlungen, beispielsweise zur Verlagerung von Fahrten im Personenwirtschaftsverkehr auf den ÖPNV gegeben werden und dennoch ist der Pkw-Anteil konkurrenzlos hoch. Folglich besteht weiterer Bedarf in der zielgruppengerechten Maßnahmenimplementierung.

9.4 Limitationen der Arbeit

Forschungen zum Personenwirtschaftsverkehrssystem unterliegen, insbesondere aufgrund des soziotechnischen Charakters des Forschungsgegenstands und seiner nach wie vor Neuartigkeit, Limitationen.

Die empirische Untersuchung wurde durch folgende Restriktionen determiniert. Die Empirie wurde im Rahmen eines Forschungsvorhabens gewonnen. Zwar wurde bei der Stichprobe darauf geachtet, Unternehmen aller sozioökonomischen Gruppen zu erfassen, Grundgesamtheit waren aber nicht alle Hamburger Unternehmen, sondern alle Unternehmen, die freiwillig an dem Forschungsvorhaben teilgenommen haben, mindestens ein batterieelektrisches Fahrzeug über das Projekt eingesetzt und damit grundsätzlich eine Affinität der Elektromobilität gegenüber mitgebracht haben. Alle Unternehmensgrößen sind in etwa gleich stark vertreten, da aber große Unternehmen zumeist auch größere Fuhrparks haben und dementsprechend mehr Fahrzeuge in die Empirie eingebracht haben, sind große Fuhrparks vergleichsweise überrepräsentiert. Darüber hinaus konnten Fahrzeuge im Rahmen der Fuhrparkerfassung als Gruppen angelegt werden, wenn alle Fahrzeug- und Nutzungsmerkmale übereinstimmten. Diese Gruppen wurden für die Analyse wiederum aufgelöst, was besonders bei großen Gruppen zu vielen gleichen Merkmalsausprägungen führte. Der große Anteil gleicher Werte kann zu formeller Irrelevanz von Variablen innerhalb des Clustervorgangs führen. Je größer allerdings die Stichprobe, desto stärker wird dieser Fehler relativiert. Bei kleinen Clustern kann dies jedoch zu Überinterpretationen führen, weswegen die Möglichkeit eines Gruppeneinflusses bei der Interpretation stets berücksichtigt wurde. Dieses Vorgehen wurde innerhalb der Projektgruppe diskutiert. Zum einen stellte sich das Anlegen von Gruppen als ein wichtiger Erfolgsfaktor für die gewonnene Größe der Stichprobe heraus. Zum anderen ist aber für eine realitätsnahe Abbildung des Personenwirtschaftsverkehrs eine Gruppenauflösung unvermeidbar. Schließlich wurde bei jedem erfassten Fahrzeug davon ausgegangen, dass es sich wie von den Unternehmen angegeben, im Hamburger Personenwirtschaftsverkehr bewegt.

Bei der Ausgestaltung des Fragebogens konnte nicht nur den forschungsleitenden Fragestellungen gefolgt werden. Da das Forschungsvorhaben die Substitution thermischer durch batterieelektrische Fahrzeuge zum

Gegenstand hatte, wiesen folglich auch die abgefragten Variablen inhaltliche Bezüge dazu auf. Dadurch lassen sich die Ergebnisse dieser empirischen Forschungsarbeit, unter Berücksichtigung des technischen Fortschritts, zwar sehr gut für die Ausgestaltung von Maßnahmen nutzen, die speziell batterieelektrische Fahrzeuge betreffen, allerdings konzentriert sich die Fragebogenerhebung auf Angaben zu den Fahrzeugen, zum Fahrzeugeinsatz und zur Organisation und war als Einmalerhebung angelegt. Das konkrete zeitlich-räumliche Verkehrsverhalten sowie Änderungen in den Verhaltensweisen der Befragten wurden nicht berücksichtigt. Es war ressourcenbedingt nicht möglich, Daten zur zeitlichen Verteilung der Fahrzeugeinsätze, beispielsweise durch Verkehrszählungen, zu erheben.

Neben den in Kapitel 7.1.2 genannten methodischen Rahmenbedingungen der Clusteranalyse, wie der Abhängigkeit der Parameterauswahl und dem Algorithmus, ist an dieser Stelle noch auf weitere Limitationen der Gruppierung hinzuweisen. Die Zuweisung in Cluster ist grundsätzlich immer von der Stichprobe abhängig und ist darüber hinaus nur eingeschränkt gültig. Die empirischen Gewichte hängen von der Verteilung der Fahrzeuge in den Klassifikationsvariablen ab, was zu Schwierigkeiten beim Vergleich unterschiedlicher Untersuchungspopulationen führen kann (Bacher 1989, S. 113). Dieser methodische Fakt begrenzt die Ergebnisse zunächst regional, der Vorteil der vorliegenden Stichprobe ist allerdings ihre Größe, was die Einschränkung in der Übertragbarkeit wiederum relativiert. Letztlich ist die Anzahl der berichteten Fahrzeuge aus der WaS-Fuhrparkerfassung deutlich größer als die der amtlichen Statistik für Hamburg aus der KiD 2010 (Wermuth et al. 2012a, S. 44).

Die Datenreduktion zu Gruppen und die damit verbundene Verkürzung des ursprünglichen Verhaltens führt unvermeidlich zu Einschränkungen in den Verhaltenssensitivitäten, was bei Verwendung der Gruppen berücksichtigt werden muss. Dies zeigt sich bei den metrischen Variablen durch teilweise hohe Abweichungen vom Mittelwert, wie auch aus ähnlichen Untersuchungen zum Mobilitätsverhalten bekannt ist. Um die Charakterisierung von Verhalten aber auf ein handhabbares Maß verkürzen zu können, wird diese Einschränkung bewusst in Kauf genommen. So wird die Fahrleistung der einzelnen Fahrzeuge durch die Aggregation gegebenenfalls verkürzt dargestellt, was aber durch die gewählte Gruppenanzahl versucht wurde auszugleichen.

Die Methodik zur Fragebogengestaltung empfiehlt, bei Erhebungen solche Fragen in Blöcken zusammenzufassen, die auch inhaltlich zusammenpassen, da nachweislich Antworten von Frageblöcken stärker miteinander korrelieren als getrennte Fragen. Dies macht allerdings die Bewertung der Ursächlichkeit der Korrelationen schwieriger. So können als Beispiel hier die durchschnittliche und maximale Tagesfahrleistung der durchgeführten Erhebung genannt werden, die offensichtlich inhaltlich verwandt sind und deswegen in einem Fragenblock abgefragt wurden. Ob die Korrelation aber vielleicht genau dadurch verstärkt wurde, da die Interviewten die Sinnhaftigkeit ihrer Antworten aufeinander abgleichen, ist nicht nachvollziehbar. Sowieso können die inhaltlichen Sinnzusammenhänge bei qualitativem Datenmaterial differenzierter und umfassender als bei standardisierten Daten analysiert werden und Hypothesen leichter entwickelt werden, da sich die Befragten zu bestehenden Zusammenhängen explizit und ausführlich äußern können. Die Unterschiedlichkeit in den Mobilitätsmustern hätte auf Grundlage von qualitativen Erhebungen gegebenenfalls in anderer Detailtiefe hinterfragt werden können. Die selbe Stichprobengröße wäre dann aber nur mit sehr hohem Aufwand zu erzielen gewesen. Schon die hier gewählte Form der Fragebogenerhebung hat viele Nachfassaktionen in Form von Telefoninterviews notwendig werden lassen, wodurch die große Datengrundlage überhaupt erst ermöglicht wurde. Folglich führen die Erkenntnisse aus der Empirie dazu, dass den Schwierigkeiten in der Datenerhebung, was besonders im Personenwirtschaftsverkehr ein Dilemma darstellt, mit einem Methodenmix entgegengetreten werden sollte (vergleiche u.a. Flämig et al. 2019a).

9.5 Weiterer Forschungsbedarf

Die vorliegende Arbeit konnte aufgrund von begrenzten zeitlichen und finanziellen Ressourcen nicht alle offenen Fragen auf dem Gebiet des Personenwirtschaftsverkehrs klären. Vielmehr hat der Forschungsgang an unterschiedlichen Stellen weiteren Forschungsbedarf aufgedeckt.

Dieser beginnt bereits bei einem gemeinsamen Verständnis des Wirtschaftsverkehrs und seinen Teilbereichen, in die er untergliedert werden kann. Hier ist zwingend eine einheitliche und ganzheitliche Systemdefinition erforderlich. Erst durch eine größere Kenntnis des Systems werden

detailliertere Zusammenhänge sichtbar, wie beispielsweise der Terminal- und Werkverkehr mit Fahrzeugen kleiner 3,5 t zGG. Je nach Forschungsinteresse sind die Systemgrenzen in den vorliegenden Arbeiten unterschiedlich gezogen. Hinzu kommt, dass Begrifflichkeiten, die durchaus auch im Personenwirtschaftsverkehrssystem Anwendung finden müssten, bereits von anderen Teilsystemen besetzt sind, sodass es im Personenwirtschaftsverkehr immer wieder zu definitorischen Schwierigkeiten kommt. So wird der Begriff des Güterverkehrs beispielsweise zumeist mit Transporten großer Ladungseinheiten verbunden, weswegen der reine Warentransport mit Fahrzeugen bis 3,5 t häufig zum Personenwirtschaftsverkehr gezählt wird, wie auch in dieser Forschungsarbeit. Ebenso fehlen klare Abgrenzungen zum privaten Berufsverkehr, sprich der tägliche Arbeitsweg, und den Kurier-Express-Paket-Diensten. Diese definitorischen Schwierigkeiten führen auch dazu, dass vorhandene Datensätze auf unterschiedlichen Systemabgrenzungen basieren und daher häufig nur eingeschränkt vergleichbar sind. Hinzu kommt, dass eine umfassende Analyse aller Fortbewegungsmöglichkeiten in der Personenwirtschaftsverkehrsforschung bisher nicht stattgefunden hat. Beispielsweise ist die Nutzung von Sharing-Angeboten oder Fahrrädern im Personenwirtschaftsverkehr nicht untersucht. Es liegt die Vermutung nahe, dass auch im Personenwirtschaftsverkehr die sich entwickelnden Mikrotransportmittel, wie Pedelecs, Möglichkeiten bieten, den Verkehr mit Kraftfahrzeugen zu verringern. Zukünftige Erhebungen müssen also nicht nur die Frage der Nutzung alternativer Verkehrsmittel, sondern auch die Anzahl und Ausgestaltung von Wegen und Fahrten und deren Determinanten erfassen.

So sind hinsichtlich der Gestaltung hin zu einem stadtverträglicheren Personenwirtschaftsverkehr – wie bereits vielfach im Bereich des Personen- und Güterverkehrs sowie bei den Lieferdiensten - neue Mobilitätsformen und Verkehrsmittel zu integrieren. Dies gilt es bei zukünftigen Erhebungen mit zu beachten. Aufgrund der systemischen Eigenschaft des Personenwirtschaftsverkehrs, bei der Wege nicht zwingend an ein (einzeln genutztes) Kfz⁸ gebunden sind, eignet sich dieser besonders für neue Mobilitätsangebote.

Es ist davon auszugehen, dass die Verkehrsplanung Mobilitätsmuster verändert. Dabei ist zu beachten, dass die Kombination von Push- und

8 Viele haushaltsnahe Dienstleistungen, wie von Pflegediensten oder Handwerkern (u.a. Schornsteinfeger), werden sogar bereits mit Lastenfahrrädern erbracht.

Pull-Maßnahmen hinsichtlich der Veränderung des Verkehrsverhaltens zugunsten des nicht motorisierten Verkehrs am wirkungsvollsten ist (Piatkowsky et al. 2019, S. 62; Flämig 2009, S. 311). So sind Push-Maßnahmen all jene, die den Pkw-Verkehr in eine Konkurrenzsituation zugunsten des Umweltverbundes setzen, während Pull-Maßnahmen die Verkehrsarten des Umweltverbundes direkt stärken. Push-Maßnahmen, die gleichzeitig Pull-Effekte erzeugen, gelten als besonders wirksam (Müller et al. 1992, S. 71).

Aus vielerlei Gründen besteht weiterhin der Bedarf nach einheitlichen empirischen Daten, um belastbare Aussagen treffen zu können. Die KiD-Studie stellt dabei einen sehr guten Ausgangspunkt dar. Eine inhaltliche und methodische Weiterentwicklung sollte vor allem um die Erhebung betrieblicher Verhaltensvariablen ergänzt werden. Zum anderen kann zumindest für die KiD 2010 Hamburg Aufstockung gesagt werden, dass die Stichprobe mit Blick auf das dienstlich und erwerbswirtschaftlich bedingte Fahrverhalten bei einer erneuten Durchführung erhöht werden müsste, da die dort abgebildeten Fahrten häufig einen privaten Zweck haben und mehr als 10 % der Fahrzeuge auf private Halter zugelassen sind. Dabei darf nicht vergessen werden, dass Mobilitätsbedürfnisse sich ständig ändern und die heutigen Notwendigkeiten für Mobilität mit denen von Morgen nicht mehr übereinstimmen müssen, wie die ersten Beispiele für eine veränderte Mobilität durch die COVID19-Pandemie im Jahr 2020 eindrucksvoll belegen.

Konkret steht auch die Analyse weiterer betrieblicher Entscheidungen noch aus. Für deren Auswahl liefert das entscheidungsbasierte Beschreibungsmodell in Abbildung 5 auf Seite 74 eine wertvolle Grundlage. So ist beispielsweise das Fahrtziel betrieblich bedingt und kann das Verkehrsverhalten beeinflussen und es ist aktuell noch offen, welchen Einfluss dieses auf die räumlichen Verflechtungsbeziehungen hat.

Neben der Analyse weiterer betrieblicher Entscheidungen könnte eine erneute Erhebung bei den selben Unternehmen der WaS-Fuhrparkerfassung weiterführende Erkenntnisse liefern. So können Verhaltensänderungen bestimmt und ein langfristiger Nutzen des vergleichsweise großen Datensatzes sichergestellt werden.

Bei der Arbeit mit homogenen Fahrzeuggruppen ist bei der Verwendung von Verhaltensdaten nach wie vor die Übertragung auf Strukturdaten eine Herausforderung. Zwar macht die nachträgliche Analyse der Evaluationsvariablen die Zuordnung des Verhaltens zu den Strukturparametern

in Form eines entsprechenden Anteils möglich, die Zuweisung ist aber mit einer gewissen Unsicherheit behaftet. Grund hierfür sind die vielen Akteure und Personen, die im Wirtschaftsverkehr involviert sind, deren Entscheidungsverhalten sehr viel komplexer ist als im privaten Kontext, weswegen sich dieser als so heterogen präsentiert. Es kann davon ausgegangen werden, dass die im Rahmen dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse zu homogenen Fahrprofilen und dahinterliegenden Mobilitätsmustern nicht abschließend sind. Zur Vorhersage des Verkehrsverhaltens von Unternehmen bzw. dessen Berechnung bedarf es einer Übertragung von Verhaltensdaten auf die Strukturdaten der Unternehmen, wie die Unternehmensgröße, die Fuhrparkgröße oder den Wirtschaftszweigabschnitt. Ein Anwendungsbeispiel hierfür ist in Rosenberger et al. (2020) zu finden, wo mit Hilfe eines Regressionsmodells (ranked logit model) auf Basis der vorliegenden Verhaltensdaten politische Szenarien des Ladeinfrastrukturausbaus analysiert werden. Dieses Modell ist in der Lage, bei Existenz der entsprechenden Strukturparameter, das Verkehrsverhalten von Unternehmen statistisch zuzuordnen.

Auch sollte in den Unternehmen selbst eine vermehrt integrierte Betrachtung der induzierten Verkehrsnachfrage erfolgen. Dabei müssen in eigener unternehmerischer Verantwortung Steuerungsmöglichkeiten auch außerhalb des eigentlichen Verkehrssystems gesucht werden. Vom jeweiligen Unternehmen wird dann Verantwortung übernommen, wenn die komplette Wertschöpfungskette betrachtet wird und nicht nur die eigene Leistungserstellung. Sofern der Betrachtungshorizont erweitert wird, wird hier Gestaltungspotential frei. Im Güter- als auch im Personenwirtschaftsverkehr könnten beispielsweise durch die Vergabe von Aufträgen an regionale Unternehmen bzw. die Akquise neuer Kunden im bisherigen Servicegebiet Fahrzeugkilometer eingespart werden.

Die vorliegende Forschungsarbeit hat auch weiteren Forschungsbedarf in Bezug auf die verhaltenswissenschaftliche Entscheidungstheorie gezeigt. Unternehmen versuchen auf Basis von Verhandlungen, beispielsweise durch langfristige Lieferverträge, ihre Umwelt berechenbar zu machen, um Unsicherheiten zu vermeiden und Prozesse zu formalisieren (Cyert und March 1995, S. 166f.). Hieraus resultiert für den Personenwirtschaftsverkehr weiterer Forschungsbedarf. Es müssen Maßnahmen entwickelt werden, die es

Organisationen ermöglichen, Unsicherheiten⁹ aufgrund neuer Rahmenbedingungen zu vermeiden ohne gleichzeitig ihren Wettbewerb einzuschränken. So könnte untersucht werden, ob Festlegungen zu Praktiken, die den gesamten Personenwirtschaftsverkehr betreffen, Unsicherheiten in Organisationen, beispielsweise bei Fuhrparkumstellungen, sinken lassen und damit Gestaltung möglich wird. Denkbar wäre an dieser Stelle die nähere Analyse von verbindlichen Rahmensetzungen, beispielsweise als Vorgaben für die Zusammensetzung der Fuhrparks, und gleichzeitig verpflichtende Berichterstattung über den Personenwirtschaftsverkehr durch alle Unternehmen. Darüber hinaus muss untersucht werden, inwiefern Unternehmen in Übergangsphasen, sprich in Phasen der Instabilität (beispielsweise während der bewusst geplanten Änderung ihres Mobilitätsverhaltens), anders wirtschaftliche Stabilität gegeben werden kann.

Darüber hinaus lässt die verhaltenswissenschaftliche Entscheidungstheorie die Vermutung zu, dass durch die Kenntnis der Rahmenbedingungen, die für eine Gruppe von Unternehmen gelten, ein Wandel im Verhalten herbeigeführt werden kann, indem die zur Verfügung stehenden Alternativen eines Entscheidungsprozesses verändert werden (Cyert und March 1995, S. 199). So können beispielsweise die routinemäßigen Inputs, die den standardisierten Entscheidungen zugrunde liegen, durch politische Entscheidungen, wie geänderte Abgaswerte oder veränderte Beschaffungs- und Betriebsrichtlinien, verändert werden. Aber auch die in die Entscheidungen einbezogenen Informationen können geändert werden. Führen dann bestehende Verhaltensweisen zu Misserfolg, würde dies wiederum die Suche nach neuen Lösungen für das Problem anregen. Dabei ist die größte Herausforderung, den Misserfolg so zu lenken, dass die Suche nach einer neuen Lösung in die Richtung des gesellschaftlich Wünschenswerten geht (Cyert und March 1995, S. 200). Für eine tatsächliche Veränderung des Verhaltens müssen die veränderten Alternativen mit einem Anreiz für die Unternehmen verbunden sein. Letztendlich hängt die Eignung einer politischen Maßnahme jedoch davon ab, wie diese im Entscheidungsprozess der Organisation berücksichtigt wird (Cyert und March 1995, S. 201). Am erfolgversprechendsten scheint es daher, die Beweggründe der Organisation für ein bestimmtes Verhalten zu

9 Unsicherheit im Rahmen des Gesamtbestrebens der Bestandssicherung.

verändern. Dies bedarf allerdings der Kenntnis über restriktive Faktoren und Alternativen im Verkehrsverhalten der Unternehmen. Dabei sind veränderte Mobilitätsmuster durch die Wirtschaftlichkeit der Verhaltensänderung limitiert. Verhaltensänderungen hin zu einem sowohl ökologisch als auch sozial nachhaltigerem Mobilitätsverhalten von Unternehmen müssen dann auch auf der politischen Ebene flankiert werden. Hier gibt es Forschungsbedarf hinsichtlich des geeigneten Maß an politischer Steuerung, den Umsetzungsbedingungen und der Wirksamkeit adäquater Mechanismen.

Literatur

- Aguilera, Anne (2008): Business travel and mobile workers.
In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 42 (8),
S. 1109–1116. DOI: 10.1016/j.tra.2008.03.005.
- Andreß, Hans-Jürgen (2001): Glossar zur Datenerhebung und
statistischen Analyse. Universität Bielefeld. Online verfügbar unter
<http://eswf.uni-koeln.de/glossar/stichwor.htm>, zuletzt geprüft am
03.09.2020.
- Bacher, Johann (1989): Einführung in die Clusteranalyse mit SPSS-X für
Historiker und Sozialwissenschaftler. In: *Historical Social Research* 14
(2), S. 6–167. DOI: 10.12759/hsr.14.1989.2.6-167.
- Bacher, Johann; Pöge, Andreas; Wenzig, Knut (2010): Clusteranalyse.
Anwendungsorientierte Einführung in Klassifikationsverfahren.
3. Auflage. München: Oldenbourg.
- Bacher, Johann; Wenzig, Knut; Vogler, Melanie (2004): SPSS TwoStep
Cluster – a first evaluation. Hg. v. Universität Erlangen-Nürnberg,
Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät, Sozialwissen-
schaftliches Institut Lehrstuhl für Soziologie. Sozialwissenschaftliches
Institut Lehrstuhl für Soziologie – Universität Erlangen-Nürnberg.
Nürnberg.
- Backhaus, Klaus; Erichson, Bernd; Plinke, Wulff; Weiber, Rolf (2016):
Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte
Einführung. 14. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.
Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-46076-4>.
- Baecker, Dirk (2012): Organisation als System. Aufsätze. 4. Auflage.
Frankfurt am Main: Suhrkamp (Suhrkamp-Taschenbuch
Wissenschaft, 1434).
- Barnard, Chester I. (1938): The functions of the executive.
30. anniversary edition with an introduction by Kenneth R. Andrews.
Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press.
- Becker, Howard (1968): Through Values to Social Interpretation.
Essays on Social Contexts, Actions, Types, and Prospects.
New York: Greenwood Press.

- Beckmann, Klaus (2001): Mobilität.
In: Gerhard Mehlhorn (Hg.): Verkehr. Straße, Schiene, Luft.
Berlin: Ernst (Der Ingenieurbau), S. 87 – 106.
- Berger, Ulrike; Bernhard-Mehlich, Isolde (2002): Die Verhaltens-
wissenschaftliche Entscheidungstheorie.
In: Alfred Kieser (Hg.): Organisationstheorien. 5. Auflage.
Stuttgart: Kohlhammer Verlag, S. 133 – 168.
- Bhat, Chandra R.; Koppelman, Frank S. (1999): A retrospective
and prospective survey of time-use research. In: *Transportation* 26 (2),
S. 119 – 139. DOI: 10.1023/A:1005196331393.
- Bireselioglu, Mehmet Efe; Demirbag Kaplan, Melike; Yilmaz,
Barbara Katharina (2018): Electric mobility in Europe:
A comprehensive review of motivators and barriers in decision
making processes. In: *Transportation Research Part A: Policy and
Practice* (109), S. 1 – 13. DOI: 10.1016/j.tra.2018.01.017.
- Bortz, Jürgen; Schuster, Christof (2010): Statistik für Human- und
Sozialwissenschaftler. 7., vollständig überarbeitete und erweiterte
Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg
(Springer-Lehrbuch).
- Bourier, Günther (2014): Beschreibende Statistik. Praxisorientierte
Einführung; mit Aufgaben und Lösungen. 12. Auflage.
Wiesbaden: Springer Gabler.
- Bretzke, Wolf-Rüdiger; Barkawi, Karim (2012): Nachhaltige Logistik.
Antworten auf eine globale Herausforderung. 2. Aufl. 2012. Berlin,
Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Brög, Werner; Winter, Gerhard (1990): Untersuchungen zum Problem
der „non-reported-trips“ zum Personen-Wirtschaftsverkehr
bei Haushaltsbefragungen. Forschungsbericht aus dem Forschungs-
programm des Bundesministers für Verkehr und der Forschungs-
gesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. Hg. v. Bundes-
minister für Verkehr Abteilung Straßenbau. Bonn-Bad Godesberg
(Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, 593).

- Bülow, Robert (1996): Faktoren- und Clusteranalyse. Zwei multivariate statistische Analyseverfahren am Beispiel der Hauptkomponentenanalyse des Clusterverfahrens nach Ward und der K-Means-Methode; eine anwendungsorientierte Einführung mit SPSS anhand zweier idealtypischer Beispiele. Bochum: Fakultät für Sozialwissenschaften, Ruhr-Universität Bochum (Diskussionspapiere aus der Fakultät für Sozialwissenschaft, Ruhr-Universität Bochum).
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hg.) (2014): Aktionsprogramm Klimaschutz 2020. Berlin.
- Cohen, Jack (1988): Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd edition. Hillsdale (New Jersey): Lawrence Erlbaum Associates.
- Cooper, Harris M. (1988): Organizing Knowledge Syntheses: A Taxonomy of Literature Reviews. In: *Knowledge in Society 1 (1)*, S. 104 – 126.
- Cyert, Richard M.; March, James G. (1995): Eine verhaltenswissenschaftliche Theorie der Unternehmung. 2. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Davydenko, Igor (2015): Logistics Chains in Freight Transport Modelling. Dissertation. Delft University of Technology, Delft.
- Deneke, Kai (2004): Nutzungsorientierte Fahrzeugkategorien im Straßenwirtschaftsverkehr. Eine multidimensionale Analyse kraftfahrzeugbezogener Mobilitätsstrukturen. Dissertation. Technische Universität Braunschweig, Aachen.
- Diekmann, Andreas (2008): Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen. 11. Auflage. Reinbek: Rowohlt Taschenbuch Verlag (Rororo Rowohlts Enzyklopädie, 55678).
- Eisenführ, Franz; Weber, Martin (2003): Rationales Entscheiden. 4. Auflage. Berlin: Springer.
- Enquete-Kommission (1994a): Die Industriegesellschaft gestalten- Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt-Bewegungskriterien und Perspektiven für umweltverträgliche Stoffkreisläufe in der Industriegesellschaft“ des Deutschen Bundestages.
- Enquete-Kommission (1994b): Mobilität und Klima. Wege zu einer klimaverträglichen Verkehrspolitik. Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages. Bonn.

- Faulbaum, Frank; Prüfer, Peter; Rexroth, Margrit (2009): Was ist eine gute Frage? Die systematische Evaluation der Fragenqualität. 1. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften/GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-91441-1>, zuletzt geprüft am 14.09.2020.
- Fieltch, Patrick; Flämig, Heike; Rosenberger, Kerstin (2020): Analysis of charging behavior when using battery electric vehicles in commercial transport. In: *Transportation Research Procedia* (46), S. 181 – 188. DOI: 10.1016/j.trpro.2020.03.179.
- Finanzbehörde Organisation und Zentrale Dienste (Hg.) (2015): Allgemeine Kraftfahrzeugbestimmungen der Freien und Hansestadt Hamburg vom 1.8.2014. (in der Fassung vom 1.1.2015). Hamburg.
- Flämig, Heike (2004): Wirtschaftsverkehrssysteme in Verdichtungsräumen. Empirische Analysen, Umsetzungsprozesse, Handlungsempfehlungen. Hamburg: European Centre for Transportation and Logistics, Technische Universität Hamburg-Harburg.
- Flämig, Heike (2008): Logistik und Güterverkehr: Strukturwandel, Systemrenitenz und Nachhaltigkeit. In: *Zeitschrift für Stadt-, Regional- und Landesentwicklung*, S. 68 – 85.
- Flämig, Heike (2009): Nachhaltiger Wirtschaftsverkehr. In: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hg.): Urbane Mobilität. Verkehrsforschung des Bundes für die kommunale Praxis. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW (Direkt, 65), S. 303 – 319.
- Flämig, Heike; Elmas, Yasin; Matt, Christian; Rosenberger, Kerstin; Waßmann-Krohn, Christiane; Wolff, Jutta (2017): Wirtschaft am Strom: Beschreibung des Hamburger Wirtschaftsverkehrs durch Befragung von Projektorganisationen: Steckbriefe. Ein Teilergebnis des Verbundvorhabens Wirtschaft am Strom (BMVI-FKZ o3EMo2o1B) der Technischen Universität Hamburg-Harburg. Technische Universität Hamburg, Institut für Verkehrsplanung und Logistik. Hamburg (ECTL Working Paper, 49b).

- Flämig, Heike; Elmas, Yasin; Matt, Christian; Rosenberger, Kerstin; Waßmann-Krohn, Christiane; Wolff, Jutta (2020): Wirtschaft am Strom: Beschreibung des Hamburger Wirtschaftsverkehrs durch Befragung von Projektorganisationen. Ein Teilergebnis des Verbundvorhabens Wirtschaft am Strom (BMVI-FKZ o3EMo2o1B) der Technischen Universität Hamburg-Harburg. 2. Auflage. Technische Universität Hamburg, Institut für Verkehrsplanung und Logistik. Hamburg (ECTL Working Paper, 49a).
- Flämig, Heike; Fieltsch, Patrick; Matt, Christian; Rosenberger, Kerstin; Steffen, Marcel (2019a): Mobility behavior of companies in urban areas: a triangulation approach to explore the potential for battery electric vehicle. In: Ralf Elbert, Christian Friedrich, Manfred Boltze und Hans-Christian Pfohl (Hg.): Urban Freight Transportation Systems, S. 239 – 251.
- Flämig, Heike; Lunkeit, Sandra; Rosenberger, Kerstin; Wolff, Jutta (2019b): Enlarging the scale of BEVs through environmental zoning to reduce GHG emissions: A case study for the city of Hamburg. In: *Research in Transportation Business & Management*, S. 100418. DOI: 10.1016/j.rtbm.2019.100418.
- Flämig, Heike; Rosenberger, Kerstin (2019): Identifying behaviourally homogenous groups in commercial traffic with vehicles under 3,5t total weight by using cluster analysis. In: Ralf Elbert, Christian Friedrich, Manfred Boltze und Hans-Christian Pfohl (Hg.): Urban Freight Transportation Systems.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (Hg.) (2020): Begriffsbestimmungen für das Straßen- und Verkehrswesen. Querschnittsausschuss Begriffsbestimmungen. Köln.
- Freie und Hansestadt Hamburg (Hg.) (2017): Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft. Mobilität in Hamburg - Ziele. Drucksache 21/7748.
- Freie und Hansestadt Hamburg Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation (o.J.): Mobilität in Hamburg. Die Ziele. Leitbild und Handlungsziele der Verkehrsentwicklungsplanung in Hamburg.
- Friedrich, Hanno (2010): Simulation of logistics in food retailing for freight transportation analysis. Dissertation. Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe. Fakultät für Wirtschaftswissenschaften.

- Friedrich, Markus; Haupt, Thomas; Noekel, Klaus (2003): Freight Modelling: Data Issues, Survey Methods, Demand and Network Models. In: *Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (Hg.): 10th International Conference on Travel Behaviour Research*. Luzern.
- Gather, Matthias; Kagermeier, Andreas; Lanzendorf, Martin (2008): Geographische Mobilitäts- und Verkehrsforschung. Mit 24 Tabellen. Berlin: Borntraeger (Studienbücher der Geographie).
- Grill, Gerd (1993): Meyers neues Lexikon. In 10 Bänden. Mannheim: Meyers Lexikonverlag.
- Häder, Michael (2015): Empirische Sozialforschung. Eine Einführung. 3. Auflage. Wiesbaden: Springer VS. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-19675-6>.
- Harris, Chioke B.; Webber, Michael E. (2014): An empirically-validated methodology to simulate electricity demand for electric vehicle charging. In: *Applied Energy* 126, S. 172 – 181. DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.03.078.
- Hebes, Paul (2011): Die Rolle von Unternehmen beim Verkehrsverhalten im Personenwirtschaftsverkehr. Dissertation. Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät II.
- Hebes, Paul; Menge, Julius; Lenz, Barbara (2013): Service-related traffic. An analysis of the influence of firms on travel behaviour. In: *Transport Policy* 26, S. 43 – 53. DOI: 10.1016/j.tranpol.2011.10.003.
- Hempel, Carl G.; Oppenheim, Paul (1936): Der Typusbegriff im Lichte der neuen Logik. Wissenschaftstheoretische Untersuchungen zur Konstitutionsforschung und Psychologie. Leiden: Sijthoff's Uitgeversmaatschappij N.V.
- Hesse, Markus (1998): Wirtschaftsverkehr, Stadtentwicklung und politische Regulierung. Zum Strukturwandel in der Distributionslogistik und seinen Konsequenzen für die Stadtplanung. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik (Difu-Beiträge zur Stadtforschung, 26).
- Hunt, John Douglas; Stefan, K. J.; Brownlee, A. T.; McMillan, J. D.P.; Farhan, A.; Tsang, K. et al. (2004): A commercial movement modelling strategy for Alberta's major cities (Proceedings of the 2004 Annual Conference of the Transportation Association of Canada).

- Ihde, Gösta Bernd (1991): Transport, Verkehr, Logistik. Gesamtwirtschaftliche Aspekte und einzelwirtschaftliche Handhabung. 2. Auflage. München: Vahlen (Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften).
- Kallus, K. Wolfgang (2016): Erstellung von Fragebogen: UTB GmbH.
- Kaufman, Leonard; Rousseeuw, Peter J. (2005): Finding groups in data. An introduction to cluster analysis. New York: Wiley.
- Kawamura, Kazuya; Mohammadian, Abolfazl; Samimi, Ammir; Pourabdollahi, Zahra; Klekotka, Meredith (2011): Development of a Freight Policy Analysis Tool for Northeastern Illinois and the United States. Freight Activity Microsimulation Estimator. Urban Transportation Center. The University of Illinois Chicago.
- Kelle, Udo; Kluge, Susann (2010): Vom Einzelfall zum Typus. Fallvergleich und Fallkontrastierung in der qualitativen Sozialforschung. 2. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-92366-6>.
- Kieser, Alfred; Ebers, Mark (Hg.) (2019): Organisationstheorien. 6. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Kluge, Susann (1999): Empirisch begründete Typenbildung. Zur Konstruktion von Typen und Typologien in der qualitativen Sozialforschung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-322-97436-5>.
- Kluge, Susann (2000): Empirisch begründete Typenbildung in der qualitativen Sozialforschung. In: *Forum: Qualitative Sozialforschung* 1 (1).
- Knahl, Tobias; Sommer, Christoph (2013): Einsatzpotenziale für Elektrofahrzeuge in der Hamburger Wirtschaft. Ergebnisse einer Unternehmensbefragung und Handlungsempfehlungen. Hg. v. Handelskammer Hamburg.
- Kosfeld, Reinhold; Eckey, Hans-Friedrich; Türck, Matthias (2016): Deskriptive Statistik. Grundlagen – Methoden – Beispiele – Aufgaben. 6. Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-13640-6>.
- Kraftfahrt-Bundesamt (Hg.) (2011): Fahrzeugzulassungen (FZ). Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Haltern, Wirtschaftszweigen 1. Januar 2011 (FZ 23). Flensburg.

- Kraftfahrt-Bundesamt (Hg.) (2016): Fahrzeugzulassungen (FZ). Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Haltern, Wirtschaftszweigen 1. Januar 2016 (FZ 23). Flensburg.
- Kraftfahrt-Bundesamt (Hg.) (2020): Fahrzeugzulassungen (FZ). Bestand an Personenkraftwagen und Krafträdern nach Umwelt-Merkmalen. 1. Januar 2020. (FZ 13). Flensburg.
- Kummer, Sebastian; Badura, Felix (2010): Einführung in die Verkehrswirtschaft. 2. Auflage. Wien: Facultas Verlag (UTB Betriebswirtschaftslehre, 8336).
- Kurani, Kenneth S.; Turrentine, Tom; Sperling, Daniel (1994): Demand for electric vehicles in hybrid households: an exploratory analysis. In: *Transport Policy* 1 (4), S. 244 – 256. DOI: 10.1016/0967-070X(94)90005-1.
- Kuß, Alfred; Wildner, Raimund; Kreis, Henning (2018): Marktforschung. Datenerhebung und Datenanalyse. 6. Auflage: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Kutter, Eckhard (1972): Demographische Determinanten städtischen Personenverkehrs. Dissertation. Technische Universität Braunschweig, Braunschweig. Institut für Stadtbauwesen.
- Lang, Patrick; Franke, Jürgen (2014): Datenanalyse. In: Helmut Neunzert und Dieter Prätzel-Wolters (Hg.): *Mathematik im Fraunhofer-Institut. Problemgetrieben – Modellbezogen – Lösungsorientiert*. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 65 – 84.
- Lazarsfeld, Paul (1937): Some Remarks on the Typological Procedures in Social Research. In: *zeitschrift für Sozialforschung* (6).
- Lebeau, Philippe; Macharis, Cathy; van Mierlo, Joeri (2019): How to Improve the Total Cost of Ownership of Electric Vehicles: An Analysis of the Light Commercial Vehicle Segment. In: *WEVJ* (10). DOI: 10.3390/wevj10040090.
- Leerkamp, Bert; Dahmen, Benjamin; Vollmer, Reiner; Janßen, Theo (2013): Datenanforderungen an die Weiterentwicklung kleinräumiger Verkehrsnachfragemodelle des Wirtschaftsverkehrs. Schlussbericht. Forschungsbericht FE-Nr.: 70.0851/10.
- Lenhard, Wolfgang; Lenhard, Alexandra (2016): Berechnung von Effektstärken. Berlin. Online verfügbar unter <http://lindaregber.com/effekt-berechnen-interpretieren/>, zuletzt geprüft am 03.09.2020.

- Liedtke, Gernot; Friedrich, Hanno (2012): Generation of logistics networks in freight transportation models. In: *Transportation* 39 (6), S. 1335 – 1351. DOI: 10.1007/s11116-012-9386-9.
- Lohse, Dieter; Schnabel, Werner; Schnabel-Lohse (2011): Verkehrsplanung. 3. Auflage. Berlin, Bonn: Beuth; Kirschbaum (Studium, 2).
- Lopes, Mafalda Mendes; Moura, Filipe; Martinez, Luis M. (2014): A rule-based approach for determining the plausible universe of electric vehicle buyers in the Lisbon Metropolitan Area. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 59, S. 22 – 36. DOI: 10.1016/j.tra.2013.09.009.
- Löwa, Sonja; Flämig, Heike (2011): Integration of logistics strategies in urban transport models (Conference proceedings, 4th METRANS National Urban Freight Conference 2011, Long Beach (USA)).
- Luhmann, Niklas (1995): Funktionen und Folgen formaler Organisation. Mit einem Epilog 1994. 4. Aufl. Berlin: Duncker & Humblot (Schriftenreihe der Hochschule Speyer, Bd. 20).
- Maas, Rainer-Michael (1980): Modelltheoretische Ansätze. In: Rainer-Michael Maas (Hg.): Absatzwege. Konzeption u. Modelle. Wiesbaden: Gabler (Neue betriebswirtschaftliche Forschung, 15), S. 134 – 233.
- Machledt-Michael, Sonja (2000): Fahrtenkettenmodell für den städtischen und regionalen Wirtschaftsverkehr. Dissertation. Technische Universität Braunschweig, Braunschweig. Institut für Verkehr und Stadtbauwesen. Aachen: Shaker.
- Mallapragada, Dharik S.; Duan, Gang; Agrawal, Rakesh (2014): From shale gas to renewable energy based transportation solutions. In: *Energy Policy* 67, S. 499 – 507. DOI: 10.1016/j.enpol.2013.12.056.
- Manheim, Marvin L. (1980): Fundamentals of transportation systems analysis. 3. edition. Cambridge (Massachusetts): MIT Press (MIT Press series in transportations studies, 4).
- March, James G.; Simon, Herbert A. (1987): Organisation und Individuum. Menschliches Verhalten in Organisationen. Wiesbaden (Führung, Strategie, Organisation, 3).
- Matt, Christian (2018): Elektromobilität: Kriterien und Treiber betrieblicher Mobilitätsentscheidungen. Dissertation. Technische Universität Hamburg-Harburg, Hamburg. Institut für Verkehrsplanung und Logistik.

- Meisel, Stephan; Merfeld, Tanja (2018): Economic incentives for the adoption of electric vehicles: A classification and review of e-vehicle services. In: *Transportation Research Part D: Transport and Environment* (65), S. 264 – 287. DOI: 10.1016/j.trd.2018.08.014.
- Menge, Julius (2010): Herausforderungen und Lösungsansätze beim Aufbau synthetischer Wirtschaftsstrukturen in Verkehrsnachfragemodellen. In: Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft e.V. (Hg.): DVWG Symposium. Qualitätsanforderungen an Verkehrsnachfragemodelle. Berlin, 25./26. März.
- Milligan, Glenn W. (1996): Clustering validation: Results and implications for applied analyses. In: Phipps Arabie (Hg.): Clustering and classification. Singapore: World Scientific, S. 341 – 375.
- Mittag, Hans-Joachim (2017): Statistik. Eine Einführung mit interaktiven Elementen. 5. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Müller, Peter; Schleicher-Jester, Frank; Schmidt, Marie-Pascale; Topp, Hartmut (1992): Konzepte flächenhafter Verkehrsberuhigung in 16 Städten. Hg. v. Universität Kaiserslautern (Grüne Reihe 24 des Fachgebietes Verkehrswesen der Universität Kaiserslautern zusammen mit dem Umweltbundesamt).
- Pfohl, Hans-Christian (2010): Logistiksysteme. Betriebswirtschaftliche Grundlagen. 8. Auflage. Berlin: Springer.
- Piatkowsky, Daniel; Marshall, Wesley; Krizek, Kevin (2019): Carrots versus Sticks: Assessing Intervention Effectiveness and Implementation Challenges for Active Transport. In: *Journal of Planning Education and Research* 39 (1), S. 50 – 64.
- Porst, Rolf (1996): Fragebogenerstellung. In: Hans Goebel, Peter H. Nelde, Zdeněk Starý und Wolfgang Wölck (Hg.): Kontaktlinguistik. Ein internationales Handbuch zeitgenössischer Forschung. Berlin: de Gruyter (Handbücher zur Sprach- und Kommunikationswissenschaft / HSK], 12.1), S. 737 – 744.
- Porst, Rolf (2000): Praxis der Umfrageforschung. 2. Auflage. Stuttgart: Teubner (Teubner Studienskripten zur Soziologie, 126).
- Rasch, Björn; Friese, Malte; Hofmann, Wilhelm; Naumann, Ewald (2014): Quantitative Methoden 2. Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler. 4. Auflage. Berlin: Springer.

- Reinecke, Jost (2014): Grundlagen der standardisierten Befragung.
In: Nina Baur und Jörg Blasius (Hg.): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer VS, S. 601 – 617.
- Rijnsoever van, Frank J.; Hagen, Paul; Willems, Mandy (2013): Preferences for alternative fuel vehicles by Dutch local governments.
In: *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 20, S. 15 – 20. DOI: 10.1016/j.trd.2013.01.005.
- Rosenberger, Kerstin; Flämig, Heike (2020): Literaturanalyse zum Personenwirtschaftsverkehr: Erkenntnisgegenstände, empirische Grundlagen und Bestimmungsfaktoren. Technische Universität Hamburg, Institut für Verkehrsplanung und Logistik. Hamburg (ECTL Working Paper, 52).
- Rosenberger, Kerstin; Friedrich, Hanno; Tapia Rodrigo (2020): Linking travel patterns and electric mobility – Shaping the transition for Hamburg. In submission.
- Rousseuw, Peter J. (1987): Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20, 53 – 65. In: *Journal of Computational and Applied Mathematics* 20, S. 53 – 65. DOI: 10.1016/0377-0427(87)90125-7.
- Routhier, Jean-Louis; Toilier, Florence (2007): FRETURB V3, A Policy Oriented Software of Modelling Urban Goods Movement. 11th WCTR, Berkeley (California), USA.
- Schendera, Christian F. G. (2010): Clusteranalyse mit SPSS. Mit Faktorenanalyse. München: Oldenbourg (Wirtschaftsmathematik- und Statistik 8 2011).
- Schnell, Rainer (2012): Survey-Interviews. Methoden standardisierter Befragungen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften Springer Fachmedien GmbH.
- Scholze-Stubenrecht, Werner (1999): Duden. Das große Wörterbuch der deutschen Sprache; in zehn Bänden. 3. Auflage. Mannheim: Dudenverlag.
- Schütte, Franz Peter (1997): Mobilitätsprofile im städtischen Personenwirtschaftsverkehr. Berlin: IÖW (Schriftenreihe des IÖW, 110).

- Schwerdtfeger, Wilfried (1976): Städtischer Lieferverkehr Bestimmungsgründe, Umfang und Ablauf des Lieferverkehrs von Einzelhandels- und Dienstleistungsbetrieben. Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbauwesen. TU Braunschweig, Braunschweig.
Institut für Stadtbauwesen.
- Simon, Herbert Alexander (1976): Administrative behavior. A study of decision-making processes in administrative organization. New York: Free Press.
- Sonntag, Herbert; Meimbresse, Bertram; Castendiek, Uwe (1996): Entwicklung eines Wirtschaftsverkehrsmodells für Städte (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, 33).
- Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (Hg.) (2019): Statistisches Jahrbuch 2018/2019. Hamburg.
- Statistisches Bundesamt (Hg.) (2017): Anzahl der Unternehmen in Hamburg nach Beschäftigtengrößenklassen und Wirtschaftszweigen im Jahr 2016. Hamburg.
- Steinmeyer, Imke (2004): Kenndaten der Verkehrsentstehung im Personenwirtschaftsverkehr. Analyse der voranschreitenden Ausdifferenzierung von Mobilitätsmustern in der Dienstleistungsgesellschaft. Dissertation. Technische Universität Hamburg-Harburg, München. Institut für Verkehrsplanung und Logistik.
- Thaller, Carina (2018): Strategische Verkehrsprognose. Rückkopplung einer Makroskopischen Extrapolation mit einer Mikroskopischen Verkehrssimulation. Dissertation. TU Dortmund.
- Tkaczynski, Aaron (2017): Segmentation Using Two-Step Cluster Analysis. In: Timo Dietrich, Sharyn Rundle-Thiele und Krzysztof Kubacki (Hg.): Segmentation in Social Marketing, Bd. 58. Singapore: Springer Singapore, S. 109 – 125.
- Trümper, Sören C. (2019): Identifikation des Potentials zur Treibhausgasreduktion durch Elektromobilität mittels methodischer Erweiterung der Planungsanalyse. Dissertation. Technische Universität Hamburg-Harburg, Hamburg.
- Uhlig, Jörg (2005): German modelling, example VISEVA-W. PTV Planung Transport Verkehr AG. Wildau.

- Wagner, Pia; Hering, Linda (2014): Online Befragung. In: Nina Baur und Jörg Blasius (Hg.): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer VS, S. 661 – 673.
- Wandel, Sten; Ruijgrok, Cees (1993): Innovation and structural changes in logistics: a theoretical framework. Belhaven Press, London (Transport and communications innovation in Europe).
- Weber, Max (1980): Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriss der verstehenden Soziologie. 5. Auflage. Tübingen: Mohr.
- Wermuth, Manfred; Neef, Christian; Löhner, Holger; Wirth, Rainer (2012a): Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland 2010 (KiD 2010). Aufstockung der bundesweiten Verkehrsbefragung für die Freie und Hansestadt Hamburg. Ergebnisbericht.
- Wermuth, Manfred; Neef, Christian; Wirth, Rainer; Hanitz, Inga; Löhner, Holger; Hautzinger, Heinz et al. (2012b): Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland 2010. (KiD 2010). Schlussbericht. Hg. v. Prof. Dr. Wermuth Verkehrsforschung und Infrastrukturplanung GmbH, Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung e.V., Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. und Kraftfahrt-Bundesamt. Braunschweig.
- Wermuth, Manfred; Neef, Christian; Wirth, Rainer; Hanitz, Inga; Löhner, Holger; Hautzinger, Heinz et al. (2012c): Mobilitätsstudie „Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland 2010“ (KiD 2010). Ergebnisse im Überblick. Hg. v. Prof. Dr. Wermuth Verkehrsforschung und Infrastrukturplanung GmbH, Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung e.V., Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. und Kraftfahrt-Bundesamt. Braunschweig.
- Wermuth, Manfred; Wirth, Rainer; Löhner, Holger; Neef, Christian; Wulff, Sven; Hautzinger, Heinz et al. (2001): Kontinuierliche Befragung des Wirtschaftsverkehrs in unterschiedlichen Siedlungsräumen. Phase 1, Methodenstudie/Vorbereitung der Befragung. Hg. v. Technische Universität Braunschweig, Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung e.V., Prof. Dr. Wermuth Verkehrsforschung und Infrastrukturplanung GmbH und Kraftfahrt-Bundesamt.

- Wermuth, Manfred; Wirth, Rainer; Neef, Christian; Löhner, Holger; Hilmer, Jörg; Hautzinger, Heinz et al. (2003): Kontinuierliche Befragung des Wirtschaftsverkehrs in unterschiedlichen Siedlungsräumen - Phase 2, Hauptstudie. (Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland – KiD 2002). Schlussbericht Band 1. Hg. v. Technische Universität Braunschweig, Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung e.V., Prof. Dr. Wermuth Verkehrsforschung und Infrastrukturplanung GmbH, Kraftfahrt-Bundesamt und Projektforschung Unternehmensberatung Transport und Verkehr. Braunschweig.
- Wiedenbeck, Michael; Züll, Cornelia (2001): Klassifikation mit Clusteranalyse: Grundlegende Techniken hierarchischer und K-means-Verfahren. Social Science Open Access Repository (SSOAR). Mannheim (GESIS-How-to, 10). Online verfügbar unter <https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/20142>, zuletzt geprüft am 14.09.2020.
- Wittwer, Rico (2014): Zwangsmobilität und Verkehrsmittellorientierung junger Erwachsener: Eine Typologisierung. Habilitationsschrift. Technische Universität Dresden, Dresden. Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr.
- Zwicky, Fritz (1959): Morphologische Forschung. Wesen und Wandel materieller und geistiger struktureller Zusammenhänge. Winterthur AG: Winterthur.

Anhang

A. Kommunikationsformen bei Befragungen	282
B. Eingabemaske des Erhebungsbogens	283
C. Verteilung der Wirtschaftszweigabschnitte in der WaS-Fuhrparkerfassung und in Hamburg im Jahr 2016	285
D. Bestand an Kraftfahrzeugen nach Wirtschaftszweigabschnitten in Deutschland und Hamburg	286
E. Prüfung auf Normalverteilung der metrischen Variablen	287
F. Variablendarstellung	289
G. Clusteranalyse mit Berücksichtigung der Variable Fahrtziel (Ort) statt Standort (7h)	290
H. Gegenüberstellung der Verteilungen in den Strukturparametern der Fahrzeuge mit wechselnden und gleichbleibenden Zielen	292
I. Weitere Fahrprofile	294

Abbildungen

Abbildung A.1:	Eingabemaske (I) der Befragung von Projektorganisationen in Hamburg – Wirtschaft am Strom	283
Abbildung A.2:	Eingabemaske (II) der Befragung von Projektorganisationen in Hamburg – Wirtschaft am Strom	284
Abbildung A.3:	Verteilung der Wirtschaftszweigabschnitte in Hamburg und dem Projekt Wirtschaft am Strom	285
Abbildung A.4:	Häufigkeitsverteilung der durchschnittlichen Tagesfahrleistung	287
Abbildung A.5:	Häufigkeitsverteilung der maximalen Tagesfahrleistung	287
Abbildung A.6:	Häufigkeitsverteilung der Haltedauer	288
Abbildung A.7:	Häufigkeitsverteilung der Anzahl an Tagen, an denen mehr als 140 km gefahren werden	288
Abbildung A.8:	Anteile der Fahrzeuge in den Wirtschaftszweigabschnitten	292
Abbildung A.9:	Anteile der Fahrzeuge entsprechend der Fuhrparkgröße	292
Abbildung A.10:	Anteile der Fahrzeuge entsprechend der Unternehmensgröße	293

Tabellen

Tabelle A.1: Kommunikationsformen bei Befragungen	282
Tabelle A.2: Bestand an Kraftfahrzeugen nach Wirtschaftszweigabschnitten in Deutschland (DE) und in der Hansestadt Hamburg (HH) zum 01.01.2011 und 01.01.2016	286
Tabelle A.3: Anzahl der Fahrzeuge je Variablenkombination	289
Tabelle A.4: Übersicht der Clusterlösungen für Fahrzeuge mit wechselnden Zielen bei Berücksichtigung der Variable Fahrtziel (Ort)	290
Tabelle A.5: Silhouettenstatistik bei 11 Clustern mit Fahrzeugen wechselnder Ziele unter Berücksichtigung der Variable Fahrtziel (Ort)	291
Tabelle A.6: Clusterprofile der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen zur dienstlichen und privaten Nutzung	294
Tabelle A.7: Clusterprofile der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen zur rein dienstlichen Nutzung	294
Tabelle A.8: Clusterprofile der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen zur dienstlich und privaten Nutzung	295

A. Kommunikationsformen bei Befragungen

Tabelle A.1: Kommunikationsformen bei Befragungen

	persönlich	telefonisch	schriftlich	online
Zeitaufwand	hoch	gering bis mittel	sehr hoch	sehr gering
Kosten	sehr hoch (Personalkosten, Fahrtkosten, Fragebogendruck, Materialien zur Datenerfassung)	mittel (Personalkosten, Fragebogendruck oder Fragebogenprogrammierung)	mittel bis niedrig (Fragebogendruck, Porto für oftmals viel mehr Fragebögen als zurück kommen, Datenerfassung)	sehr gering (Fragebogenprogrammierung)
Stichproben- größe	Klein bis mittel	Mittel bis groß	Sehr groß	Sehr groß
Einflüsse	Interviewereinfluss eventuell groß	Interviewereinfluss mittel	Kein Interviewereinfluss, Einfluss durch Dritte möglich	Kein Interviewereinfluss, Einfluss durch Dritte möglich
Verzerrungen im Rücklauf	Ausgleich möglich	Steuerbar und Ausgleich möglich	Rücklauf kaum steuerbar (Nur durch nachfassen)	Rücklauf kaum steuerbar (Nur durch nachfassen)
Daten- genauigkeit	mittel	hoch	mittel bis klein	mittel bis klein
Fragebogen- komplexität	hoch (Anwesenheit eines Interviewers erlaubt Nachfragen)	gering	gering	sehr hoch
Länge der Befragung	lang	mittel bis lang	kurz bis mittel	kurz bis mittel
(empfundene) Anonymität	gering	mittel	hoch	sehr hoch
Vorlegen von Materialien	gut möglich	nicht möglich	eingeschränkt möglich	Bei Bildmaterial gut möglich, bei Produkten nicht möglich, Incentivierung gut möglich
Qualität der Ergebnisse	vom Interviewer und Befragten abhängig	vom Interviewer und Befragten abhängig	vom Befragten abhängig	Von Befragten abhängig, teilweise Kontroll- und Steuerungsmöglichkeiten durch Programmierung

Quelle: Eigene Zusammenstellung und Erweiterung nach (Häder 2015, S. 195; Schnell 2012, 308f.)

B. Eingabemaske des Erhebungsbogens

Abbildung A.1: Eingabemaske (I) der Befragung von Projektorganisationen in Hamburg – Wirtschaft am Strom

A) Kontaktinformationen Speichern und Weiter

Name des Unternehmens:

Adresse:

AnsprechpartnerInnen (Name und Telefon/Email):

B) Allgemeine Fragen zu Ihrem Unternehmen und Fuhrpark Speichern und Weiter

1. Beschreiben Sie bitte die Leistungen/Tätigkeiten, die von Ihrem Unternehmen hauptsächlich erbracht werden:

(Beispiel: Instandhaltung von Werkzeugmaschinen beim Kunden, Herstellung von Fassern ...)

2. Welchem Wirtschaftszweig gehört das Unternehmen an?

Biete einen Wirtschaftszweig wählen:

3a. Wie viele Beschäftigte hat Ihr Unternehmen in der Metropolregion Hamburg?

insgesamt am Standort der Befragung

3b. Wie viele Fahrzeuge (unabhängig von der Antriebsart) umfasst Ihr Fuhrpark in der Metropolregion Hamburg?

insgesamt am Standort der Befragung

4. Planen Sie Fahrzeugneuschaffungen an dem befragten Standort?

Tragen Sie bitte die Anzahl der geplanten Fahrzeuge nach Fahrzeugtyp, Jahr und Kauf oder Leasing an:

Fahrzeugart	Antriebsart	2015-2016		2017-2018		2019-2020	
		Kauf	Leasing	Kauf	Leasing	Kauf	Leasing
PKW-Mini (z.B. Smart)	Elektro	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Hybrid	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Klein-Kompaktklasse (z.B. Polo/Golf)	Elektro	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Hybrid	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Mittelklasse (z.B. VW-Passat)	Elektro	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Hybrid	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Oberklasse (z.B. BMW 7er)	Elektro	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Hybrid	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kleintransporter (z.B. Renault Kangoo)	Elektro	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Hybrid	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Transporter bis 3,5 t (z.B. MB Sprinter)	Elektro	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Hybrid	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sonstige Fahrzeuge mit Angabe der Fahrzeug- und Antriebsdaten	Elektro	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Hybrid	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

5. Wie hoch schätzen Sie den zukünftigen Anteil an E-Fahrzeugen in Ihrem Fuhrpark am befragten Standort ein?

	sehr gering (kleiner 5%)	gering (5 - 10%)	mittel (10 - 30%)	hoch (30 - 50%)	sehr hoch (größer 50%)
in den nächsten zwei Jahren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
in den nächsten fünf Jahren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
in den nächsten zehn Jahren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

(In Klammern: Anteil der E-Fahrzeuge am eigenen Fuhrpark)

5a. Welche Gründe sprechen für den Einsatz von E-Fahrzeugen in Ihrem Unternehmen?

5b. Welche Hemmnisse sprechen gegen (mehr) E-Fahrzeuge in Ihrem Unternehmen?

Speichern und Weiter

C) Servicegebiet

Wo liegen Ihre Fahrziele schwerpunktmäßig?

innerhalb des Hamburger Stadtgebietes
 außerhalb des Hamburger Stadtgebietes

Falls Sie regelmäßig mindestens einmal in der Woche Fahrten innerhalb des Hamburger Stadtgebietes unternehmen, machen Sie bitte zu Ihren Fahrzielen sowie deren Häufigkeit genauere Angaben. Ein Fahrziel ist dabei der Ort, an dem eine Geschäftstätigkeit verrichtet wird.

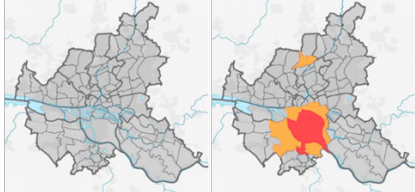
Wählen Sie dafür bitte:

- **zuerst die entsprechende Farbe** aus (rot für tägliche, orange für wöchentliche Fahrten) und
- **klicken dann auf die Stadtteile**.

Farbig markierte Stadtteile können Sie durch nochmaliges Anklicken abwählen. Der Farbwchsel erfolgt nach Anklicken der Farbe.

Eingabe

Speichern und Weiter



D) Fahrzeuge

Ein **vollständiges Bild Ihres Fuhrparks** ist eine entscheidende **Datengrundlage** für die Ermittlung des **Substitutionspotentials** und den **Ausbau der Ladeinfrastruktur**. Bitte beantworten Sie daher die Fragen für jedes einzelne Fahrzeug. Es werden Grunddaten zum Fahrzeug und zusätzlich Angaben zum Fahrzeugeneinsatz erhoben. Bitte halten Sie hierfür den **Fahrzeugschein** zu jedem Fahrzeug Ihres Fuhrparks bereit.

Um Ihnen die Eingabe zu erleichtern, haben wir nach altem und neuem Fahrzeugschein unterschieden. Die einzu tragenden **Felder** aus dem Fahrzeugschein sind **rot** markiert.

(Weiteres) Fahrzeug eingeben

— Ihre Fahrzeuge (weitere Ergänzungen noch notwendig):

— Ihre Fahrzeuge (vollständig ausgefüllt):

Fahrzeugsdaten:

0. Amtliches Kennzeichen
(Hier für Zuordnungszwecke)

1. Wählen Sie bitte zuerst die Antriebsart Ihres Fahrzeuges?

Elektro Hybrid Konventionell (Benzin oder Diesel) Sonstige (z.B. Gas)

2a. (Feld B) Datum Erstzulassung

2b. (Feld 2.1) Herstellerschlüssel

2c. (Feld 2.2) Typschlüssel

2d. (Feld 14.1) Schadstoffklasse

3. Anschaffungsjahr (z. B. "2009")

4. voraussichtliches Abloosedatum/ Leasing-Ende (z. B. "2015")

5. Auf welche Art wurde das Fahrzeug beschafft?

geleast gekauft gemietet

Quelle: (Flämig et al. 2020)

Abbildung A.2: Eingabemaske (II) der Befragung von Projektorganisationen in Hamburg – Wirtschaft am Strom

Einsatzprofil

6. Typische Fahrstrecke pro Tag (in km)

7. Maximal an einem Tag gefahrene Kilometer

9. Wie sehen die regelmäßigen Tagesstouren schematisch am ehesten aus (siehe Muster)?

Muster 1	Muster 2	Muster 3	Muster 4
maximal eine Fahrt vom Unternehmen und zurück	mehrere Fahrten vom Unternehmen und zurück	Verbindung mehrerer Ziele auf einer Tour, Unternehmen liegt innerhalb des Servicegebietes	Verbindung mehrerer Ziele auf einer Tour, Unternehmen liegt außerhalb des Servicegebietes

Muster 1 | Muster 2 | Muster 3 | Muster 4 | Ganz anders

10. Fahren Sie auf Ihren täglichen Touren dabei immer die gleichen Adressen an oder wechseln die Fahrziele?

Gleichbleibende Ziele | Wechselnde Ziele

11. Kreuzen Sie bitte an: Welche Art von Fahrzeug wird mit dem Fahrzeug überwiegend aufgesucht?

Private Haushalte
 Eigenes Unternehmen, aber andere Niederlassung
 Fremdunternehmen und Behörden, und zwar ...
 Land- oder forstwirtschaftliche Fläche
 Baustelle
 Umschlagpunkte, und zwar ...

12. Für welche Fahrzeugzwecke werden die Fahrzeuge hauptsächlich eingesetzt?

Bitte wählen ...

13. Steht das Fahrzeug während der Arbeitszeit für gewöhnlich mindestens 30 Minuten am Stück? Wenn ja, wo steht es dann?

Bitte wählen ...

14. Steht das Fahrzeug außerhalb der Arbeitszeit für gewöhnlich mindestens 7 Stunden am Stück? Wenn ja, wo steht es dann?

Bitte wählen ...

15. Darf das Fahrzeug nur dienstlich oder auch privat genutzt werden?

nur dienstliche Nutzung | dienstliche + private Nutzung

D) Fahrzeuge

Ein vollständiges Bild Ihres Fuhrparks ist eine entscheidende **Datengrundlage** für die Ermittlung des **Substitutionspotentials** von Elektroautos in Hamburger Fuhrparks und den **Ausbau der Ladeinfrastruktur**.

Bei der Erfassung arbeiten wir mit zwei Genauigkeitsstufen.

Für Ihre **elektrotranzuge**: legen Sie bitte jedes Fahrzeug im System einzeln an. Es werden Grunddaten zum Fahrzeug und zusätzlich Angaben zum Fahrzeugeinsatz erhoben. Bitte halten Sie hierfür den **Fahrzeugschein** zu jedem E-Fahrzeug Ihres Fuhrparks bereit. Die einzu tragenden **Felder** aus dem Fahrzeugschein sind rot markiert.

Ihre **konventionellen Fahrzeuge**: fassen Sie bitte in Gruppen zusammen (rechter Button). Dabei bitten wir Sie, Fahrzeuge, die sich in Ihren Tagestahrestigungen und Tourenmustern (Fragen 2-6) ähneln, zu Gruppen zusammenzufassen.

(Weiteres) E-Fahrzeug eingeben

Ihre E-Fahrzeuge (weitere Ergänzungen noch notwendig)

Ihre Fahrzeuggruppen (weitere Ergänzungen noch notwendig)

Ihre E-Fahrzeuge (vollständig ausgefüllt)

Ihre Fahrzeuggruppen (vollständig ausgefüllt)

(Weitere) Fahrzeuggruppe eingeben

Speichern und Weiter

1. Name der Fahrzeuggruppe

2. Für welche Fahrzeugzwecke werden die Fahrzeuge hauptsächlich eingesetzt?

Bitte wählen ...

3. Anzahl Fahrzeuge mit diesem Profil

4. Typische Fahrstrecke pro Tag (in km)

5. Maximal an einem Tag gefahrene Kilometer

6. Tage im Jahr, an denen mehr als 140 Kilometer gefahren wird

7. Wie sehen die regelmäßigen Tagesstouren schematisch am ehesten aus (siehe Muster)?

Muster 1	Muster 2	Muster 3	Muster 4
maximal eine Fahrt vom Unternehmen und zurück	mehrere Fahrten vom Unternehmen und zurück	Verbindung mehrerer Ziele auf einer Tour, Unternehmen liegt innerhalb des Servicegebietes	Verbindung mehrerer Ziele auf einer Tour, Unternehmen liegt außerhalb des Servicegebietes

Muster 1 | Muster 2 | Muster 3 | Muster 4 | Ganz anders

8. Fahren Sie auf Ihren täglichen Touren dabei immer die gleichen Adressen an oder wechseln die Fahrziele?

Gleichbleibende Ziele | Wechselnde Ziele

9. Kreuzen Sie bitte an: Welche Art von Fahrzeug wird mit den Fahrzeugen überwiegend aufgesucht?

Private Haushalte
 Eigenes Unternehmen, aber andere Niederlassung
 Fremdunternehmen und Behörden, und zwar ...
 Land- oder forstwirtschaftliche Fläche
 Baustelle
 Umschlagpunkte, und zwar ...

10. Stehen die Fahrzeuge während der Arbeitszeit für gewöhnlich mindestens 30 Minuten am Stück? Wenn ja, wo stehen sie dann?

Bitte wählen ...

11. Stehen die Fahrzeuge außerhalb der Arbeitszeit für gewöhnlich mindestens 7 Stunden am Stück? Wenn ja, wo stehen sie dann?

Bitte wählen ...

12. Dürfen die Fahrzeuge nur dienstlich oder auch privat genutzt werden?

nur dienstliche Nutzung | dienstliche + private Nutzung

13. Wählen Sie bitte die überwiegende Antriebsart dieser Fahrzeuggruppe?

Konventionell (Benzin oder Diesel) | Hybrid | Sonstige (z.B. Gas)

14. Überwiegendes Fahrzeugsegment in der Gruppe:

Bitte wählen ...

(Bitte Modell(e) eingeben)

15. Durchschnittliche Haltedauer bis die Fahrzeuge ersetzt werden (in Jahren) | Bitte wählen ...

16. Auf welche Art wurden die Fahrzeuge überwiegend beschafft?

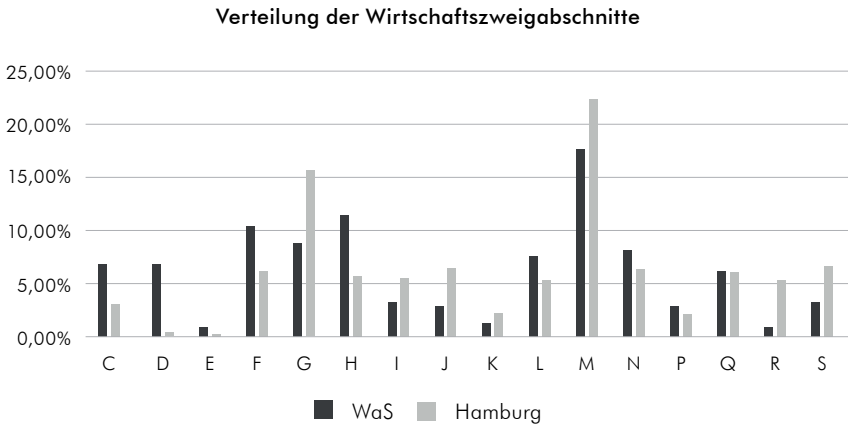
geleast | gekauft | gemietet

Speichern und Weiter

Quelle: (Flämig et al. 2020)

C. Verteilung der Wirtschaftszweigabschnitte in der WaS-Fuhrparkerfassung und in Hamburg im Jahr 2016

Abbildung A.3: Verteilung der Wirtschaftszweigabschnitte in Hamburg und dem Projekt Wirtschaft am Strom



C Verarbeitendes Gewerbe

D Energieversorgung

E Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen

F Baugewerbe

G Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen

H Verkehr und Lagerei

I Gastgewerbe

J Information und Kommunikation

K Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen

L Grundstücks- und Wohnungswesen

M Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen

N Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen

P Erziehung und Unterricht

Q Gesundheits- und Sozialwesen

R Kunst, Unterhaltung und Erholung

S Erbringung von Sonstigen Dienstleistungen

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von (Flämig et al. 2020, S. 19; Statistisches Bundesamt 2017, o.S.)

D. Bestand an Kraftfahrzeugen nach Wirtschaftszweigabschnitten in Deutschland und Hamburg

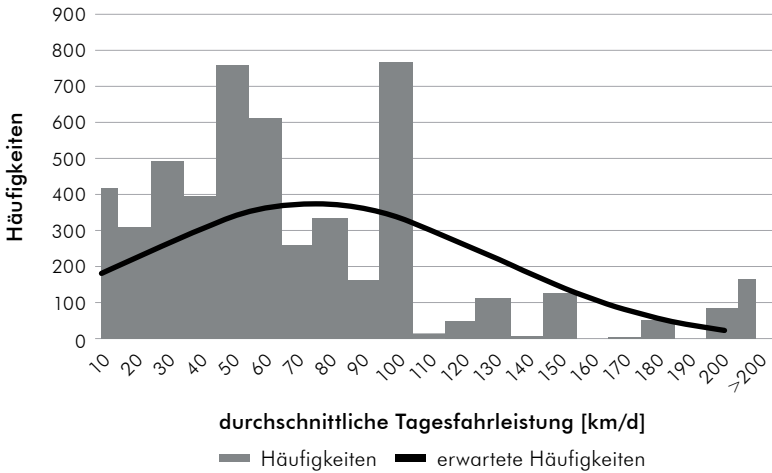
Tabelle A.2: Bestand an Kraftfahrzeugen nach Wirtschaftszweigabschnitten in Deutschland (DE) und in der Hansestadt Hamburg (HH) zum 01.01.2011 und 01.01.2016

	Fahrzeuge									
	DE		HH		DE		HH		HH	
	01.01.2011	01.01.2011	01.01.2011	01.01.2011	01.01.2016	01.01.2016	01.01.2016	01.01.2016	01.01.2016	01.01.2016
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
A Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	39.094	0,9%	170	0,1%	35.954	0,8%	161	0,1%		
B Bergbau, gewinnung von Steinen und Erden	7.807	0,2%	121	0,1%	7.305	0,2%	143	0,1%		
C Verarbeitendes Gewerbe	591.273	14,3%	5.875	4,2%	693.623	14,8%	6.655	4,5%		
D Energieversorgung	32.371	0,8%	678	0,5%	43.343	0,9%	886	0,6%		
E Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen	24.982	0,6%	589	0,4%	22.827	0,5%	542	0,4%		
F Baugewerbe	207.623	5,0%	2.272	1,6%	245.787	5,3%	3.167	2,2%		
G Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	673.755	16,3%	14.329	10,3%	783.601	16,8%	18.781	12,8%		
H Verkehr und Lagerei	146.298	3,5%	3.860	2,8%	196.836	4,2%	6.682	4,6%		
I Gastgewerbe	421.31	1,0%	560	0,4%	51.361	1,1%	571	0,4%		
J Information und Kommunikation	52.066	1,3%	602	0,4%	66.962	1,4%	418	0,3%		
K Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	57.674	1,4%	1.452	1,0%	72.258	1,5%	1.236	0,8%		
L Grundstücks- und Wohnungswesen	7.520	0,2%	341	0,2%	27.466	0,6%	75	0,1%		
M Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen	19.250	0,5%	199	0,1%	83.881	1,8%	57	0,0%		
N Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen	376.668	9,1%	56.692	40,7%	457.742	9,8%	46.570	31,8%		
O Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung	128.439	3,1%	1.593	1,1%	135.211	2,9%	1.821	1,2%		
P Erziehung und Unterricht	8.283	0,2%	86	0,1%	13.533	0,3%	110	0,1%		
Q Gesundheits- und Sozialwesen	162.817	3,9%	2.441	1,8%	223.212	4,8%	3.856	2,6%		
R Kunst, Unterhaltung und Erholung	19.144	0,5%	572	0,4%	20.097	0,4%	1.001	0,7%		
S Erbringung von Sonstigen Dienstleistungen	1.529.366	37,0%	46.732	33,5%	1.483.204	31,7%	53.449	36,5%		
T Exterritoriale Organisationen und Körperschaften	5.278	0,1%	165	0,1%	8.228	0,2%	248	0,2%		
Insgesamt	4.131.839	100,0%	139.329	100,0%	4.672.431	100,0%	146.429	100,0%		

Quelle: Eigene Zusammenstellung nach (Kraftfahrt-Bundesamt 2011, S. 12, 2016, S. 12)

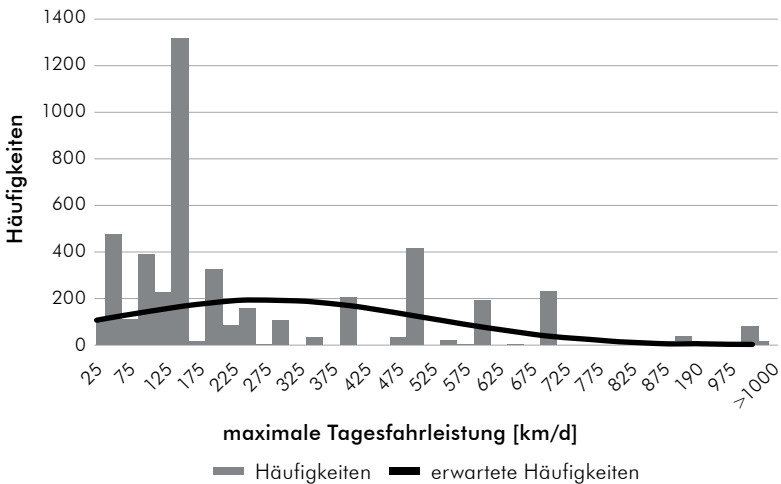
E. Prüfung auf Normalverteilung der metrischen Variablen

Abbildung A.4: Häufigkeitsverteilung der durchschnittlichen Tagesfahrleistung



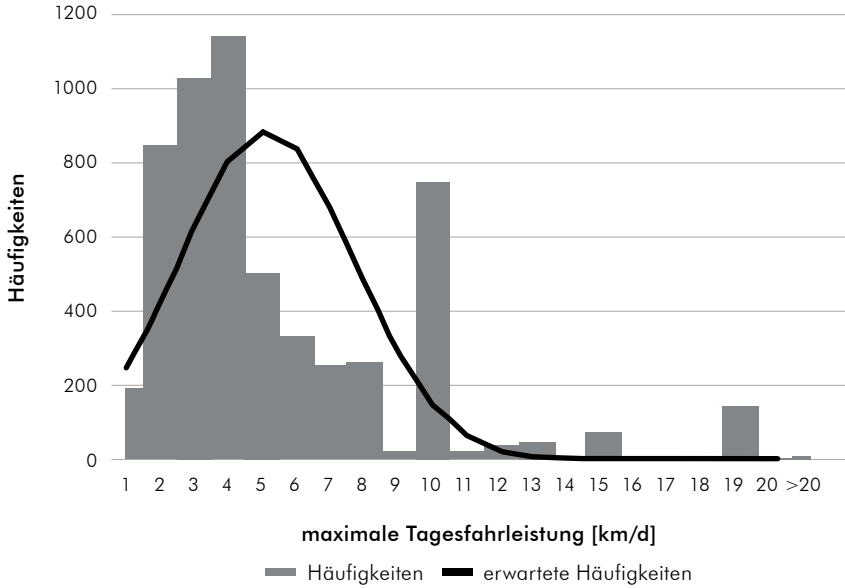
Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 5.158 Fahrzeuge)

Abbildung A.5: Häufigkeitsverteilung der maximalen Tagesfahrleistung



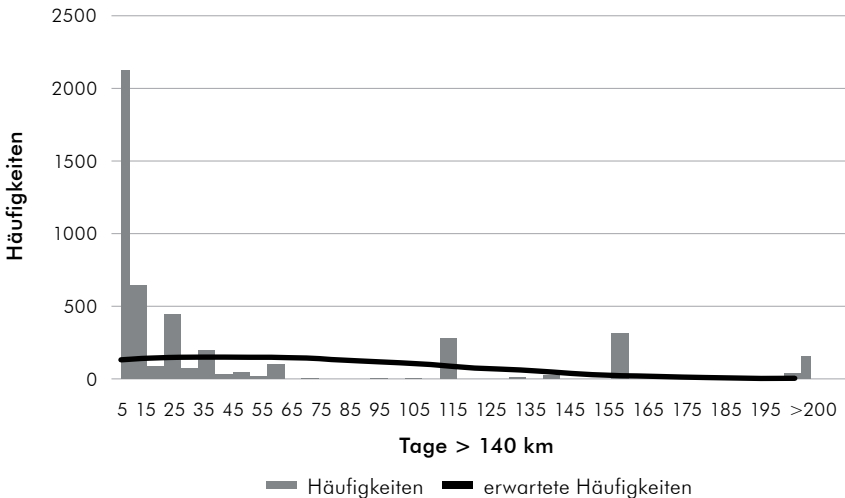
Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 4.717 Fahrzeuge)

Abbildung A.6: Häufigkeitsverteilung der Haltedauer



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 5.697 Fahrzeuge)

Abbildung A.7: Häufigkeitsverteilung der Anzahl an Tagen, an denen mehr als 140 km gefahren werden



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung (N = 4.687 Fahrzeuge)

F. Variablendarstellung

Tabelle A.3: Anzahl der Fahrzeuge je Variablenkombination

	Fahrzeugeinsatz										Fahrzeug						Unternehmen		
	Fahrtziel (Regelmäßigkeit)	maximale TFL	durchschnittliche TFL	Tage > 140 km	Tourenmuster	Fahrtziel (Ort)	Standort (7 h)	Standort (30 min)	Fahrtzweck	Haltdauer	Beschaffungsart	Fahrzeuggesteuer	Antriebsart	Fahrzeugnutzung	Unternehmensgrößenklasse	Fuhrparkgrößenklasse	Wirtschaftszweigabschnitt		
Fahrtziel (Regelmäßigkeit)																			
maximale TFL	4586																		
durchschnittliche TFL	4765	4680																	
Tage > 140 km	4557	4469	4504																
Tourenmuster	5149	4546	4612	4506															
Fahrtziel (Ort)	5062	4475	4541	4450	5031														
Standort (7 h)	5166	4539	4606	4513	5116	5038													
Standort (30 min)	5143	4439	4602	4415	5016	4937	5150												
Fahrtzweck	5318	4713	5147	4683	5140	5090	5278	5255											
Haltdauer	5136	4536	4979	4544	4974	4936	5001	4983	5685										
Beschaffungsart	5309	4696	5138	4667	5144	5095	5283	5259	5983	5691									
Fahrzeuggesteuer	5169	4572	5018	4548	5005	4959	5022	4999	5742	5568	5724								
Antriebsart	5306	4692	5133	4663	5126	5102	5265	5242	6004	5673	5972	5730							
Fahrzeugnutzung	5327	4644	5085	4616	5147	5099	5287	5264	5955	5627	5923	5682	5943						
Unternehmensgrößenklasse	5330	4716	5157	4687	5150	5102	5289	5266	6092	5697	5996	5754	6017	5967					
Fuhrparkgrößenklasse	5330	4716	5157	4687	5150	5102	5289	5266	6092	5697	5996	5754	6017	5967	6105				
Wirtschaftszweigabschnitt	5330	4716	5157	4687	5150	5102	5289	5266	6092	5697	5996	5754	6017	5967	6105	6105			

Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkfassung (N = 7.153 Fahrzeuge, n = 6.105 Fahrzeuge)

G. Clusteranalyse mit Berücksichtigung der Variable Fahrtziel (Ort) statt Standort (7h)

TWOSTEP CLUSTER

```

/CATEGORICAL VARIABLES=Tourenmuster FahrtzielOrt
/CONTINUOUS VARIABLES=durchschTFL AnzTage140
/DISTANCE LIKELIHOOD
/NUMCLUSTERS AUTO 25 AIC
    
```

Tabelle A.4: Übersicht der Clusterlösungen für Fahrzeuge mit wechselnden Zielen bei Berücksichtigung der Variable Fahrtziel (Ort)

Automatische Clusterbildung				
Anzahl der Cluster	Informationskriterium nach Akaike (AIC)	AIC-Änderung ^a	Verhältnis der AIC-Änderungen ^b	Verhältnis der Distanzmaße ^c
1	24904,761			
2	20130,186	-4774,576	1,000	1,895
3	17623,906	-2506,280	,525	1,002
4	15122,533	-2501,373	,524	1,361
5	13292,468	-1830,065	,383	1,246
6	11828,794	-1463,674	,307	1,123
7	10528,166	-1300,628	,272	1,208
8	9456,104	-1072,062	,225	1,174
9	8547,344	-908,760	,190	1,019
10	7656,458	-890,886	,187	1,105
11	6852,665	-803,794	,168	1,551
12	6344,232	-508,433	,106	1,068
13	5869,944	-474,288	,099	1,042
14	5416,005	-453,938	,095	1,087
15	5000,452	-415,554	,087	1,097
16	4623,998	-376,454	,079	1,468
17	4376,503	-247,495	,052	1,287
18	4190,375	-186,129	,039	1,002
19	4004,576	-185,798	,039	1,023
20	3823,493	-181,084	,038	1,156
21	3670,649	-152,844	,032	1,105
22	3535,060	-135,588	,028	1,026
23	3403,587	-131,474	,028	1,016
24	3274,650	-128,937	,027	1,227
25	3174,738	-99,912	,021	1,014

a. Die Änderungen wurden von der vorherigen Anzahl an Clustern in der Tabelle übernommen.

b. Die Änderungsquoten sind relativ zu der Änderung an den beiden Cluster-Lösungen.

c. Die Quoten für die Distanzmaße beruhen auf der aktuellen Anzahl der Cluster im Vergleich zur vorherigen Anzahl der Cluster.

Quelle: Eigene Darstellung

```

/CATEGORICAL VARIABLES=Tourenmuster FahrtzielOrt
/CONTINUOUS VARIABLES=durchschTFL AnzTage140
/DISTANCE LIKELIHOOD
/NUMCLUSTERS FIXED=11

```

```

STATS CLUS SIL CLUSTER=TSC11 VARIABLES=durchschTFL AnzTage140 Tourenmuster
FahrtzielOrt
NEXTBEST=NBC11 SILHOUETTE=SW11 DISSIMILARITY=GOWER

```

Tabelle A.5: Silhouettenstatistik bei 11 Clustern mit Fahrzeugen wechselnder Ziele unter Berücksichtigung der Variable Fahrtziel (Ort)

Silhouettenstatistiken				
Cluster	Statistik			
	Fallanzahl	Mittelwert	Minimum	Maximum
1	554,000	,893	,610	,913
2	170,000	,258	-,628	,505
3	387,000	,376	,089	,465
4	238,000	-,080	-,563	,165
5	153,000	,710	,137	,824
6	393,000	,868	,638	,901
7	322,000	,366	,034	,524
8	283,000	,118	-,410	,353
9	262,000	,843	,468	,897
10	228,000	,729	-,059	,819
11	563,000	,907	,655	,939
Gesamtwert	3553,000	,609	-,628	,939

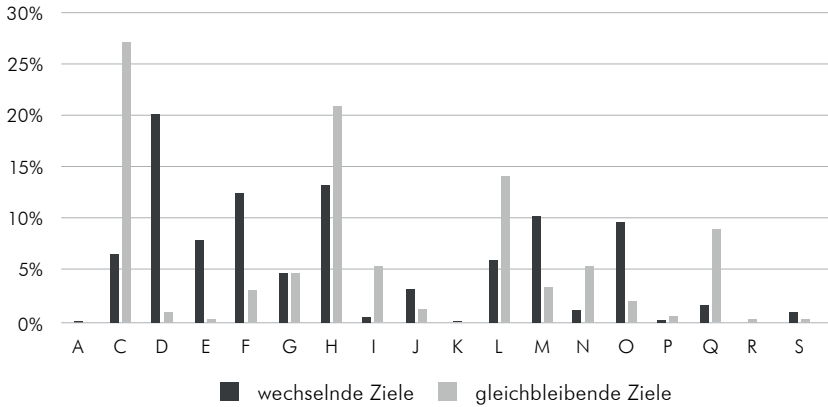
Dissimilarity measure = Gower

Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung
(N = 7.153 Fahrzeuge, n = 3.553 Fahrzeuge)

Sofern bei der Bildung der Fahrprofile die fahrzeugeinsatzspezifische Variable Fahrtziel (Ort) anstelle der Variable Standort (7h) berücksichtigt wird, entstehen bei gleichen Homogenitätsanforderungen nur vier stabile Gruppen, die insgesamt 1.772 Fahrzeuge abbilden. Dies sind rund 1.000 Fahrzeuge weniger als bei der im Hauptteil der Arbeit dargestellten Lösung.

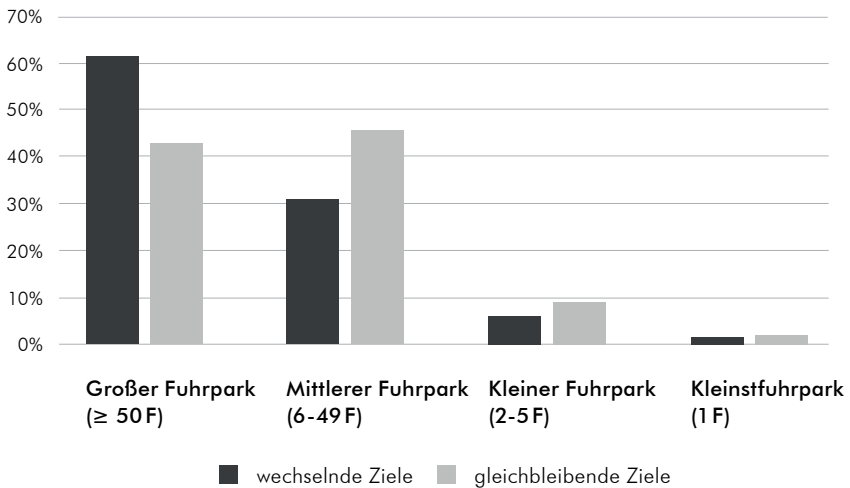
H. Gegenüberstellung der Verteilungen in den Strukturparametern der Fahrzeuge mit wechselnden und gleichbleibenden Zielen

Abbildung A.8: Anteile der Fahrzeuge in den Wirtschaftszweigabschnitten



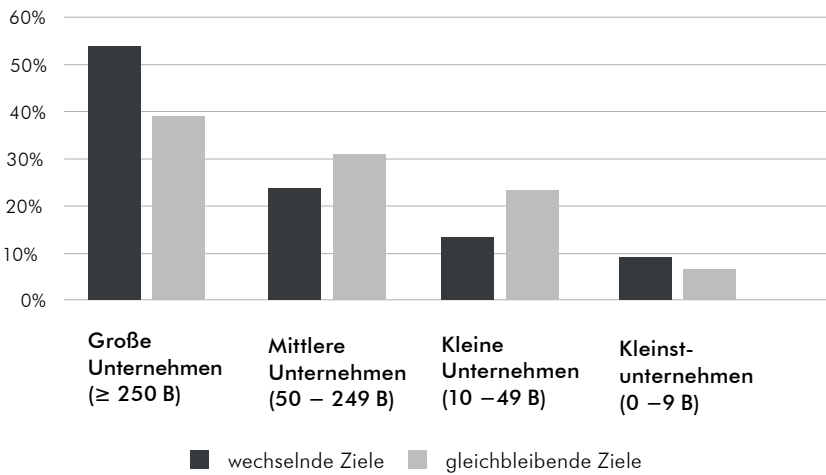
Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung
 (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 3.553 Fahrzeuge wechselnde Ziele, n = 755 gleichbleibende Ziele)

Abbildung A.9: Anteile der Fahrzeuge entsprechend der Fuhrparkgröße



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung
 (N = 4.308 Fahrzeuge, n = 3.553 Fahrzeuge wechselnde Ziele, n = 755 gleichbleibende Ziele)

Abbildung A.10: Anteile der Fahrzeuge entsprechend der Unternehmensgröße



Quelle: Eigene Darstellung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung

(N = 4.308 Fahrzeuge, n = 3.553 Fahrzeuge wechselnde Ziele, n = 755 gleichbleibende Ziele)

I. Weitere Fahrprofile

Tabelle A.6: Clusterprofile der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen zur dienstlichen und privaten Nutzung

Cluster- nummer	Anzahl Fahrzeuge		Durchschnittliche Tagesfahrleistung		Anzahl der Tage > 140 km		Touren- muster	Häufigster Ort bei einer Standzeit > 7h
	absolut	prozentual	in km	SD	absolut	SD		
GDP1	61	25,8 %	98,56	11,27	148,11	150,72	3	Öffentlicher Straßenraum
GDP4	71	30,1 %	47,87	28,71	17,64	33,90	1	Eigenes Privatgrundstück
Reste	132	44,1 %	–	–	–	–	–	–

Quelle: Eigene Berechnung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung
(N = 4.308 Fahrzeuge, n = 264 Fahrzeuge)

Tabelle A.7: Clusterprofile der Fahrzeuge mit gleichbleibenden Zielen zur rein dienstlichen Nutzung

Cluster- nummer	Anzahl Fahrzeuge		Durchschnittliche Tagesfahrleistung		Anzahl der Tage > 140 km		Touren- muster	Häufigster Ort bei einer Standzeit > 7h
	absolut	prozentual	in km	SD	absolut	SD		
GD6	27	5,2 %	36,44	21,5	4,44	12,2	3	Eigenes Unternehmens- gelände
GD7	97	18,8 %	17,43	3,73	0	0	Ganz anders	Eigenes Unternehmens- gelände
GD8	74	14,3 %	23,04	19,08	1,42	6,38	2	Eigenes Unternehmens- gelände
GD9	129	25,0 %	13,47	9,97	0,24	1,02	1	Eigenes Unternehmens- gelände
GD10	69	13,3 %	11,96	8,88	0,14	1,20	4	Eigenes Unternehmens- gelände
Reste	121	23,4 %	–	–	–	–	–	–

Quelle: Eigene Berechnung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung
(N = 4.308 Fahrzeuge, n = 517 Fahrzeuge)

Tabelle A.8: Clusterprofile der Fahrzeuge mit wechselnden Zielen zur dienstlich und privaten Nutzung

Cluster- nummer	Anzahl Fahrzeuge		Durchschnittliche Tagesfahrleistung		Anzahl der Tage > 140 km		Touren- muster	Häufigster Ort bei einer Standzeit > 7h
	absolut	prozentual	in km	SD	absolut	SD		
WDP1	151	13,2 %	60,92	28,72	43,20	34,31	2	Eigenes Unternehmensgelände
WDP3	287	25,1 %	91,33	30,7	16,76	11,58	2	Eigenes Privatgrundstück
WDP7	172	15,0 %	124,83	45,15	135,09	52,16	4	Eigenes Privatgrundstück
WDP10	108	9,4 %	77,45	14,02	36,39	48,52	3	Öffentlicher Straßenraum
Reste	426	37,3 %	–	–	–	–	–	–

Quelle: Eigene Berechnung; Datengrundlage WaS-Fuhrparkerfassung
(N = 4.308 Fahrzeuge, n = 1.144 Fahrzeuge)

Der Personenwirtschaftsverkehr ist durch eine Kombination von Subjekt- und Objektfluss gekennzeichnet: Eine Person legt in Ausübung ihres Berufes einen Weg im öffentlichen Straßenraum zurück und führt gegebenenfalls Materialien mit sich oder befördert Personen. Trotz seiner hohen Relevanz wurde der Personenwirtschaftsverkehr in der Verkehrsforschung bisher wenig berücksichtigt. Dies ist im Wesentlichen auf die Schwierigkeiten bei der Datenerhebung und die scheinbar untergeordnete Relevanz des Personenwirtschaftsverkehrs gegenüber dem Personen- bzw. Güterverkehr zurückzuführen.

Aufbauend auf einer umfangreichen, strukturierten Literaturanalyse liegt ein Beschreibungsmodell des Personenwirtschaftsverkehrssystems vor, das Bestimmungsfaktoren entlang von drei betrieblichen Entscheidungsebenen systematisiert: der Organisation, des Fahrzeuges sowie des Fahrzeug-einsatzes. Diese unternehmerischen Entscheidungen prägen unterschiedliche Mobilitätsmuster, die durch Clusteranalysen zu Fahrprofilen und deren Evaluationsvariablen aus umfangreichen empirischen Daten von Hamburger Unternehmen identifiziert werden konnten. Die Erkenntnisse über Mobilitätsmuster im Personenwirtschaftsverkehr ermöglichen die Untersuchung der Wirksamkeit von Gestaltungsoptionen – so beispielsweise zur Potentialabschätzung zum Einsatz von batterieelektrischen Fahrzeugen.