

Auswirkungen von Hochwasser auf Mobilitätsverhalten –
Eine Untersuchung am Beispiel Dresden-Laubegast

Zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Wirtschaftswissenschaften

(Dr. rer. pol.)

von der KIT-Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)

genehmigte

DISSERTATION

von

M.Sc. Christina Wisotzky

Tag der mündlichen Prüfung: 13.03.2023

Referent: Prof. Dr. Kay Mitusch

Korreferent: Prof. Dr. Peter Vortisch

Karlsruhe

April 2023

Vorwort

Diese Dissertation wäre nicht möglich gewesen ohne die Unterstützung vieler Menschen, von denen ich einige herausheben möchte.

Zunächst möchte ich mich bei meinem Doktorvater, Prof. Kay Mitusch, für die Betreuung meiner Arbeit und für die vielen hilfreichen Diskussionen bedanken. Meinem Zweitbetreuer, Prof. Peter Vortisch, möchte ich ganz herzlich für die Übernahme des Koreferats danken. Darüber hinaus gilt mein Dank dem Forschungsverbund CEDIM, der mir die Möglichkeit bot, meine Arbeit aus Sicht anderer Disziplinen zu betrachten und den Mehrwert meiner Forschung in einem breiteren Forschungskontext zu erkennen. Ein besonderer Dank geht an meine ehemalige CEDIM-Kollegin, Dr. Mariana Burkhardt, die mich vor allem mit Informationen zum Untersuchungsraum Dresden unterstützt hat.

Des Weiteren möchte ich mich beim Karlsruhe House of Young Scientists für das Networking Grant bedanken, welches mir die Möglichkeit gab, nach Zürich zu reisen, um mit Prof. Kay Axhausen an der ETH Zürich über mein Forschungsvorhaben zu sprechen.

Beim BMDV möchte ich mich für die Datenfreigabe der Datensätze des Mobilitätspansels bedanken. Bei der Landeshauptstadt Dresden, der Dresdner Verkehrsbetriebe AG und der Verkehrsverbund Oberelbe GmbH bedanke ich mich für die Datenfreigabe der SrV-Datensätze. Darüber hinaus danke ich Prof. Regine Gerike und Fabian Heidegger von der TU Dresden für die Unterstützung vor Ort, insbesondere während der Feldphase meiner Erhebung. Zudem danke ich allen Experten, die sich im Rahmen der Experteninterviews bereit erklärt haben, von Ihren Erfahrungen zu berichten.

Als sehr angenehm empfand ich auch das Arbeitsumfeld, in dem ich in den letzten Jahren meine Dissertation schreiben konnte. Besonders herausstellen möchte ich zahlreiche Austausche mit meinem ehemaligen Kollegen, Dr.-Ing. Jan Ihrig, die mir vor allem in der Anfangszeit sehr weitergeholfen haben. Auch mit meinen (ehemaligen) Büronachbarn, Dr. Cornelia Gremm und Chris Corbo, hatte und habe ich großes Glück. Chris Corbo möchte ich einen besonderen Dank aussprechen für die vielen mathematischen Diskussionen, die wir geführt haben, aber auch für die gute Arbeitsatmosphäre und die vielen Freizeitaktivitäten, die ein perfekter Ausgleich zur Arbeit waren.

Im Laufe der Jahre wurde ich von studentischen Hilfskräften unterstützt, von denen ich einigen zu besonderem Dank verpflichtet bin: Gabi Hummel, Markus Himmelsbach und Vincent Majer, ich danke euch sehr für eure Arbeit!

Vorwort

Ein ganz besonderer Dank gilt auch meiner lieben Kollegin, Anke Thiel, die mir mit ihrer anpackenden Art häufig weitergeholfen und sich meine Sorgen immer angehört hat. Danke, Anke!

Abschließend möchte ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden bedanken, die mir immer das Gefühl gaben, dass ich es schaffen kann, und ein offenes Ohr für meine Sorgen und Gedanken hatten. Besonders danken möchte ich Dr. Kai Eggenberger und Kai Hübenthal für die vielen aufmunternden Worte während der ganzen Zeit der Promotion.

Karlsruhe, im November 2022.

Abstract

Aufgrund des Klimawandels ist damit zu rechnen, dass die Häufigkeit und die Intensität von Überschwemmungen steigen werden. Betroffene können sich in solchen Situationen entweder evakuieren oder im Wohngebiet verbleiben und ihr Verhalten an den Krisenfall anpassen. In dieser Dissertation wurde untersucht, wie sich das Mobilitätsverhalten für den Anteil der Bevölkerung, der sich nicht evakuiert hat, im Falle eines Hochwassers darstellt. Hierzu existieren kaum Arbeiten, obwohl Informationen darüber wichtig für die Katastrophenforschung sind. Zum einen können hierdurch Prognosen zu Verhaltensänderungen aufgestellt und die volkswirtschaftlichen Kosten, die sich durch Veränderungen im Mobilitätsverhalten ergeben, geschätzt werden. Zum anderen können entsprechende Erkenntnisse eine Grundlage für politische Handlungsempfehlungen, beispielsweise bzgl. Vorsorgemaßnahmen, liefern.

Nach Durchführung einer explorativen Umfrage und einiger Experteninterviews wurde die Forschungsfrage im Rahmen einer Fallstudie im Stadtteil Laubegast in Dresden untersucht. Dazu wurden vorab die Hochwasserbedrohung in Dresden und speziell in Laubegast sowie die bisherigen Maßnahmen gegen Hochwassergefahren dargestellt. Ein Fragebogen wurde an etwa die Hälfte der Einwohner von Laubegast verteilt. Er enthielt Fragen zu sozioökonomischen Merkmalen, dem Mobilitätsverhalten in einer normalen Woche und in einer hypothetischen Hochwasserwoche sowie zur Einschätzung der verkehrlichen Situation und der Gefahren durch Hochwasser in Laubegast. Der Rücklauf belief sich auf 544 Fragebögen. Dies entspricht einem Anteil von 4,4 % an der Bevölkerung.

Insgesamt konnte infolge eines Hochwassers ein deutlicher Rückgang auf fast die Hälfte im Verkehrsaufkommen festgestellt werden, der alle fünf abgefragten Wegzwecke (Arbeit, Ausbildung, Besorgung/Service, Bringen/Holen, Freizeit) betrifft. Die Wegdauern stiegen im Hochwasserfall im Mittel statistisch signifikant an, außer auf Freizeitwegen. Zudem ließen sich Verschiebungen in der Bedeutung der Verkehrsmittel erkennen: Das Zufußgehen und das Fahrradfahren gewannen im Hochwasserfall an Bedeutung, während Pkw und ÖV weniger wichtig waren. Auch bei den Wegzwecken konnten Veränderungen in der Wichtigkeit beobachtet werden, allerdings weniger stark als bei den Verkehrsmitteln. Arbeitswege gewannen relativ an Bedeutung, Bring- und Holwege nahmen ab. Die Verschiebungen in den Verkehrsmitteln und den Wegzwecken stellten sich als statistisch signifikant heraus, größtenteils unter $\alpha = 5\%$. Der Anteil der Wege, die in den Nahbereich führen, stieg im Hochwasserfall, außer für die Wegzwecke Arbeit und Ausbildung, auch signifikant an.

Aufbauend auf den Erkenntnissen für Laubegast wurde skizziert, wie eine Prognose zu Änderungen im Mobilitätsverhalten für Passau-Altstadt vorgenommen werden kann, um so eine Anknüpfungsmöglichkeit für zukünftige Forschungsarbeiten aufzuzeigen.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	VII
Tabellenverzeichnis.....	X
Abkürzungsverzeichnis.....	XIV
1. Einleitung	1
1.1 Motivation	2
1.2 Ziel der Arbeit.....	5
1.3 Aufbau der Arbeit	6
2. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Alltag	8
2.1 Einflussfaktoren	9
2.1.1 Äußere Einflüsse.....	9
2.1.2 Personenbezogene Einflussfaktoren.....	11
2.1.3 Lebensstil-Cluster	15
2.2 Alltägliche Mobilität	17
2.2.1 Literaturüberblick	17
2.2.2 Zentrale Ergebnisse des MOP	21
2.2.3 Zentrale Ergebnisse der SrV-Erhebung Dresden	27
3. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Krisenfall	31
3.1 Literaturüberblick	31
3.2 Hypothesen zum Mobilitätsverhalten.....	38
3.2.1 Das Vier-Stufen-Modell als Analyserahmen und allgemeine Interdependenzen	38
3.2.2 Auswirkungsebenen eines Hochwassers	40
3.2.3 Betroffenheit von Quelle und Ziel	41
3.2.4 Betroffenheit des Weges oder der Verkehrsmittel	44
3.3 Durchführung einer explorativen Umfrage.....	48
3.4 Ergebnisse der explorativen Umfrage	50
4. Fallstudie Dresden-Laubegast – Einführung	67
4.1 Die Landeshauptstadt Dresden als Untersuchungsraum.....	67
4.1.1 Allgemeine Beschreibung der Landeshauptstadt Dresden	67
4.1.2 Der Elbfluss – vergangene Hochwasserereignisse, Klimawandel und Hochwasserstrategie.....	77
4.2 Experteninterviews.....	85
4.3 Vorstellung des Stadtteils Laubegast	89
4.3.1 Allgemeine Beschreibung des Stadtteils	89
4.3.2 Verkehrliche Situation in Laubegast	93
4.3.3 Betroffenheit Laubegasts im Hochwasserfall.....	99
4.3.4 Hochwasserschutzmaßnahmen in Laubegast – Aktuelle Situation und Planungsstand	106
4.4 Zusammenfassung der Erkenntnisse zum Untersuchungsraum und Diskussion möglicher Untersuchungsschwerpunkte.....	114

5.	Erhebung zum Mobilitätsverhalten – Methodik	115
5.1	Forschungsfragen.....	115
5.2	Aufbau des Fragebogens	117
5.3	Stichprobenauswahl	121
5.3.1	Theoretische und begriffliche Grundlagen	121
5.3.2	Bestimmung der Anzahl der zu verteilenden Fragebögen.....	128
5.4	Durchführung der Umfrage	132
5.5	Datenaufbereitung.....	137
5.5.1	Herausforderungen in Bezug auf Angaben zur Person	138
5.5.2	Herausforderungen in Bezug auf Wegangaben	138
5.5.3	Herausforderungen bei der Verkehrsmittelwahl	139
5.5.4	Umgang mit Angaben zur Zielwahl	143
5.5.5	Weitere Herausforderungen	145
6.	Mobilitätsverhalten in Laubegast – Ergebnisse	146
6.1	Zentrale Ergebnisse der Umfrage zum Mobilitätsverhalten in Krisensituationen	146
6.1.1	Deskriptive Auswertung der Angaben der Befragten	146
6.1.2	Gegenüberstellung Normale Woche und Woche mit Hochwasser .	184
6.1.3	Deskriptive Auswertung zu Teilgruppen.....	193
6.2	Hypothesentests und tiefergehende Analysen zu ausgewählten Fragestellungen.....	196
6.2.1	Wegzwecke und Distanzen von Zielen	198
6.2.2	Verkehrsmittel	205
6.2.3	Wegdauer.....	211
6.2.4	Häufigkeiten	222
6.2.5	Zusammenfassung der analytischen Ergebnisse.....	225
7.	Explorative Übertragung auf Passau-Altstadt	229
7.1	Voraussetzungen.....	230
7.2	Koeffizienten aus der Erhebung in Laubegast	231
7.3	Beschreibung der Stadt Passau und der dortigen Gefahren durch Hochwasser.....	236
7.4	Abschätzung der Auswirkungen nach einem Hochwasser in Passau- Altstadt	240
7.4.1	Allgemeines Schema zum Vorgehen.....	240
7.4.2	Ermittlung von Mobilitätseckwerten für die Altstadt von Passau im Normalfall	241
7.4.3	Abschätzung der Mobilität nach einem Hochwasser	250
7.5	Reflexion zur Abschätzung und weitere Anpassung	258
8.	Zusammenfassung und Ausblick	263
8.1	Zusammenfassung wesentlicher Ergebnisse.....	264
8.2	Grenzen der Arbeit, weiterer Forschungsbedarf und Ausblick	266

Inhaltsverzeichnis

Literaturverzeichnis..... 268

Anhang 290

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anzahl an weltweiten Schadensereignissen aufgrund von Naturereignissen	2
Abbildung 2: Pkw-Verfügbarkeit der Grundgesamtheit im Deutschen Mobilitätspanel (MOP) 2018/19 nach Haushaltsgröße	14
Abbildung 3: Erhebungszeiträume in der SrV-Befragung 2018.....	19
Abbildung 4: Verkehrsaufkommen im Stadt-Land-Vergleich.....	22
Abbildung 5: Verkehrsleistung im Stadt-Land-Vergleich	22
Abbildung 6: Mobilitätszeit im Stadt-Land-Vergleich	23
Abbildung 7: Pkw-Verfügbarkeit im Stadt-Land-Vergleich.....	24
Abbildung 8: Verkehrsmittelwahl nach Distanzklassen am Verkehrsaufkommen....	25
Abbildung 9: Verkehrsmittelanteile am Verkehrsaufkommen nach Wegzweck der Grundgesamtheit im MOP 2018/19	45
Abbildung 10: Verkehrsmittelwahl nach Distanzklassen am Verkehrsaufkommen..	46
Abbildung 11: Verkehrsmittelanteile am Verkehrsaufkommen nach Wegzweck der Personen ohne Pkw im Haushalt im MOP 2018/19	47
Abbildung 12: Zeitlicher Verlauf der Rückläufer der explorativen Befragung	50
Abbildung 13: Geografische Verteilung der Stichprobe mit deutschem Wohnsitz – Betroffene links, Nicht-Betroffene Mitte, Grundgesamtheit rechts.....	54
Abbildung 14: Veränderungen im Verkehrsaufkommen.....	55
Abbildung 15: Veränderungen in der Weglänge	56
Abbildung 16: Veränderungen bei der Reisezeit.....	57
Abbildung 17: Notwendigkeit von Umwegen und Nutzung üblicher Verkehrsmittel.	58
Abbildung 18: Verkehrsmittelnutzung für Umwege	59
Abbildung 19: Verkehrsmittelwahl Hochwassersituation bei Betroffenen	60
Abbildung 20: Verkehrsmittelwahl Hochwassersituation bei Nicht-Betroffenen.....	61
Abbildung 21: Bedeutung der Wegzwecke Hochwassersituation bei Betroffenen...	63
Abbildung 22: Bedeutung der Wegzwecke Hochwassersituation bei Nicht-Betroffenen	63
Abbildung 23: Topografie der Region Dresden.....	70
Abbildung 24: Bevölkerungsdichte nach Stadtteilen in 2019.....	71
Abbildung 25: Einteilung des Stadtgebietes Dresden in Bezirke in SrV 2018	73
Abbildung 26: Verteilung des Verkehrsaufkommens nach Zielbezirken in SrV 2018	73
Abbildung 27: Verteilung der Wegzwecke je Zielbezirk	74
Abbildung 28: Bedeutung der Verkehrsmittel in den einzelnen Bezirken	75
Abbildung 29: Verkehrsmengen in Kfz pro Tag in Dresden	76
Abbildung 30: Pendlersaldo in Dresden für die Jahre 2016 bis 2020	77
Abbildung 31: Verlauf der Elbe von der Quelle bis zur Mündung.....	78
Abbildung 32: Lage von Laubegast in Dresden	89
Abbildung 33: Der Stadtteil Laubegast in Dresden	90
Abbildung 34: Topografie des Stadtteils Laubegast.....	91
Abbildung 35: Modal Split am Verkehrsaufkommen in Laubegast	93
Abbildung 36: Wegzwecke am Verkehrsaufkommen in Laubegast.....	94
Abbildung 37: Aufteilung Dresdens nach Bezirken in SrV 2018 und Lage Laubegasts	95
Abbildung 38: Verkehrsmengen in Kfz pro Tag in Laubegast	98

Abbildung 39: Lockwitzbach und Niedersedlitzer Flutgraben	99
Abbildung 40: Altelbarm.....	100
Abbildung 41: Zusammenspiel von Grund- und Oberflächenwasser im Normalfall	101
Abbildung 42: Zusammenspiel von Grund- und Oberflächenwasser im Hochwasserfall	102
Abbildung 43: Anschlaglinien in Laubegast.....	103
Abbildung 44: Potenziell überschwemmte Flächen bei HQ50 und tatsächlich überschwemmte Flächen 2013	104
Abbildung 45: DVB-Liniennetzplan während des Hochwassers 2013	105
Abbildung 46: Baulich-technische Maßnahmen des Hochwasserrisikomanagements in Laubegast.....	108
Abbildung 47: Suchkorridor für Hochwasserschutz entlang der Stromelbe zwischen Laubegaster Ufer und Österreicher Straße	110
Abbildung 48: Defizitbereiche in Laubegast	113
Abbildung 49: Einteilung Laubegasts in Wohngebiete.....	119
Abbildung 50: Aufbau der Hauptseite der Internetpräsenz zum Zeitpunkt der Erhebung.....	133
Abbildung 51: Beispielbild einer Umfragebox am Standort Fuchs-Apotheke Laubegast.....	135
Abbildung 52: Standorte der Umfrageboxen	136
Abbildung 53: Anzahl der Rückläufer aus Teilgebieten des Stadtteils	150
Abbildung 54: Abfrage des Arbeitsweges in einer normalen Woche	153
Abbildung 55: Angaben zu vorkommenden Wegen in einer normalen Woche (Aufkommen)	156
Abbildung 56: Verkehrsmittelwahl in einer normalen Woche nach Wegzweck	157
Abbildung 57: Anteil an Zielkategorien für eine normale Woche	160
Abbildung 58: Distanzbänder zur Zielauswertung	161
Abbildung 59: Einteilung Dresdens in Bezirke gemäß SrV 2018 und Lage Laubegasts	162
Abbildung 60: Räumliche Darstellung der Einteilung nach Himmelsrichtung.....	165
Abbildung 61: Räumliche Zielverteilung in einer normalen Woche	165
Abbildung 62: Abfrage nach Wegeketten in einer normalen Woche.....	168
Abbildung 63: Abfrage des Arbeitsweges in einer Woche mit Hochwasser	170
Abbildung 64: Angaben zu vorkommenden Wegzwecken in einer Woche mit Hochwasser (Aufkommen).....	172
Abbildung 65: Verkehrsmittelwahl in einer Woche mit Hochwasser nach Wegzweck	173
Abbildung 66: Anteil an Zielkategorien für eine Woche mit Hochwasser	176
Abbildung 67: Räumliche Zielverteilung in einer Woche mit Hochwasser.....	179
Abbildung 68: Abfrage zu Hochwasser-Erfahrungen und –Auswirkungen.....	181
Abbildung 69: Abfrage zur Einschätzung der Situation in Laubegast	183
Abbildung 70: Gegenüberstellung der Lagemaße zur Dauer in Minuten	188
Abbildung 71: Gegenüberstellung der Distanzen der Ziele	189
Abbildung 72: Unterschiede in der räumlichen Verteilung der Ziele	191
Abbildung 73: Hochwassergefahr in der Altstadt von Passau	237
Abbildung 74: Geplante und bereits teilweise fertiggestellte Hochwasserschutzmaßnahmen.....	238
Abbildung 75: Verkehrsmittelwahl Normalsituation bei bereits Betroffenen (Häufigkeit pro Woche)	305

Abbildung 76: Verkehrsmittelwahl Normalsituation bei Nicht-Betroffenen (Häufigkeit pro Woche)	305
Abbildung 77: Bedeutung der Wegzwecke Normalsituation bei bereits Betroffenen (Häufigkeit pro Woche).....	306
Abbildung 78: Bedeutung der Wegzwecke Normalsituation bei Nicht-Betroffenen (Häufigkeit pro Woche).....	306

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anteil an Stichprobe in der Befragung	17
Tabelle 2: Bedeutung der Verkehrsmittel am Verkehrsaufkommen, der -leistung und der Mobilitätszeit.....	24
Tabelle 3: Übersicht zur Zusammenfassung der Wegzweckangaben im MOP	26
Tabelle 4: Bedeutung der Wegzwecke am Aufkommen, der Leistung und der Zeit	26
Tabelle 5: Übersicht zur Zusammenfassung der Wegzweckangaben im SrV.....	29
Tabelle 6: Anteil der Wegzwecke am Verkehrsaufkommen in SrV 2018	29
Tabelle 7: Vergleich der Anteile nach Altersklassen in explorativer Befragung	51
Tabelle 8: Vergleich der Anteile nach Haushaltsgrößen in explorativer Befragung.	52
Tabelle 9: Landnutzung in Dresden	68
Tabelle 10: Die zehn größten Elbehochwasser am Pegel Dresden 1784 bis 2013.	81
Tabelle 11: Gegenüberstellung Haushaltseinkommen in Leuben und Dresden.....	91
Tabelle 12: Landnutzung in Laubegast	92
Tabelle 13: Landnutzung im Bezirk Altstadt	92
Tabelle 14: Verteilung der vorrangig genutzten ÖV-Fahrkarte in Laubegast	94
Tabelle 15: Zielbezirke am Verkehrsaufkommen nach Wegzweck in Laubegast....	96
Tabelle 16: Hauptverkehrsmittelwahl der Laubegaster am Verkehrsaufkommen ...	97
Tabelle 17: Übersicht zu Modal Splits nach Wegzweck in einer normalen Woche mit gleicher Methode wie in SrV bzw. MOP (Ansatz 1)	140
Tabelle 18: Übersicht zu Modal Splits nach Wegzweck in der SrV-Befragung 2018 für ganz Dresden	141
Tabelle 19: Übersicht zu Modal Splits nach Wegzweck in einer normalen Woche mit der Methode des Gewichtungsansatzes (Ansatz 2)	141
Tabelle 20: Übersicht zu Modal Splits nach Wegzweck in einer normalen Woche mit der Methode der Hauptverkehrsmittelbestimmung und Unterscheidung nach Wegzwecken (Ansatz 3)	142
Tabelle 21: Auflistung der Zielkategorien	144
Tabelle 22: Anteil an Haushaltsgrößen in Laubegast-Stichprobe und offiziellen Statistiken	146
Tabelle 23: Anteil an Altersgruppen in Laubegast-Stichprobe und offiziellen Statistiken	147
Tabelle 24: Haushaltsausstattung mit Pkw im Rücklauf und in SrV 2018	148
Tabelle 25: Bevölkerung in Laubegast und Teilnehmer an Befragung	151
Tabelle 26: Anzahl fehlender Angaben zur Häufigkeit in einer normalen Woche..	154
Tabelle 27: Lagemaße zur Häufigkeit in einer normalen Woche	154
Tabelle 28: Lagemaße zur Dauer in einer normalen Woche	159
Tabelle 29: Distanzen der Ziele in einer normalen Woche	161
Tabelle 30: Aufteilung der angesteuerten Ziele je Wegzweck auf Bezirke in einer normalen Woche.....	163
Tabelle 31: Anteil der Wegzwecke an allen Wegzwecken innerhalb eines Bezirks in einer normalen Woche.....	164
Tabelle 32: Aufteilung des Stadtgebiets Dresden nach Himmelsrichtungen.....	166
Tabelle 33: Anteil der Verkehrsmittel an allen Verkehrsmittelangaben innerhalb eines Bezirks in einer normalen Woche	167
Tabelle 34: Nennungen zu Wegeketten in einer normalen Woche (Auszug)	168

Tabelle 35: Anzahl fehlender Angaben zur Häufigkeit in einer Woche mit Hochwasser	171
Tabelle 36: Lagemaße zur Häufigkeit in einer Woche mit Hochwasser	171
Tabelle 37: Lagemaße zur Dauer in einer Woche mit Hochwasser	174
Tabelle 38: Distanzen der Ziele in einer Woche mit Hochwasser	175
Tabelle 39: Aufteilung der angesteuerten Ziele je Wegzweck auf Bezirke in einer Woche mit Hochwasser.....	177
Tabelle 40: Anteil der Wegzwecke an allen Wegzwecken innerhalb eines Bezirks in einer Woche mit Hochwasser	178
Tabelle 41: Anteil der Verkehrsmittel an allen Verkehrsmittelangaben innerhalb eines Bezirks in einer Woche mit Hochwasser	180
Tabelle 42: Antworten zu Hochwasser-Erfahrungen und -Auswirkungen.....	182
Tabelle 43: Einschätzung der Situation in Laubegast	184
Tabelle 44: Gegenüberstellung der Häufigkeit in einer normalen Woche und in einer Woche mit Hochwasser.....	185
Tabelle 45: Gegenüberstellung Nennungen zu vorkommenden Wegzwecken	186
Tabelle 46: Gegenüberstellung Anteil an Befragten, die den Wegzweck genannt haben.....	186
Tabelle 47: Änderungstendenzen in der Bedeutung der Verkehrsmittel in einer Woche mit Hochwasser zur Normalsituation	187
Tabelle 48: Gegenüberstellung der Anteile an Zielangaben nach Kategorien.....	188
Tabelle 49: Vergleich der Bedeutung der einzelnen Wegzwecke innerhalb eines Bezirks	190
Tabelle 50: Vergleich der Bedeutung der einzelnen Verkehrsmittel innerhalb eines Bezirks	192
Tabelle 51: Verschiebungen in der Bedeutung der Wegzwecke	194
Tabelle 52: Verschiebungen in der Bedeutung der Verkehrsmittel	195
Tabelle 53: Median zur Wegdauer und Veränderungen in der Hochwasserwoche in min	195
Tabelle 54: Verschiebungen in der Bedeutung der Distanzbänder	196
Tabelle 55: Überblick zu den Forschungshypothesen	197
Tabelle 56: Notation zur erreichten Signifikanz.....	198
Tabelle 57: Input für Hypothesentest zur Bedeutung der Wegzwecke	200
Tabelle 58: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Forschungshypothese 2a.....	201
Tabelle 59: Ausgewählte Gegenhypothesen und p-Werte zu Forschungshypothese 2a.....	201
Tabelle 60: Input für Hypothesentest zur Bedeutung des Nahbereichs.....	203
Tabelle 61: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Forschungshypothese 2b.....	203
Tabelle 62: Vier-Felder-Schemata für Ziele im Nah- und Fernbereich	204
Tabelle 63: Input für Hypothesentest zur Bedeutung der Verkehrsmittel	206
Tabelle 64: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Forschungshypothese 3a (alle Wege).....	206
Tabelle 65: Vierfelder-Matrix zum Zufußgehen.....	208
Tabelle 66: Vierfelder-Matrix zum Fahrradfahren	208
Tabelle 67: Vierfelder-Matrix zur Pkw-Nutzung.....	208
Tabelle 68: Vierfelder-Matrix zur ÖV-Nutzung	208
Tabelle 69: Null- und Alternativhypothese und p-Werte zu Forschungshypothese 3b (Teil 1).....	210

Tabelle 70: Vierfelder-Matrix zu nicht-motorisierten und motorisierten Verkehrsmitteln.....	211
Tabelle 71: Null- und Alternativhypothese und p-Werte zu Forschungshypothese 3b (Teil 2)	211
Tabelle 72: Datensatzumfänge vor und nach Bereinigung um Ausreißer - Dauer	213
Tabelle 73: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Forschungshypothese 4a für bereinigte und gewichtete Datensätze	216
Tabelle 74: Lagemaße zur Dauer in min für die bereinigten und gewichteten Datensätze	217
Tabelle 75: Änderungskoeffizienten aus den bereinigten und gewichteten Datensätzen zur Dauer	217
Tabelle 76: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Forschungshypothese 4a für bereinigte, ungewichtete und gestutzte Datensätze	218
Tabelle 77: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Forschungshypothese 4b für bereinigte und gewichtete Datensätze zum Brown-Forsythe-Test.....	220
Tabelle 78: Streuung der Dauer in min für die bereinigten und gewichteten Datensätze	221
Tabelle 79: Datensatzumfänge für die Einzelfallprüfung	222
Tabelle 80: Datensatzumfänge vor und nach Bereinigung um Ausreißer - Häufigkeit	223
Tabelle 81: Lagemaße zur mittleren Häufigkeit für die bereinigten Datensätze	223
Tabelle 82: Übersicht zu Lagemaßen zur Streuung der Häufigkeit für die bereinigten Datensätze	224
Tabelle 83: Gegenüberstellung der Verkehrsmittelwahl in Laubegast in der normalen Woche und in der Hochwasserwoche	232
Tabelle 84: Koeffizienten zum Modal Split	232
Tabelle 85: Gegenüberstellung Nennungen zu vorkommenden Wegzwecken.....	234
Tabelle 86: Koeffizienten zur Bedeutung der Wegzwecke	234
Tabelle 87: Gegenüberstellung der mittleren Tendenzen der Wegdauer.....	235
Tabelle 88: Gegenüberstellung der Anteile der Ziele nach Distanzen und ermittelte Koeffizienten.....	236
Tabelle 89: Gegenüberstellung Laubegast und Altstadt Passau	239
Tabelle 90: Vergleich zur Haushaltsgröße	242
Tabelle 91: Vergleich zur Altersverteilung	243
Tabelle 92: Vergleich zur Pkw-Verfügbarkeit	243
Tabelle 93: Gegenüberstellung der Modal Splits.....	244
Tabelle 94: Best Fit Modal Split	246
Tabelle 95: Gegenüberstellung der Wegzweckverteilungen.....	247
Tabelle 96: Verteilung des um Rückwege bereinigten Aufkommens der Teilgruppe SrV-Dresden-Altstadt nach Distanz.....	249
Tabelle 97: Für den Übertrag verwendete Werte für den Normalfall von Passau-Altstadt	250
Tabelle 98: Abschätzung für den Modal Split für Passau-Altstadt (Zwischenergebnis)	252
Tabelle 99: Abschätzung für den Modal Split für Passau-Altstadt herunterskaliert	253
Tabelle 100: Gegenüberstellung des Aufkommens nach Verkehrsmittel mit und ohne Skalierung.....	253
Tabelle 101: Abschätzung zur Bedeutung der Wegzwecke in der Altstadt von Passau (Zwischenergebnis).....	254

Tabelle 102: Abschätzung zur Verteilung nach Distanz für Passau-Altstadt (Zwischenergebnis)	256
Tabelle 103: Abschätzung zur Verteilung nach Distanz für Passau-Altstadt herunterskaliert	256
Tabelle 104: Zusammenstellung der sich nach dem Übertrag ergebenden Werte für den Hochwasserfall von Passau-Altstadt sowie der Ausgangswerte (Normalfall) .	257
Tabelle 105: Zusammenstellung des Normalfalls, des Übertrags aus Laubegast und der Nachbearbeitung des Übertrags für Passau-Altstadt.....	260
Tabelle 106: Verteilung des Alters.....	311
Tabelle 107: Haushaltsgröße im Vergleich	311
Tabelle 108: Vergleich zur Berufstätigkeit	312
Tabelle 109: Pkw-Ausstattung in eigener Erhebung, im SrV und im MOP	313
Tabelle 110: Fahrrad-Ausstattung in eigener Erhebung, im SrV und im MOP	313
Tabelle 111: ÖV-Zeitkarten-Ausstattung in eigener Erhebung, im SrV und im MOP	314
Tabelle 112: Modal Split im Vergleich.....	316
Tabelle 113: Anteil der Wegzwecke am Verkehrsaufkommen	317
Tabelle 114: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Hypothese 3a – Arbeitswege	345
Tabelle 115: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Hypothese 3a – Ausbildungswege	345
Tabelle 116: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Hypothese 3a – Besorgungs- und Servicewege.....	345
Tabelle 117: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Hypothese 3a – Bring- und Hol-Wege	345
Tabelle 118: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Hypothese 3a – Freizeitwege.....	346

Abkürzungsverzeichnis

ADM	Arbeitskreis Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute e.V.
AUV	Asian Utility Vehicle (verwendet in 3.1)
BAB	Bundesautobahn
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMFSFJ	Bundesministerium für Familien, Senioren, Frauen und Jugend
BMI	Bundesministerium des Innern und für Heimat
BMDV (vormals BMVI)	Bundesministerium für Digitales und Verkehr (vormals Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur)
CEDIM	Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology (eingeführt in Kapitel 1)
CMR	Common Metadata Repository
CRED	Centre for Research on the Epidemiology of Disasters
DD	Dresden
DIN	Deutsches Institut für Normung
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.
DVB AG	Dresdner Verkehrsbetriebe AG
DVB-Zeitkarten	Zeitkarten der Dresdner Verkehrsbetriebe
DWD	Deutscher Wetterdienst
EZB	Europäische Zentralbank
FDA	Forensic Disaster Analysis (eingeführt in Kapitel 1)
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V.
FIS	Forschungsinformationssystem ¹
GG	Grundgesamtheit
GIS	Geoinformationssystem(e)
HH	Haushalt(e)
HQ10/HQ50/HQ100/HQ200	Hochwasserereignis, welches statistisch gesehen einmal in 10/50/100/200 Jahren auftritt
HW	Hochwasserwoche
HW-Betroffene	Hochwasser-Betroffene
IAB	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

¹ Wissensplattform für Interessenten aus den Bereichen Mobilität und Verkehr, gefördert vom BMDV.

IfV	Institut für Verkehrswesen ²
IIP	Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion ³
infas	Institut für angewandte Sozialwissenschaft
IRDR	Integrated Research on Disaster Risk
Kfz	Kraftfahrzeug
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
MiD	Mobilität in Deutschland
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MOP	Deutsches Mobilitätspanel
Nicht-HW-Betroffene	Nicht-Hochwasser-Betroffene
NKU	Nutzen-Kosten-Untersuchung
NMIV	Nicht-motorisierter Individualverkehr
NW	Normale Woche
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PHD	Plan Hochwasservorsorge Dresden
Pkw	Personenkraftwagen
PLZ	Postleitzahl
POI	Point of Interest
PP	Prozentpunkte
SächsWG	Sächsisches Wassergesetz
SD	Standardabweichung (Standard Deviation)
SEV	Schienerersatzverkehr
SMUL	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft/Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft
SPNV	Schienegebundener Personennahverkehr
SrV	System repräsentativer Verkehrsbefragungen (Erläuterung in Kapitel 2.2.1)
Statistisches BA	Statistisches Bundesamt
TU Dresden	Technische Universität Dresden
vdek	Verband der Ersatzkassen e.V.
VEP	Verkehrsentwicklungsplan
VVO	Verkehrsverbund Oberelbe
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

² Einrichtung des KIT, verantwortlich für das Deutsche Mobilitätspanel.

³ Einrichtung des KIT, Kooperationspartner im Projekt Auswirkungen extremer Naturereignisse auf Energie-, Informations- und Mobilitätssysteme.

1. Einleitung

In Zukunft ist von einer Zunahme in der Häufigkeit und Intensität von extremen Naturereignissen weltweit auszugehen. Um die negativen Auswirkungen entsprechender Ereignisse möglichst gering zu halten und Effekte, die sich aus einem Ereignis ergeben, möglichst gut antizipieren und bewerten zu können, ist es unerlässlich, Informationen über die Bedürfnisse der betroffenen Bevölkerung zu erhalten.

Am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) bildet das Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology (CEDIM) einen Zusammenschluss mehrerer Institute, die sich der Katastrophenforschung widmen. Einen Arbeitsschwerpunkt des CEDIM stellt die Analyse von Extremereignissen und ihren Folgen in kurzem zeitlichem Abstand zum Ereignis dar. Diese Untersuchungen werden als Forensic Disaster Analyses (FDA) bezeichnet. Dabei steht der Begriff „forensisch“ für die ganzheitliche Betrachtung eines Ereignisses aus der Sicht unterschiedlicher Forschungsdisziplinen und für dessen Untersuchung von der Entstehung über die Entwicklung im Zeitverlauf bis zu den direkten und indirekten Auswirkungen des betrachteten Ereignisses. Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des CEDIM am Lehrstuhl für Netzwerkökonomie und wurde zum größeren Teil von CEDIM gefördert.

In einem entsprechenden Krisenfall bestehen für die betroffene Bevölkerung grundsätzlich zwei Optionen. Die eine Option ist, das Gebiet zu verlassen, also sich zu evakuieren. Die andere Möglichkeit ist, im betroffenen Gebiet zu verbleiben und ggf. sein Verhalten an die Krisensituation anzupassen. Während zum Evakuierungsverhalten ein paar internationale Untersuchungen existieren, gibt es zu den Mobilitätsbedürfnissen und dem –verhalten im Nachgang eines Ereignisses im betroffenen Gebiet kaum Informationen, obwohl die Anzahl derer, die sich im Falle eines Extremereignisses nicht evakuieren, in Deutschland vermutlich größer ist als die Anzahl derer, die sich evakuieren. Die vorliegende Arbeit möchte daher die sich aus einem extremen Naturereignis ergebenden Auswirkungen auf Mobilität am Beispiel von Hochwasser für den Fall, dass keine Evakuierung erfolgt, näher beleuchten und damit einen Beitrag zur Katastrophenforschung liefern.

1. Einleitung

1.1 Motivation

Die Anzahl an Schadensereignissen hat in den letzten Jahrzehnten stetig zugenommen (vgl. Abbildung 1⁴).

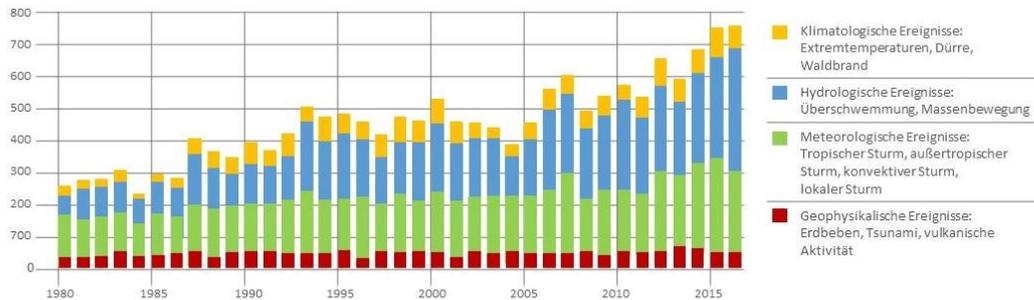


Abbildung 1: Anzahl an weltweiten Schadensereignissen aufgrund von Naturereignissen

Darüber hinaus zeigt die Abbildung, wie sich der insgesamt beobachtbare Anstieg auf unterschiedliche Kategorien verteilt, in die sich Naturereignisse einteilen lassen. Die Anzahl an geophysikalischen Vorkommnissen, zu denen Erdbeben, Tsunamis und vulkanische Aktivitäten gehören, ist bis auf ein paar wenige Ausnahmen über den Zeitverlauf relativ konstant geblieben. Bei den meteorologischen und den hydrologischen Vorkommnissen ist langfristig jeweils eine Zunahme zu erkennen. Zu hydrologischen Ereignissen zählen Überschwemmungen und Massenbewegungen (Erdrutsche). 2016 ließ sich ein Drittel aller Schäden weltweit auf Überschwemmungen zurückführen.⁵ Eine über einen Monat anhaltende Großwetterlage mit Gewittern führte in Mitteleuropa zu lokalen Sturzfluten und zu großflächigen Überschwemmungen. Die Sturzflutserie führte zu einem geschätzten Schaden in Höhe von 2,47 Milliarden € und damit zum bis dahin drittgrößten Schaden durch Überschwemmungen in Deutschland.⁶ Auch bei den klimatologischen Vorkommnissen ist eine langfristige Zunahme zu erkennen. Zu nennen ist hier beispielsweise die Dürre- und Hitzeperiode im Sommer 2018 in Deutschland.⁷

In Deutschland tritt nur ein Bruchteil der eben eingeführten Ereigniskategorien auf. Beispielsweise fallen Schäden durch Erdbeben in Deutschland recht gering aus, da

⁴ Eigene Darstellung basierend auf Geo Risks Research/Corporate Climate Centre (2017), S. 56. Die Abgrenzung der Kategorien ist nicht immer eindeutig. In der oben zitierten Quelle (Geo Risks Research/Corporate Climate Centre) zählen Sturmereignisse zu meteorologischen Ereignissen. Im Peril Classification and Hazard Glossary der Integrated Research on Disaster Risk (IRDR) zählen zu meteorologischen Ereignissen neben Stürmen jeglicher Art auch extreme Temperaturen, Nebel und tropische Zyklone (vgl. Integrated Research on Disaster Risk (IRDR) (2014) S. 9). Beim Geo Risks Research/Corporate Climate Centre hingegen werden Extremtemperaturen den klimatologischen Ereignissen zugeordnet. Im Weiteren wird die Zuordnung aus Geo Risks Research/Corporate Climate Centre verwendet.

⁵ Vgl. Geo Risks Research/Corporate Climate Centre (2017), S. 1.

⁶ Vgl. Geo Risks Research/Corporate Climate Centre (2017), S. 27f. In der Quelle wird von 2,4 Milliarden US\$ Schäden gesprochen. Zum aktuellen Umrechnungskurs (1 US\$ = 1,0277 €) ergeben sich ca. 2,47 Milliarden € (vgl. Europäische Zentralbank (EZB) (2022)).

⁷ Vgl. Mühr et al. (2018).

sich die Anzahl an geophysikalischen Ereignissen in Deutschland ebenfalls auf einem niedrigen Niveau bewegt. Von besonderer Bedeutung sind meteorologische (Stürme), hydrologische (Überschwemmung, Massenbewegung) sowie klimatologische Ereignisse (Temperaturextreme, Dürren).⁸ Im Zuge des Klimawandels ist mit einer Zunahme an Dürreperioden, Hitzewellen und Überschwemmungen zu rechnen. Die Clausius-Clapeyron-Gleichung aus der Thermodynamik besagt, dass der Wasserdampfgehalt der Atmosphäre mit jedem Grad Celsius um 7 % zunimmt.⁹ So ergibt sich aufgrund der klimawandelbedingten steigenden Temperaturen ein erhöhtes Risiko für hydrologische Ereignisse.

In einer Untersuchung des Einflusses des Klimawandels auf Hochwasserereignisse konnte festgestellt werden, dass steigende Niederschläge im Herbst und Winter zu mehr Hochwasserereignissen in Nordwesteuropa geführt haben. Die Veränderungen bei Hochwasserereignissen sind weitgehend konsistent mit Klimamodellprojektionen für das kommende Jahrhundert. Dies spricht dafür, dass klimabezogene Veränderungen bereits jetzt passieren und der Klimawandel im Hochwasserrisikomanagement berücksichtigt werden sollte.¹⁰

Bei Betrachtung der Naturkatastrophen zwischen 1998 und 2017 zeigt sich, dass Deutschland zu den zehn Ländern gehört, die weltweit die größten absoluten wirtschaftlichen Schäden durch Naturkatastrophen zu verkraften hatten. Der größte Anteil dieser Schäden in Deutschland wurde durch Überflutungen verursacht.¹¹

Überflutungen können unterschiedlichen Ursprungs sein. Im Rahmen einer Untersuchung zur Entwicklung des Anteils an der Bevölkerung, der von Überflutungen betroffen ist, wurde eine Datenbasis erstellt, die entsprechende Ereignisse enthält.¹² Diese Datenbasis besteht aus 913 Überflutungen, die sich zwischen dem Jahr 2000 und dem Jahr 2018 ereignet haben. Von den 913 Ereignissen lassen sich 11 Deutschland zuordnen. In der Datenbasis werden vier Ursachen für Überflutungen unterschieden: (1) Bruch eines Staudamms, (2) Starkregen, (3) Schneeschmelze, Eis, Regen, (4) Tropensturm, Sturmflut.

Weltweit betrachtet waren über 80 % der Überflutungen in diesem Zeitraum Folgen von Starkregeneignissen. Etwa 10 % der weltweiten Überflutungen folgten aus Tropenstürmen und Sturmfluten. Die anderen beiden Ursachen spielten eine untergeordnete Rolle. Betrachtet man nur die Ereignisse, die sich auf Deutschland beziehen, so war für etwa 70 % der Überflutungen Starkregen verantwortlich. Der Rest ergab sich aus Schneeschmelzen.¹³

⁸ Vgl. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CREED) (2022).

⁹ Vgl. Lozán et al. (2011), S. 14.

¹⁰ Vgl. Blöschl et al. (2019), S. 108.

¹¹ Vgl. Wallemaq et al. (2018), S. 4.

¹² Vgl. Tellman et al. (2021).

¹³ Eigene Berechnungen auf Basis der Global Flood Eig Database von Cloud to Street und The Flood Observatory (o.J.).

1. Einleitung

Aus Sicht der Katastrophenforschung ist es unabdinglich, bei Eintritt extremer Ereignisse Informationen zu den Bedürfnissen der durch das Ereignis betroffenen Bevölkerung zu erlangen. Mobilität gehört zu den Grundbedürfnissen einer Gesellschaft. Diese kann einerseits Mittel zum Zweck sein, um von einem Ort an einen anderen Ort zu gelangen und dort einem Bedürfnis nachzugehen. Andererseits kann aber auch die Ortsveränderung selbst eine Bedürfnisbefriedigung liefern, beispielsweise ein Spaziergang. Der Personen- und Güterverkehr muss selbst im Krisenfall und in von Krisen betroffenen Gebieten möglichst gut funktionieren. Das Bundesinnenministerium zählt Transport und Verkehr daher auch zu den besonders schützenswerten sog. kritischen Infrastrukturen.¹⁴

In Anbetracht der wachsenden Bedeutung von Naturereignissen liegt ein Forschungsschwerpunkt des Bundesverkehrsministeriums auf der resilienten Gestaltung von Verkehrsinfrastrukturen. In diesem Zusammenhang wurde der Lehrstuhl für Netzwerkökonomie am KIT im Rahmen des Projektes *Forschungsinformationssystem (FIS)* damit beauftragt, eine sog. Wissenslandkarte zum Thema *Resilienz von Verkehrssystemen unter besonderer Berücksichtigung des Klimawandels* zu erstellen, woran die Autorin maßgeblich beteiligt war.¹⁵

Vor dem Hintergrund der steigenden Bedrohung durch extreme Naturereignisse stellt sich die Frage, wie die Mobilitätsnachfrage in Krisenfällen aussieht, um diese analysieren, bewerten und angemessen darauf reagieren zu können.

Nach einer ersten explorativen Umfrage wurden auf der Suche nach einem geeigneten Untersuchungsraum einige Experteninterviews durchgeführt. Die Stadt Dresden mit dem Stadtteil Laubegast erwies sich dabei als besonders geeignet. Dresden war in der Vergangenheit immer wieder von Hochwasserereignissen betroffen. Immer noch sehr präsent in den Erinnerungen der damals Betroffenen ist das Elbehochwasser im Jahr 2002, welches als Jahrhunderthochwasser in die Geschichte einging und einen neuen Blick auf die Hochwassergefahren in Deutschland freigab.

In der Folge kam es in Dresden zu umfangreichen Anpassungen der Hochwasserschutzmaßnahmen. Jedoch ist nicht in allen Bereichen die Einrichtung baulich-technischer Schutzmaßnahmen möglich oder gewünscht. Dasselbe gilt für die Einrichtung von Retentionsflächen und Poldern¹⁶. Vor diesem Hintergrund erwies sich der Stadtteil Laubegast als besonders passend für eine detaillierte Untersuchung zur Mobilität nach Hochwasser und für die Beantwortung der Forschungsfrage im Rahmen einer Fallstudie. Die Lage des Stadtteils bringt es mit sich, dass Hochwasserereignisse in Laubegast schnell zu Einschränkungen führen und so bereits mehrfach Erfahrungen mit entsprechenden Krisensituationen gemacht werden konnten. Im Rahmen dieser

¹⁴ Vgl. Bundesministerium des Inneren (BMI) (2009), S. 5.

¹⁵ Vgl. Wisotzky et al. (2021).

¹⁶ Unter einem Polder versteht man eine „Zum Schutz gegen Überflutungen eingedeichte Niederung (Deich), die unter dem Meeres-, See- oder Flußwasserspiegel liegt.“ Darüber hinaus versteht man unter Poldern meist großflächige, durch steuerbare Einlaufbauwerke zu flutende Gebiete, die die Funktion eines Hochwasserrückhaltebeckens übernehmen (vgl. Spektrum (2000)).

Dissertation wurde die dortige Situation genau betrachtet, sodass die vorliegende Arbeit auch einen ausführlichen Überblick zu Hochwasser und Mobilität in Laubegast bietet.

Erkenntnisse zu Veränderungen am Mengengerüst der Mobilitätsnachfrage liefern einen Ansatzpunkt, um Auswertungen vornehmen zu können, die weitere praktische Anwendungen zulassen. Ein Anwendungsfall ergibt sich in der Prognose des Mobilitätsverhaltens in anderen räumlichen Kontexten, d.h. in der Abschätzung von zu erwarteten Veränderungen mit anderem räumlichen Bezug.

Die Veränderungen am Mengengerüst, die sich im Rahmen der Fallstudie beobachten lassen oder in einem anderen Kontext geschätzt werden, ermöglichen dann eine Bewertung der volkswirtschaftlichen Kosten, die aufgrund des beobachteten Ereignisses durch Anpassungen im Mobilitätsverhalten entstehen. Entstehende Zeitverluste lassen sich als steigende Kosten interpretieren, die zu einer Verringerung der Nachfrage und zu einer geringeren Konsumentenrente führen. Entsprechende Berechnungen lassen Aussagen über Potenziale zur Linderung der Folgen und zur Reduktion der volkswirtschaftlichen Kosten zu, die einen Beitrag zur Vorsorge und zum Krisenmanagement liefern.

Zudem lassen sich Aussagen zum volkswirtschaftlichen Wert von Vorsorgemaßnahmen ableiten, die Effekte des veränderten Mobilitätsverhaltens mitberücksichtigen. Im Rahmen einer Szenarioanalyse kann eine Gegenüberstellung des erwarteten Nutzens einer Vorsorgemaßnahme und der damit verbundenen Kosten erfolgen.

Diese Dissertation ist im Rahmen des CEDIM-Verbund-Projektes *Auswirkungen extremer Naturereignisse auf Energie-, Informations- und Mobilitätssysteme* entstanden. Ein Teilprojekt befasste sich mit Auswirkungen von Extremereignissen auf Supply Chains.¹⁷ Das andere Teilprojekt untersucht Auswirkungen extremer Naturereignisse auf Mobilität. In dieses Teilprojekt ist diese Dissertation eingebettet.

1.2 Ziel der Arbeit

Die grundlegende Motivation der Arbeit ergibt sich aus der Katastrophenforschung. Primäres Ziel der Arbeit ist es, das individuelle Mobilitätsverhalten in Dresden-Laubegast unter dem Einfluss eines Hochwassers zu analysieren für den Fall, dass sich betroffene Personen nicht evakuiert haben und im betroffenen Stadtteil verbleiben. Entsprechende Untersuchungen wurden nach Kenntnisstand der Autorin trotz hoher Relevanz bisher kaum durchgeführt.

Hierzu ist es zunächst notwendig, das Mobilitätsverhalten im Normalfall zu kennen. Aufbauend auf der Analyse des Verhaltens im Normalfall wird das hypothetische Verhalten im Hochwasserfall in Dresden-Laubegast untersucht. Die Erkenntnisse werden

¹⁷ Hieraus ist die Dissertation Burkhardt (2020) am Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP) entstanden.

1. Einleitung

im Rahmen einer Erhebung in Dresden-Laubegast gewonnen. Der erhobene Datensatz soll neben deskriptiven Auswertungen Aussagen zur Überprüfung von im Vorfeld aufgestellten Forschungshypothesen, zur statistischen Signifikanz und zur Deutlichkeit von Unterschieden zwischen Normalfall und Hochwasserfall zulassen. Um die Deutlichkeit zu quantifizieren, werden Änderungskoeffizienten ermittelt. Diese Arbeit kann damit in Dresden als Grundlage für weitere Untersuchungen zum Thema Hochwasser und Verkehr dienen.

Ein wesentliches Anliegen der Katastrophenforschung ist es, Naturereignisse und ihre Auswirkungen ereignisnah zu analysieren, beispielsweise im Rahmen der vorhin genannten FDA. In einem breiteren Forschungskontext soll diese Arbeit Analysen und Prognosen zum Mobilitätsverhalten nach Extremereignissen in anderen Szenarien ermöglichen. Dazu erfolgt eine Übertragung der Erkenntnisse aus Laubegast in illustrativer Form auf ein hypothetisches, aber realistisches Hochwasserszenario in der Passauer Altstadt. Ein weiterer Mehrwert der Arbeit ergibt sich daraus, eine Grundlage zu schaffen, auf der Extremereignisse bewertet und mit der sowohl verkehrliche als auch volkswirtschaftliche Folgen abgeschätzt werden können. Im Rahmen einer FDA soll so eine schnelle Abschätzung der Auswirkungen erfolgen können, im Nachgang eines Ereignisses aber auch eine ausführlichere Abschätzung der Effekte ermöglicht werden.

Unter diesen Gesichtspunkten kann die vorliegende Arbeit Ansatzpunkte für die Berechnung volkswirtschaftlicher Verluste bzw. Schäden liefern, die aus dem veränderten Mobilitätsverhalten folgen. Zusätzlich können sich aus den Erkenntnissen aus Laubegast einerseits direkt für das untersuchte Gebiet zutreffende, andererseits allgemeingültige Handlungsempfehlungen für das Krisenmanagement und die Vorsorge ergeben.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich in acht Kapitel. Nach diesem einleitenden Kapitel 1 werden in Kapitel 2 das Mobilitätsverhalten und die Mobilitätsbedürfnisse im Alltag thematisiert, um eine grundsätzliche Einschätzung dazu zu erhalten. Besonderes Augenmerk wird hier auf die Einflussfaktoren gelegt und auf Ergebnisse aus allgemein anerkannten Mobilitätserhebungen in Deutschland.

Kapitel 3 beschäftigt sich mit dem Verhalten und den Bedürfnissen in Krisensituationen. Ein Literaturüberblick zeigt, welche Erkenntnisse bereits existieren. Zudem werden eigene Überlegungen zu potenziellen Auswirkungen angestellt. Die durchgeführte explorative Umfrage nimmt einen wesentlichen Teil von Kapitel 3 ein. Eine explorative Umfrage ist sinnvoll, wenn man sich einem Thema nähern will, welches wenig erforscht ist. Die Umfrage soll Ideen zu potenziell interessanten Untersuchungsräumen und zu Forschungshypothesen liefern. Außerdem soll eine Einschätzung dazu erfolgen, ob hypothetisches und tatsächliches Verhalten ähnlich zueinander sind.

In Kapitel 4 erfolgt die ausführliche Vorstellung der für die Fallstudie ausgewählten Stadt (Dresden) und des in der Stadt ausgewählten Stadtteils (Laubegast). Um die später erhobenen Daten im richtigen Kontext interpretieren zu können, werden die wesentlichen Merkmale von Dresden und Laubegast ausführlich dargestellt. Einen Untersuchungsschwerpunkt stellt die Auswertung der Mobilität im Alltag anhand des SrV-Datensatzes dar. Zudem enthält Kapitel 4 die Erkenntnisse aus Experteninterviews, die vor der Erhebung in Laubegast durchgeführt wurden und zur Auswahl von Laubegast als Untersuchungsraum geführt haben. Für den Stadtteil Laubegast wird die Gefahr durch Hochwasser ausführlich thematisiert. Besondere Aufmerksamkeit wird auf die verkehrlichen Auswirkungen eines Hochwassers auf das Straßennetz gelegt. Darüber hinaus wird der aktuelle Stand der Hochwasserschutzmaßnahmen im Stadtteil diskutiert.

In Kapitel 5 wird die im ausgewählten Stadtteil durchgeführte Erhebung vorgestellt. Wesentliche Punkte dieses Kapitels sind die Vorstellung des Fragebogens, der Ablauf der Feldarbeit und die Aufbereitung der erhobenen Daten.

Kapitel 6 stellt das Kernstück der Arbeit dar. Hier sind die Ergebnisse aus der Mobilitätserhebung im ausgesuchten Stadtteil zu finden. Neben der rein deskriptiven Auswertung finden sich hier auch Ergebnisse aus der induktiven Statistik und weiterführende analytische Auswertungen.

Kapitel 7 befasst sich mit der Übertragbarkeit der Ergebnisse aus der Mobilitätserhebung auf ein anderes Szenario (Passau-Altstadt). Kapitel 8 fasst die wesentlichen Ergebnisse der Arbeit zusammen und gibt einen Ausblick über mögliche Anknüpfungspunkte für die weitere Forschung.

2. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Alltag

Mobilität entsteht, wenn der Mensch ein Bedürfnis befriedigen möchte und die Bedürfnisbefriedigung nicht am aktuellen Aufenthaltsort möglich ist. Das Wort Bedürfnis ist dabei als ein Sammelbegriff zu verstehen. Bedürfnisse, die zu Mobilität führen, können unterschiedlich ausgeprägt sein. Das können soziale Bedürfnisse wie der Besuch von Freunden sein. Dazu zählen aber auch andersartige Bedürfnisse wie der Wunsch nach Anerkennung und Wertschätzung. Darüber hinaus kann die Ortsveränderung selbst der Bedürfnisbefriedigung dienen, beispielsweise ein Spaziergang durch einen Wald.¹⁸ In diesem Kapitel werden Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Alltag thematisiert.

In der Verkehrsforschung arbeitet man mit einer Reihe von Begrifflichkeiten und Kennzahlen, um die Mobilität zu quantifizieren. Die Begriffe, die im Folgenden eine Rolle spielen, werden nun eingeführt.

Zunächst werden die Begriffe **Weg, Zweck und Ziel** definiert. Ein Weg ist eine Strecke, die zu Fuß oder mit anderen Verkehrsmitteln zu einem bestimmten Zweck zurückgelegt wird. Der Zweck bezeichnet den Grund, weshalb der Weg zurückgelegt wird. Man spricht häufig auch vom Wegzweck. Je nach Erhebung werden unterschiedliche Wegzweckkategorien verwendet. Als Ziel wird der Ort bezeichnet, zu dem der Weg hinführt. Ziel und Zweck werden häufig synonym verwendet. In der in den Kapiteln 5 und 6 vorgestellten Erhebung erfolgt jedoch eine getrennte Auswertung der beiden Dimensionen. Dort wird unter Ziel eine geografische Ortsangabe verstanden.

Die quantitative Auswertung des Mobilitätsverhaltens kann anhand der Kenngrößen **Verkehrsaufkommen, Verkehrsleistung und Mobilitätszeit** erfolgen. Als Verkehrsaufkommen bezeichnet man die Anzahl an zurückgelegten Wegen. Die Verkehrsleistung gibt die zurückgelegte Entfernung auf den zurückgelegten Wegen an. Die Mobilitätszeit umfasst den Zeitraum, in dem sich eine Person pro Tag innerhalb eines Verkehrssystems außerhalb von Gebäuden befindet. Darüber hinaus gibt die **Verkehrsbeteiligung** oder **Mobilitätsquote** an, wie hoch der Anteil der Personen ist, die an einem Stichtag mindestens einen Weg zurücklegen.

Häufig interessiert man sich dafür, wie sich die eben eingeführten Gesamtzahlen auf Verkehrsmittel aufteilen. Unter **Verkehrsmittel** fasst man alle Fahrzeuge zusammen, die zur Beförderung von Personen Verwendung finden. Auch das Zufußgehen zählt zu den Verkehrsmitteln. Statt Verkehrsmittel wird auch der Begriff Modus verwendet. Der **Modal Split** bezeichnet die Verkehrsmittelanteile, bezogen auf eine der Kenngrößen.

¹⁸ Im Zusammenhang mit der Bedürfnisbefriedigung ist die Arbeit „A theory of human motivation“ von Abraham Maslow aus dem Jahr 1943 zu nennen. Hier beschreibt Maslow fünf Ebenen, auf denen Bedürfnisse entstehen: 1. Die physiologischen Bedürfnisse, 2. Die Sicherheitsbedürfnisse, 3. Die Bedürfnisse nach Liebe, Zuneigung und Zugehörigkeit, 4. Die Bedürfnisse nach Wertschätzung und 5. Die Bedürfnisse nach Selbstverwirklichung (vgl. Maslow (1943)).

2.1 Einflussfaktoren

Aus dem Wunsch nach Bedürfnisbefriedigung ergibt sich der Wunsch nach Mobilität, woraus wiederum Verkehr entsteht. Das individuelle Mobilitäts- und Verkehrsverhalten wird von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst.¹⁹ Die Einflussfaktoren können in äußere und personenbezogene Faktoren unterschieden werden, wobei auch nochmal weiter in verschiedene Lebensstil-Cluster differenziert werden kann. Die personenbezogenen Faktoren bezeichnen den Anteil an der Entscheidung, der aus einem selbst kommt. Äußere Faktoren kommen aus dem Umfeld der Person.

2.1.1 Äußere Einflüsse

Zu äußeren Einflüssen zählen sämtliche größtenteils objektive und messbare Faktoren, die den Handlungsspielraum eines Individuums festlegen. Dazu gehören u.a. Infrastruktur und Siedlungsstruktur einer Region, aber auch politische, ökonomische, gesellschaftliche und technologische Faktoren.

Wirtschaft und Politik

Ein Großteil des Verkehrs entsteht im Zusammenhang mit dem ausgeübten Beruf. Regionen, die viele Arbeitsplätze bieten, sind attraktiv für Arbeitnehmer und ziehen Verkehr an. Politische Entscheidungen im Bereich der Verkehrsinfrastruktur v.a. im Zusammenhang mit Standortentwicklungen sorgen darüber hinaus dafür, dass bestimmte Regionen an Attraktivität gewinnen. Dies führt zu einer Verstärkung des Verkehrsaufkommens in diese Gebiete.²⁰

Gesellschaft

Darüber hinaus existieren gesellschaftliche Aspekte, die Einfluss auf das Mobilitätsverhalten nehmen. Die Tatsache, dass die meisten Leute heutzutage keine Selbstversorger sind, führt dazu, dass zur finanziellen Absicherung des Lebens einer Tätigkeit nachgegangen werden muss. Aufgrund der immer stärker ausdifferenzierten Berufsbilder sind Arbeitnehmer oft hochspezialisierte Fachkräfte, die eine klar definierte Aufgabe zu erfüllen haben, welche Fachwissen erfordert. Dieser Umstand, stärkere räumliche Arbeitsteilung, aber auch veränderte Mobilitätskosten führen dazu, dass ein Arbeitsplatzwechsel oft mit einem Umzug verbunden ist oder sich die Pendelstrecke verlängert und damit die Verkehrsleistung steigt. Dies zeigt unter anderem eine Untersuchung von Dauth und Haller zur Entwicklung von Pendlerdistanzen. Hier wurde festgestellt, dass sich die mittlere Pendlerdistanz sozialversicherungspflichtig Beschäftigter in den Jahren 2000 bis 2014 um 21 % erhöht hat.²¹ Zudem ist die Pendelstrecke bei Personen mit Hochschulabschluss höher im Vergleich zu Personen mit

¹⁹ In dieser Arbeit wird das Mobilitätsverhalten ohne den Einfluss eines Extremereignisses als Mobilitätsverhalten im Alltag oder als Mobilitätsverhalten im Normalfall bezeichnet.

²⁰ Vgl. Ortúzar und Willumsen (2011), S. 143.

²¹ Vgl. Dauth und Haller (2018), S. 1. Teilweise werden andere Pendlerdistanzen genannt, z.B. in Schönfelder (2018), S. 4: 17 km Distanz pro Arbeitsweg. Aber wachsende Pendlerverkehre werden

2. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Alltag

Berufsausbildung und ohne Abschluss. Außerdem zeigt sich bei Betrachtung unterschiedlicher Berufstätigkeiten, dass Ingenieure und Manager den weitesten Pendelweg auf sich nehmen. Die Entwicklung zeigt jedoch auch eine Zunahme der Pendeldistanz bei einfachen (z.B. Gebäudereinigung) und qualifizierten Tätigkeiten (z.B. Handwerker).²²

Raum- und Siedlungsstruktur

Ein weiterer Faktor ist die Raum- und Siedlungsstruktur.²³ Eine dichtere Besiedlung führt zu kürzeren Wegen.²⁴ Zudem existiert ein positiver Zusammenhang zwischen der Siedlungsdichte und dem Angebot bzw. den Voraussetzungen, um zu Fuß zu gehen, Fahrrad zu fahren und den Öffentlichen Verkehr (ÖV) zu nutzen. Dies führt dazu, dass in Agglomerationsräumen der Modal Split, d.h. die Verkehrsmittelnutzung zugunsten dieser Verkehrsmittel ausfallen und damit der eigene Pkw einen geringeren Stellenwert einnimmt.^{25,26} Umgekehrt verhält es sich in ländlicheren Gebieten. Hier dominiert aufgrund der tendenziell größeren Entfernungen, die zurückgelegt werden müssen, und des oft nur dürftig ausgebauten ÖV, der motorisierte Individualverkehr (MIV).²⁷ Betrachtet man jedoch die Mobilitätszeit, d.h. die Zeitspanne, in der Personen unterwegs sind, liegt diese in Ballungsräumen oft höher als im ländlichen Raum.²⁸ Grund hierfür ist, dass in städtischen Gebieten, wie eben angeführt, langsamere Verkehrsmittel dominieren. Zudem entstehen dort öfter Staus.

Nasrollah Mozhdehi untersuchte in seiner Dissertation den Einfluss von Stadtquartiersformen auf das Mobilitätsverhalten am Beispiel der iranischen Stadt Maschhad. Dabei stellten sich die Bevölkerungsdichte und die Nutzungsvielfalt der Stadtviertel als wichtige Einflussfaktoren heraus.²⁹

Zudem sorgen Dichte, Kompaktheit und Nutzungsmischung für ein verkehrssparsames Verhalten, während diese Räume auch die besten Voraussetzungen bieten, um auf einen eigenen Pkw zu verzichten.³⁰

auch dort unter den Herausforderungen im Verkehrsbereich aufgeführt. Die Bundesagentur für Arbeit gibt eine Steigerung der durchschnittlichen Pendlerdistanz in den Jahren 2000 bis 2018 von etwa 7 auf knapp 17 km an (vgl. Bundesministerium des Inneren und für Heimat (BMI) et al. (2021)).

²² Vgl. Dauth und Haller (2018), S. 1, 4f und 7.

²³ Vgl. Schmidt et al. (2013), S. 14ff.

²⁴ Eigene Auswertungen der Wegelängen im MOP von 2018/19.

²⁵ Vgl. infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (infas) und Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e.V. Institut für Verkehrsforschung (2010), S. 33.

²⁶ Ein positiver Zusammenhang zwischen Urbanität und ÖV-Nutzung konnte auch von Simma und Axhausen festgestellt werden (vgl. Simma und Axhausen (2003), S. 29).

²⁷ Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um die Nutzung des Pkw. Der Anteil an Krafträdern ist vernachlässigbar.

²⁸ Eigene Untersuchungen des MOP-Datensatzes 2018/19.

²⁹ Vgl. Mozhdehi (2015), S. i. Darüber hinaus konnte er Einflüsse bei MIV-Besitz sowie beim Geschlecht in Bezug auf die MIV-Nutzung feststellen.

³⁰ Vgl. Lanzendorf und Scheiner (2004), S. 17.

Technologie und Digitalisierung

Technologische Entwicklungen sowie der Zugang zu neuen Mobilitätsformen, die sich hieraus entwickeln, üben ebenfalls einen Einfluss auf das Verhalten aus. Technologien müssen zunächst entwickelt werden, bevor man sie nutzen kann. Darüber hinaus können nur Technologien genutzt werden, zu denen ein Zugang besteht. Einerseits grenzen diese beiden Anforderungen den Handlungsspielraum, in dem sich das Individuum bewegt, ein. Andererseits ergeben sich dadurch für die Individuen, die Zugang zu den neuen Technologien haben, größere Handlungsspielräume. Die Digitalisierung von Arbeitsprozessen führt dazu, dass insbesondere Akademiker häufiger von zu Hause aus arbeiten können. Bei mehreren Homeoffice-Tagen pro Woche geht die Verkehrsleistung der Pendler deutlich zurück.³¹

2.1.2 Personenbezogene Einflussfaktoren

Persönliche Einflüsse lassen sich in objektive und subjektive Faktoren unterteilen. Objektive Einflussgrößen umfassen dabei verifizierbare Faktoren wie Alter oder Geschlecht. Subjektive Einflussfaktoren können in der Regel nicht direkt quantifiziert werden. Vielmehr lassen sich diese aus Handlungen des Individuums ableiten (vgl. hierzu Abschnitt 2.1.3). Zu den subjektiven Faktoren zählen beispielsweise Motive, Wertvorstellungen und Präferenzen.

Alter und Gesundheit

Soziodemografische Eigenschaften wie das Alter, die Haushaltszusammensetzung oder das Einkommen wirken sich stark auf das Mobilitätsverhalten aus. Betrachtet man die vier Dimensionen Verkehrsaufkommen, Verkehrsleistung, Wegzwecke und Verkehrsmittel, so lassen sich in verschiedenen Altersgruppen unterschiedliche Ausprägungen der Variablen erkennen, die sich aus den unterschiedlichen Lebensphasen heraus ergeben, in denen sich die Individuen befinden. Nimmt man eine Unterteilung anhand des Alters vor, so lässt sich grob eine dreigliedrige Unterteilung in die Lebensphasen berufsvorbereitende, berufsausübende und Ruhestandsphase vornehmen.³² In der jüngsten Altersgruppe dominieren Freizeit- und Ausbildungswege. Bzgl. der verwendeten Verkehrsmittel nehmen der MIV als Mitfahrer, der ÖV und das Fahrrad eine wichtige Rolle ein. Die Verkehrsleistung ist unterdurchschnittlich.

In der mittleren Altersphase, der Berufstätigkeitsphase, verändert sich die Bedeutung der Wegzwecke. Die Ausübung des Berufs führt zu Arbeitswegen. Außerdem werden Einkaufswege wichtiger. Im Gegenzug verringert sich die Bedeutung von Ausbildungs- und Freizeitwegen. Der Modal Split ändert sich dahingehend, dass der Pkw zum bedeutendsten Verkehrsmittel aufsteigt. Der ÖV verliert stark an Bedeutung. Zudem kommt es zu einem deutlichen Anstieg in der Verkehrsleistung und der Anzahl an Wegen. Der mittlere Altersabschnitt ist der aktivste Zeitraum.³³ In dieser Zeit fällt

³¹ Vgl. infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (infas) et al. (2019), S. 6.

³² Vgl. Tippelt (2006), S. 96-104.

³³ Vgl. infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (infas) et al. (2019), S. 51.

2. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Alltag

der Pkw-Besitz recht hoch aus. Dieser Umstand führt dazu, dass der Pkw aufgrund seiner Vielseitigkeit auch für Wege eingesetzt wird, die früher zu Fuß, mit dem Fahrrad oder mit dem ÖV zurückgelegt wurden.

In der Ruhestandsphase nehmen sowohl Verkehrsaufkommen als auch Verkehrsleistung ab.³⁴ Das Zufußgehen, das Fahrradfahren und der ÖV gewinnen wieder an Bedeutung, insbesondere in der Gruppe der Hochbetagten verliert der MIV an Bedeutung.³⁵ Bei den Wegzwecken gewinnen Freizeitwege wieder an Bedeutung. Außerdem nehmen Einkaufswege sowie private Erledigungen einen großen Stellenwert ein.

Die unterschiedlich hohe Mobilität zeigt sich gut an der Mobilitätsquote, die den Anteil an Personen angibt, die an einem Tag mindestens einen Außer-Haus-Weg machen. Die Mobilität in Deutschland-Erhebung (MiD-Erhebung) von 2017 zeigt, dass die Mobilitätsquote bis zu einem Alter von 59 Jahren bei fast 90 % liegt. Danach fällt sie auf etwa 80 % in den Altersgruppen bis 79 Jahre ab. In der ältesten Gruppe der über 80-Jährigen machen nur noch zwei von drei Personen mindestens einen Weg am Erhebungsstichtag.

Der Gesundheitszustand beeinflusst ebenfalls das Mobilitätsverhalten. Je schlechter dieser ist, desto geringer fällt die Mobilität aus.³⁶ Zudem nimmt die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sich der Gesundheitszustand verschlechtert mit zunehmendem Alter, zu. Daher lässt sich mit zunehmendem Alter eine geringere Teilnahme am Verkehr über einige relevante Kenngrößen ablesen.³⁷ Erstaunlich ist hingegen, dass der Anteil der Fußwege auf hohem Niveau bleibt. Dies lässt den Schluss zu, dass sich die Alltagsmobilität Älterer auf das direkte Wohnumfeld beschränkt. Allerdings ist bei Längsschnittbetrachtungen auch auffällig, dass die älteren Kohorten immer mobiler werden.³⁸ Diese Tatsache lässt sich nicht zuletzt auf die bessere Gesundheit im Lebensabschnitt des Ruhestands zurückführen.³⁹

³⁴ Jedoch konnte im Kohortenvergleich auch festgestellt werden, dass die Mobilität Älterer heutzutage höher als früher ist (vgl. Zmud et al. (2017), S. 17).

³⁵ Vgl. Ecke et al. (2020a), S. 94.

³⁶ Vgl. infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (infas) et al. (2019), S. 6.

³⁷ Als relevante Kenngrößen sind hier Mobilitätsquote (auch bekannt als Verkehrsbeteiligung), Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung gemeint (vgl. infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (infas) et al. (2019), S. 101f).

³⁸ Dies wurde bereits im Abschnitt Alter thematisiert.

³⁹ Vgl. Beckmann (2013), S. 62. Auch ein Vergleich verschiedener Alterskohorten zeigt: Die Gesundheit später geborener Jahrgänge ist in jedem Alter etwas höher (vgl. Börsch-Supan et al. (2020), S. 11).

Geschlecht

Gemessen an Verkehrsleistung und Verkehrsaufkommen sind Frauen insgesamt betrachtet weniger mobil als Männer. Die Mobilitätskennzahlen entwickeln sich in der mittleren Altersphase auseinander. Diese Divergenz hängt meist mit den sich verändernden Lebensumständen bei der Familiengründung zusammen. Die Betreuung und Erziehung von Kindern wirkt sich nach wie vor stärker auf das Leben der Frau als auf das des Mannes aus. Väter sind öfter vollzeitbeschäftigt als Mütter. Unabhängig vom Familienstand lässt sich zudem beobachten, dass in fast allen Altersstufen Frauen stärker den ÖV nutzen als Männer.⁴⁰

Haushaltszusammensetzung

Insgesamt ließ sich in den vergangenen Jahren in der Bevölkerung eine Zunahme der Ein-Personen-Haushalte⁴¹ und der Haushalte ohne Kinder beobachten. Einerseits lassen sich diese Entwicklungen auf längere Ausbildungs- und Studienzeiten zurückführen, sodass die Familiengründung in spätere Altersphasen hinausgeschoben wird. Andererseits nahm der Anteil an Ein-Personen-Haushalten auch in den späteren Altersklassen deutlich zu. Meist handelt es sich hier um alleinstehende Frauen, die aufgrund der höheren Lebenserwartung ihren Lebensabend ohne in einer Partnerschaft zu leben verbringen.⁴² Ein-Personen-Haushalte besitzen unabhängig vom Alter häufig keinen eigenen Pkw. Dies zeigt auch folgende Abbildung 2⁴³, die die Anzahl an Pkw in Abhängigkeit von der Haushaltsgröße im Deutschen Mobilitätspanel (MOP) darstellt:

⁴⁰ Bezogen auf die Verkehrsleistung, vgl. infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (infas) et al. (2019), S. 52.

⁴¹ Der Anteil der Ein-Personen-Haushalte stieg von 1991 bis 2020 um 45 % an (vgl. Statistisches Bundesamt (2022a), S. 28 - 30).

⁴² Allerdings ist seit dem Geburtsjahr 1990 eine Annäherung der Lebenserwartungen von Frauen und Männern zu beobachten. Für im Jahr 1990 Geborene liegt die Differenz bei knapp 9 %, für im Jahr 2020 Geborene liegt sie nur noch bei knapp 6 % (vgl. Verband der Ersatzkassen e.V. (vdek) (2022), S. 7).

⁴³ Eigene Berechnungen auf Basis des MOP-Datensatzes von 2018/19.

2. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Alltag

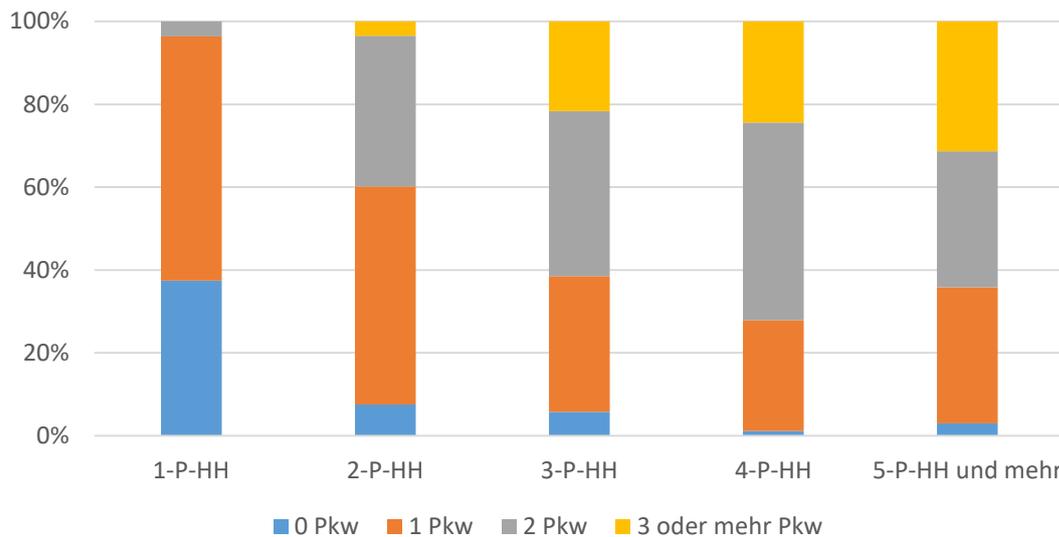


Abbildung 2: Pkw-Verfügbarkeit der Grundgesamtheit im Deutschen Mobilitätspanel (MOP) 2018/19 nach Haushaltsgröße

Die Abbildung zeigt für unterschiedliche Haushaltsgrößen, wie sich die Pkw-Verfügbarkeit darstellt. Die linke Säule zeigt, wie groß der Anteil der Ein-Personen-Haushalte (1-P-HH) ist, der kein, ein, zwei und drei oder mehr Pkw besitzt. In den weiteren Säulen ist die Verteilung in den Zwei- bis 5- und Mehr-Personen-Haushalten (2-P-HH bis 5-P-HH und mehr) dargestellt.

Auch bei Alleinerziehenden ist häufig kein Pkw im Haushalt vorhanden. Im Gegensatz dazu liegt die Pkw-Besitzquote in Mehr-Personen-Haushalten deutlich höher. Insbesondere führt die Anwesenheit von Kindern in den jeweiligen Haushalten zu einer deutlichen Zunahme in der Pkw-Verfügbarkeit. Zudem lässt sich beobachten, dass Haushalte mit Kindern eher in der Vorstadt und ländlicheren Gebieten wohnen, womit ein höherer Pkw-Besitz korreliert.

Beschäftigungsverhältnis und Haushaltseinkommen

Bei Betrachtung der Beschäftigung weisen Schüler, Studenten und Berufstätige die höchste Mobilität auf, wobei sich bei Berufstätigen nochmal eine höhere Verkehrsleistung als bei Studenten zeigt⁴⁴ und Berufstätige häufiger den Pkw nutzen. Nicht-Erwerbstätige nutzen dagegen wesentlich seltener den Pkw. Dementsprechend verhält es sich umgekehrt beim Zufußgehen, Fahrradfahren und der Nutzung des ÖV. Erwerbstätige nutzen diese drei Verkehrsmittel lediglich für ein Drittel der Wege, wogegen Nicht-Erwerbstätige (einschließlich Studenten) für die Hälfte ihrer Wege das Fahrrad oder den ÖV nutzen oder diese zu Fuß zurücklegen. Schüler, Hausfrauen und -männer sowie Rentner sind weniger mobil.

Neben dem beobachteten Zusammenhang zwischen Beschäftigungsstatus und Mobilitätsverhalten lassen sich auch noch konkrete Zusammenhänge zwischen dem Haushaltseinkommen, das mit dem Beschäftigungsstatus zusammenhängt, und der

⁴⁴ Vgl. infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (infas) et al. (2019), S. 27.

Pkw-Verfügbarkeit erkennen. Zum einen besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Haushaltseinkommen und Pkw-Verfügbarkeit.⁴⁵ Darüber hinaus kann man anhand der Daten der MiD erkennen, dass in besser situierten Haushalten auch häufig mehrere Pkw verfügbar sind.⁴⁶ Sind Pkw erst einmal in einem Haushalt verfügbar, werden diese wie bereits beschrieben auch häufig eingesetzt. Des Weiteren kann ein positiver Zusammenhang zwischen dem Haushaltseinkommen und der Verkehrsleistung beobachtet werden. Dieser Zusammenhang lässt sich zum Teil auch durch die verstärkte Nutzung des oder der Pkw im Haushalt erklären.

2.1.3 Lebensstil-Cluster

Der Lebensstil, der Haltungen, Wertvorstellungen und Normen eines Individuums, aber auch die persönliche Lebenssituation widerspiegelt, übt ebenfalls einen entscheidenden Einfluss auf die Mobilität aus.

Jürgens und Kasper untersuchten den Zusammenhang zwischen Pkw-Ausstattung von Haushalten bzw. Ausstattung mit ÖV-Zeitkarten und unterschiedlichen Variablen und konnten dabei feststellen, dass der Pkw-Besitz vom Haushaltstyp und Einkommen abhängt. Die Lebenslage weist einen großen Erklärungsgehalt zur Pkw-Ausstattung der untersuchten Haushalte auf. In der Studie werden unter der Variable Lebenslage das Alter, das Geschlecht, der Haushaltstyp, die Schulbildung, das Einkommen, die Erwerbstätigkeit, die berufliche Position und die Nationalität subsummiert. Vor allem in Familien und in Paarhaushalten werden öfter Pkw genutzt. Auch das Gebiet, in dem ein Haushalt wohnt, spielt eine wichtige Rolle.⁴⁷ In den Umlandgebieten besitzen die Befragten der Studie unterdurchschnittlich oft eine ÖV-Zeitkarte. Die größte Korrelation konnten für den ÖV-Zeitkartenbesitz bei der Lebensphase und dem Raum aufgezeigt werden.⁴⁸ Die Ausstattung eines Haushaltes beeinflusst wiederum wesentlich das Mobilitätsverhalten der Personen des Haushaltes.

Eine Studie aus Nordrhein-Westfalen, die den Zusammenhang zwischen Verkehrsmittelnutzung und sozialem Milieu untersucht, unterteilt die Stichprobe der durchgeführten Befragung in sechs Personengruppen⁴⁹:

- Ältere, traditionelle Milieus: Ältere Personen; meist über 70 Jahre alt. Viele Rentnerinnen und Rentner sowie Pensionärinnen und Pensionäre. Unterschiedliche Bildungsniveaus und unterschiedliche Einkommen. Ordnung, Sicherheit und Stabilität suchend. Wunsch, Überkommenes und Gewohntes zu bewahren. Bescheidenheit in den Konsumansprüchen. Wahrnehmung vielfältiger Bedrohungen in

⁴⁵ Vgl. Kuhnimhof et al. (2019), S. 37 und S. 127.

⁴⁶ Vgl. infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (infas) et al. (2019), S. 34f.

⁴⁷ Vgl. Jürgens und Kasper (2006), S. 127: Die Pkw-Verfügbarkeit nimmt von der Innenstadt zum suburbanen Wohnort zu. Vgl. hierzu auch den Abschnitt zur Raum- und Siedlungsstruktur.

⁴⁸ Vgl. Jürgens und Kasper (2006), S. 126f. Schüler, Studenten und Auszubildende weisen den höchsten Ausstattungsgrad mit ÖV-Zeitkarten auf.

⁴⁹ Vgl. Schmitt et al. (2018), S. 74f.

2. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Alltag

der Gesellschaft; Rückzug in die Privatsphäre. Lebensmotto: Hoffentlich bleibt alles so, wie es ist.

- Gehobene Milieus: Mittlere und höhere Altersgruppen (40 bis 70 Jahre). Höheres Bildungsniveau, höhere Einkommen. Status- und erfolgsorientiert. Selbstbild als Leistungsträger in der Gesellschaft. Ausgeprägte Orientierung an wirtschaftlicher Effizienz und den Erfordernissen der Märkte. Hohe Qualitäts- und Exklusivitätsansprüche im Konsum. Lebensmotto: Auf das Erreichte stolz sein und es genießen.
- Bürgerlicher Mainstream: Mittlere und höhere Altersgruppen (40 bis 70 Jahre). Mittlere Formalbildung, mittlere Einkommen. Selbstbild als Mitte der Gesellschaft, aber zunehmend Ängste vor sozialem Abstieg. Streben nach sozialer und beruflicher Absicherung; Bereitschaft, sich hierfür anzustrengen – aber zunehmend Zweifel, ob das den gewünschten Erfolg hat. Starkes Gemeinschaftsgefühl. An Komfort und Bequemlichkeit orientiert. Ausgeprägtes Preis-Leistungsbewusstsein. Lebensmotto: Dazugehören, integriert sein.
- Einfache, prekäre Milieus: Alle Altersgruppen. Niedrige Formalbildung, geringe Einkommen. Teilhabe an Konsum und sozialem Leben stark eingeschränkt. Ziele: Die Dinge geregelt bekommen, den Job durch- und behalten, sich und die Familie versorgen, die alltäglichen Routinen bewältigen – und dabei nicht negativ auffallen. Resignierte Haltung in Bezug auf die Zukunftsaussichten. Lebensmotto: Über die Runden kommen.
- Kritisch-kreative Milieus: Unterschiedliche Altersgruppen. Mittlere oder höhere Formalbildung, breites Spektrum unterschiedlicher Einkommen. Aufgeklärt, welt-offen, tolerant. Streben nach Unabhängigkeit und Selbstverwirklichung: Sein eigenes Ding durchziehen, sich nicht unkritisch anpassen, die Verhältnisse hinterfragen, sich ein eigenes Urteil bilden. Vielfältige intellektuelle und kulturelle Interessen. Lebensmotto: Verantwortlich und sinnvoll leben.
- Junge, adaptive Milieus: Jüngste Altersgruppe: Unter 30 Jahre. Die meisten sind noch in Ausbildung und oft von ihren Eltern finanziell abhängig. Sie sind in einer zunehmend digitalisierten Alltagswelt groß geworden. Der Konsum und das Gestalten digitaler Inhalte sind für sie selbstverständlich; die globalisierte Welt ist für sie selbstverständlich. Die Zukunft ist voller Unsicherheiten und eigentlich nicht planbar. Sie weisen einen hohen Grad an Mobilität und Flexibilität auf, um den Wettbewerbsanforderungen standzuhalten. Familie ist als (einzig) sicherer Anker in einer unübersichtlichen Welt extrem wichtig. Lebensmotto: Seinen Platz finden.

Die prozentuale Aufteilung der Stichprobe auf die sechs Gruppen ist in der nachfolgenden Tabelle 1 zu sehen. Es sei darauf hingewiesen, dass in der vorliegenden Arbeit rundungsbedingte Abweichungen in der Zeilen- oder Spaltensumme in Tabellen oder Abbildungen grundsätzlich vorkommen können.

Tabelle 1: Anteil an Stichprobe in der Befragung⁵⁰

Bezeichnung des Milieus	Anteil an Stichprobe
Ältere, traditionelle Milieus	14 %
Gehobene Milieus	14 %
Bürgerlicher Mainstream	26 %
Einfache, prekäre Milieus	16 %
Kritisch-kreative Milieus	14 %
Junge, adaptive Milieus	16 %

Eine getrennte Auswertung der Verkehrsmittelnutzung in den einzelnen aufgeführten Milieus führte zu folgenden Ergebnissen:⁵¹

- Das gehobene, Mainstream- und einfach, prekäre Milieu nutzt am häufigsten das Auto für Arbeits- und Ausbildungswege.
- Das gehobene, Mainstream- und kritisch-kreative Milieu verwendet am häufigsten das Auto für Erledigungen.
- Im jungen, adaptiven Milieu werden besonders oft der ÖPNV und das Fahrrad für Arbeits- und Ausbildungswege benutzt.
- Im kritisch-kreativen Milieu wird über alle untersuchten Zwecke hinweg das Fahrrad überdurchschnittlich häufig genutzt.
- Freizeitwege werden im kritisch-kreativen Milieu am häufigsten mit dem Fahrrad gemacht.

Insgesamt betrachtet ist der Erklärungsgehalt von subjektiven persönlichen Einflussgrößen wie Wertvorstellungen aufgrund ihres Wesens jedoch nicht einfach zu bestimmen. Darüber hinaus existieren nicht messbare Parameter, die das Mobilitätsverhalten im Alltag beeinflussen. Die Einflussfaktoren auf das Mobilitätsverhalten stehen wiederum in gegenseitiger Abhängigkeit.

2.2 Alltägliche Mobilität

2.2.1 Literaturüberblick

Die Mobilität privater Haushalte wird in regelmäßigen Abständen in deutschlandweit durchgeführten Befragungen erhoben. Nachfolgend werden Erhebungen, auf die im Weiteren verwiesen wird, überblicksartig vorgestellt. In diesem Abschnitt werden außerdem Ergebnisse aus Verkehrserhebungen zum Mobilitätsverhalten in Deutschland zusammenfassend wiedergegeben.

⁵⁰ Vgl. Schmitt et al. (2018), S. 76

⁵¹ Vgl. Schmitt et al. (2018), S. 81f.

2. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Alltag

Das Deutsche Mobilitätspanel (MOP) ist eine jährlich vom Institut für Verkehrswesen (IfV) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) durchgeführte Verkehrserhebung, die vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) in Auftrag gegeben wird. Es handelt sich hierbei um eine Haushaltsbefragung, die aus zwei Teilen besteht. Im Laufe eines Erhebungsdurchlaufs wird im Herbst die Alltagsmobilität⁵² der repräsentativ ausgewählten Haushalte erfasst. Dazu füllen alle Personen ab 10 Jahren in den ausgewählten Haushalten ein Wegetagebuch aus. Dort werden alle im Laufe einer Woche zurückgelegten Wege erfasst (Datum, Abfahrts- und Ankunftszeit, verwendete(s) Verkehrsmittel, Wegzweck und Entfernung). Zusätzlich werden Eigenschaften der befragten Personen und Haushalte erfasst, die Einfluss auf das Mobilitätsverhalten haben, z.B. Alter und Berufstätigkeit der Personen oder auch Pkw-Besitz und Haushaltsgröße. Die Haushalte, die Pkw besitzen, sollen im Frühjahr nach der Erhebung der Alltagsmobilität die Tankvorgänge und Fahrleistungen ihrer Pkw im sog. Tankbuch erfassen. Diese Erfassung erfolgt über einen Zeitraum von acht Wochen.

Beim MOP handelt es sich um eine Panelerhebung mit rotierender Stichprobe: Die ausgewählten Haushalte werden gebeten, in drei aufeinanderfolgenden Jahren an der Erhebung teilzunehmen. In jedem Jahr wird ein Teil der Haushalte der Stichprobe ausgetauscht, so dass sich immer Haushalte, die zum ersten Mal, bereits das zweite Mal und schon zum dritten Mal an der Erhebung teilnehmen, in der Stichprobe befinden.⁵³ Die Erhebungszeiträume werden so gewählt, dass sie keine Schulferien oder Feiertage abdecken. Die rotierende Stichprobe des MOP stellt ein Alleinstellungsmerkmal im Vergleich zu den meisten anderen Verkehrserhebungen dar.

Das Abfragen der Mobilität über einen Zeitraum von sieben Tagen kann zu Berichtsmüdigkeitseffekten führen. Man bezeichnet damit den Hang von Personen, nach einiger Zeit ihr Mobilitätsverhalten nicht mehr vollständig und im erfragten Detaillierungsgrad zu berichten. Zum Beispiel fassen sie dann kurze Wege mit sich anschließenden längeren Wegen zusammen.⁵⁴ Durch die Panelerhebung werden Längsschnittauswertungen ermöglicht, allerdings birgt dieses Erhebungsdesign eine höhere Gefahr für Berichtsmüdigkeitseffekte.

Die Verkehrserhebung „System repräsentativer Verkehrsbefragungen“ (SrV) wird von der Technischen Universität Dresden (TU Dresden) durchgeführt. Im Jahr 2018 erfolgte die elfte Durchführung, die 118 Untersuchungsräume umfasste. Der Erhebungsrhythmus beträgt meist fünf Jahre. Im Gegensatz zur MOP-Erhebung liegt der Fokus in den Erhebungen der SrV auf dem Gewinn von Daten zum Verkehrsverhalten in ausgewählten Städten und Regionen.⁵⁵ Der hier gewählte Fokus auf Städte lässt dementsprechend die Ableitung stadtspezifischer Kennziffern zu. Dadurch lassen

⁵² Im MOP entspricht die Alltagsmobilität der Mobilität in einer Woche von Montag bis Sonntag.

⁵³ Man spricht von drei Kohorten im jeweiligen Erhebungsdurchlauf.

⁵⁴ Vgl. Ecke et al. (2020b), S. 26.

⁵⁵ Vgl. Hubrich et al. (2019), S. 1 und 3.

sich neben allgemeineren Erkenntnissen aus dem MOP auch detailliertere und verlässliche Aussagen zu einzelnen Städten treffen.⁵⁶ Die SrV-Befragung wird auch regelmäßig in Dresden durchgeführt. Auftraggeber sind hier die Landeshauptstadt Dresden, die Dresdner Verkehrsbetriebe AG sowie die Verkehrsverbund Oberelbe GmbH.⁵⁷

Die Befragung besteht aus einem haushalts-, einem personen- und einem stichtagsbezogenen Teil, d.h. es wird die Mobilität an einem bestimmten Stichtag im Rahmen eines Wegetagebuchs erfasst. Im Gegensatz zum MOP ist der Erhebungszeitraum für jede Person kleiner. Zudem umfassen die als Stichtage ausgewählten Daten nur mittlere Wochentage, d.h. die Wochentage Dienstag, Mittwoch oder Donnerstag. Wie im MOP wird darauf geachtet, dass es sich nicht um Feier- oder Ferientage im jeweiligen Bundesland handelt. Während im MOP alle Personen ab 10 Jahren ein Wegetagebuch ausfüllen sollen, besteht im SrV kein Mindestalter. Bei jüngeren Kindern werden grundsätzlich dieselben Weginformationen wie bei allen anderen abgefragt. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Informationen von Erwachsenen desselben Haushalts übermittelt werden.⁵⁸

Während in der SrV-Befragung das Verhalten der ausgewählten Haushalte an nur einem Wochentag erhoben wird, ist der Befragungszeitraum der Erhebung insgesamt betrachtet deutlich länger als im MOP, wo sich die Befragungswelle zur Alltagsmobilität auf den Herbst/Winter konzentriert. Die nachfolgende Abbildung 3 zeigt die Stichtage für Sachsen im Erhebungszeitraum 2018 des SrV.⁵⁹

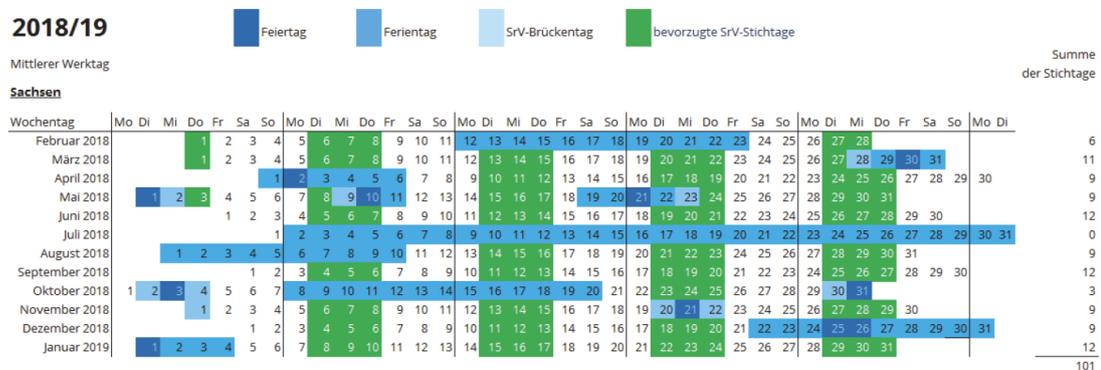


Abbildung 3: Erhebungszeiträume in der SrV-Befragung 2018

Wie sich erkennen lässt, werden das gesamte Jahr hindurch Stichtage für die Erhebung benannt. Im Gegensatz zum MOP handelt es sich bei der SrV-Erhebung nicht um eine Panelbefragung. Die Stichprobe wird in jedem Erhebungsdurchlauf neu gezogen.

⁵⁶ Es ist möglich innerhalb des MOP postleitzahlbezogenen Einschränkungen der Grundgesamtheit für die Auswertung vorzunehmen und so ebenfalls ortsbezogene Auswertungen zu erstellen. Dazu wird jedoch eine Verkleinerung der Stichprobe in Kauf genommen, wodurch die Verlässlichkeit der Aussagen sinkt.

⁵⁷ Vgl. Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) et al. (2020), S. 2.

⁵⁸ Vgl. Hubrich et al. (2019), S. 18 und S. 27.

⁵⁹ Vgl. Hubrich et al. (2019), S. Anhang I-4.

2. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Alltag

Eine weitere Quelle, die herangezogen werden könnte, stellt die Mobilität in Deutschlandstudie (MiD) dar. Diese wurde 2017 bereits zum dritten Mal durchgeführt.⁶⁰ Der Aufbau der MiD-Erhebung ähnelt dem bereits beschriebenen im MOP und im SrV. Die MiD-Erhebung gliedert sich in zwei Phasen. In der ersten Phase werden Haushaltsmerkmale erfasst. In einer zweiten Phase werden dann Personenmerkmale und die Mobilität der Personen am vorgegebenen Stichtag erhoben. Zudem werden Informationen zu Reisen mit Übernachtung in den letzten drei Monaten erfasst. Wie im SrV gibt es auch in der MiD-Erhebung kein Mindestalter. Bei Kindern unter 10 Jahren soll die Mobilität durch die Eltern berichtet werden. Die Feldphase des Durchlaufs von 2017 erstreckte sich über mehr als 12 Monate.⁶¹

In den folgenden Kapiteln 2.2.2 und 2.2.3 werden die für die weitere Arbeit wichtigsten Erkenntnisse aus dem MOP und dem SrV wiedergegeben. Es wurde die Entscheidung getroffen, für die vorliegende Arbeit den MOP-Datensatz von 2018/2019 auszuwerten und die Erkenntnisse aus dem SrV-Datensatz von 2018 wiederzugeben. Die Daten, die aus einer im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Erhebung stammen und auf die in Kapitel 6 eingegangen wird, wurden im November und Dezember 2019 erhoben. Um eine möglichst gute Vergleichbarkeit der eigenen erhobenen Daten mit anderen relevanten Erhebungen gewährleisten zu können, wurden die Erhebungsdurchläufe des MOP und des SrV ausgewählt, die zeitlich am dichtesten an der eigenen Erhebung liegen. Zugleich sollten der ausgewählte MOP-Durchlauf und die ausgewählte SrV-Erhebung zeitlich gesehen möglichst eng beieinander liegen, um Verzerrungen beim Vergleich der beiden Datensätze aufgrund der zeitlichen Komponente zu verringern. Die SrV-Erhebung erfolgt in einem 5-Jahres-Rhythmus. Der SrV-Durchgang, der zeitlich gesehen am dichtesten an der eigenen Erhebung liegt, ist der Durchgang von 2018. Dies ist auch der aktuellste derzeit verfügbare Durchlauf. Um insbesondere in diesem Teilkapitel 2.2 die Vergleichbarkeit so gut wie möglich zu gestalten, wurde der MOP-Durchlauf 2018/19 als weiterer auszuwertender Datensatz ausgewählt. Somit überschneiden sich die Erhebungszeiträume der SrV 2018 und des MOP 2018/19. Auf die Möglichkeit, den MOP-Datensatz von 2019/20 zu verwenden, wurde explizit verzichtet. Zwar hat dieser eine zeitliche Überlappung zur eigenen Erhebung, jedoch sind dort womöglich bereits erste Auswirkungen der Corona-Pandemie zu beobachten, die einen Störfaktor darstellen würden.⁶²

Die Alltagsmobilität, die im MOP von 2018/19 erfasst wurde, stammt aus dem Erhebungsdurchlauf zwischen September 2018 und Januar 2019. Der Datensatz vom Durchlauf 2018/2019 beinhaltet das Mobilitätsverhalten der Kohorten 2016, 2017 und 2018. Die Kohorte 2016 ist diejenige, die im Jahr 2016 angeworben wurde und bereits zum dritten Mal am MOP teilnimmt. Dementsprechend handelt es sich bei der Kohorte

⁶⁰ Beteiligt sind das Institut für angewandte Sozialwissenschaft (infas), das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), die IVT Research GmbH und die infas 360 GmbH. Auftraggeber ist das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) (vgl. infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (infas) et al., S. 2).

⁶¹ Vgl. infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (infas) et al., S. 19.

⁶² Der Erhebungszeitraum des Durchlaufs von 2019/20 erstreckt sich von September 2019 bis Februar 2020 (Vgl. Ecke et al. (2020a), S. 17).

2017 um die Teilnehmer, die zum zweiten Mal innerhalb des MOP befragt werden. Die Kohorte 2018 umfasst die neu für die Erhebung gewonnenen Teilnehmer.

Den Kohorten werden unterschiedliche Berichtszeiträume zugewiesen, um so Auswirkungen besonderer Wetterereignisse wie Stürme auf die Erhebung insgesamt zu verringern.

2.2.2 Zentrale Ergebnisse des MOP

Die im Weiteren dargestellten Auswertungen beruhen ausschließlich auf dem Erhebungsteil der Wegetagebücher und den haushalts- und personenbezogenen Daten. Der im Durchlauf 2018/2019 erhobene Datensatz umfasst das Mobilitätsverhalten von 3.118 Personen aus 1.845 Haushalten.⁶³ Neben der Auswertung von Kenngrößen für die Grundgesamtheit der 3.118 Personen wurden speziell für die vorliegende Arbeit auch getrennte Auswertungen für die ländliche und die städtische Bevölkerung⁶⁴ durchgeführt. Zu den allgemeinen Mobilitätskennzahlen gehören die Verkehrsbeteiligung, das Verkehrsaufkommen, die Verkehrsleistung und die Mobilitätszeit. Darüber hinaus werden einige weitere Ergebnisse, die von Interesse sind, vorgestellt.⁶⁵

Die Verkehrsbeteiligung gibt den Anteil der Bevölkerung an, der an einem Stichtag mobil ist, d.h. mindestens einen Weg zurücklegt. Er beträgt insgesamt betrachtet 90 %. Die Verkehrsbeteiligung ist von Montag bis Freitag höher und liegt dann sogar bei 93 %. Am Wochenende beläuft sich die Verkehrsbeteiligung auf 81 %.⁶⁶

Das Verkehrsaufkommen beschreibt die mittlere Anzahl an Wegen pro mobiler Person und Tag. Diese liegt über die gesamte Stichprobe bei 3,28 Wegen, in der Stadt bei 3,30 und auf dem Land bei 3,06 (vgl. Abbildung 4).

⁶³ Vgl. Ecke et al. (2020b), S. 22. Die Stichprobe teilt sich folgendermaßen auf die Kohorten auf: Kohorte 2016: 483 Haushalte, 793 Personen, Kohorte 2017: 618 Haushalte, 1.061 Personen, Kohorte 2018: 744 Haushalte, 1.264 Personen (vgl. Ecke et al. (2020b), S. 22f).

⁶⁴ Zu ländlichen Bewohnern wurden alle Personen gezählt, deren Haushalt zu einer Gemeinde mit bis zu 5.000 Einwohnern gehört. Analog wurden alle Personen in Gemeinden ab 100.000 Einwohnern zu Städten gezählt. Damit lassen sich 13,8 % der Grundgesamtheit der ländlichen Bevölkerung und 34,5 % der städtischen Bevölkerung zurechnen.

⁶⁵ Folgende Ergebnisse beruhen auf eigenen Berechnungen auf Basis der MOP-Daten von 2018/19, außer es werden ausdrücklich andere Quellen angegeben.

⁶⁶ Vgl. Ecke et al. (2020b), S. 36.

2. Mobilitätsbedürfnisse und -verhalten im Alltag

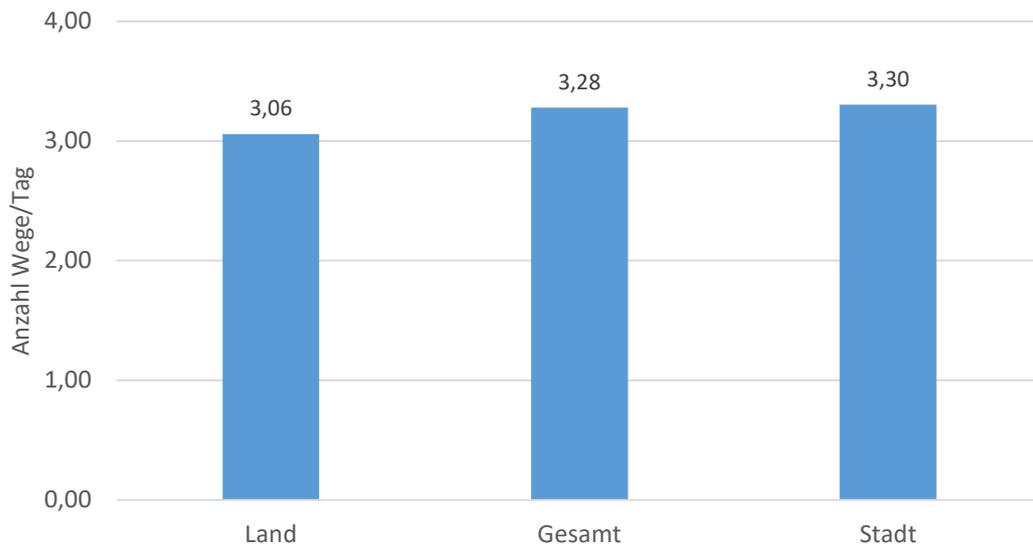


Abbildung 4: Verkehrsaufkommen im Stadt-Land-Vergleich

Die Verkehrsleistung gibt die mittlere zurückgelegte Distanz pro Person und Tag an (vgl. Abbildung 5). Diese liegt über die Gesamtheit der Stichprobe betrachtet bei 43,9 km. Die getrennte Betrachtung der ländlichen und städtischen Bevölkerung zeigt, dass sich die beiden Werte stark unterscheiden. Bei der Landbevölkerung liegt der Wert bei 51,3 km pro Person und Tag, während sie in der Stadt nur 40,1 km beträgt. Dies entspricht einer um 28 % höheren Verkehrsleistung auf dem Land als in der Stadt.

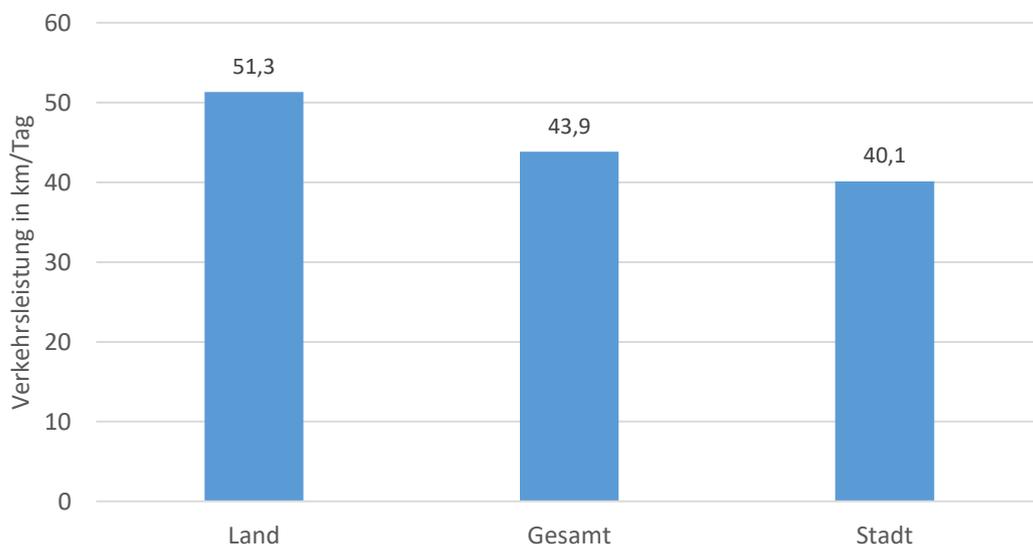


Abbildung 5: Verkehrsleistung im Stadt-Land-Vergleich

Zudem wurde die Mobilitätszeit erfasst und ausgewertet. Die Mobilitätszeit umfasst den Zeitraum, den sich eine Person pro Tag innerhalb eines Verkehrssystems außerhalb von Gebäuden befindet. Sie beläuft sich für die Grundgesamtheit auf 83 Minuten. Bei Betrachtung der beiden Teilstichproben „Stadt“ und „Land“ gibt es wie bereits bei der Verkehrsleistung deutliche Unterschiede zum Mittelwert über die gesamte Stichprobe. In der Stadt beläuft sich die Mobilitätszeit auf 88 Minuten pro Person und Tag,

wohingegen die Mobilitätszeit auf dem Land 79 Minuten pro Person und Tag beträgt (vgl. Abbildung 6).

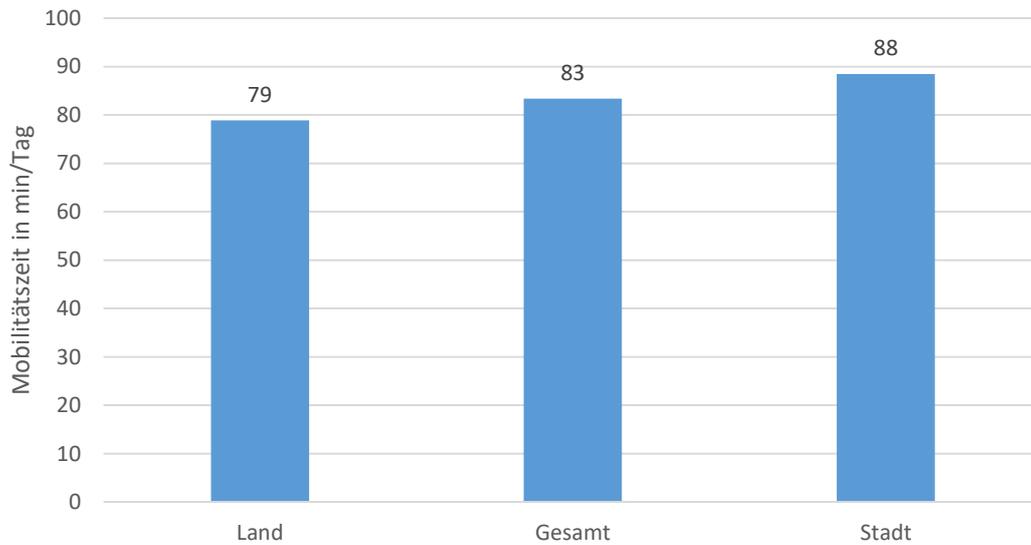


Abbildung 6: Mobilitätszeit im Stadt-Land-Vergleich

Obwohl das Verkehrsaufkommen ähnlich hoch ist, ist die Verkehrsleistung auf dem Land deutlich höher, wohingegen die Mobilitätszeit dort deutlich geringer als in der Stadt ist.

Auch beim Pkw-Besitz lassen sich interessante Aussagen auf Basis der MOP-Auswertung treffen. Die Pkw-Verfügbarkeit⁶⁷ ist mit knapp 88 % insgesamt betrachtet sehr hoch. Bei separater Betrachtung von Stadt und Land lässt sich die noch höhere Bedeutung des Pkw auf dem Land erkennen. Auf dem Land liegt der Pkw-Besitzgrad bei 98 %, 63 % der Landbewohner verfügen über mindestens zwei Pkw im Haushalt, ein Fünftel der Landbewohner geben sogar an, dass drei oder mehr Pkw ihrem Haushalt zur Verfügung stehen. In der Stadt ist der Pkw weniger wichtig. Hier besitzen 76 % der Personen mindestens einen Pkw. Dies bedeutet aber auch, dass knapp ein Viertel der Personen keinen Pkw besitzt (vgl. Abbildung 7).

⁶⁷ Im Gegensatz zur Mobilität wird die Verkehrsmittelausstattung als Haushaltsmerkmal erfasst, so auch die Pkw-Verfügbarkeit. Das heißt Fahrzeuge werden nicht einzelnen Personen, sondern Haushalten zugeordnet. Über die Zuordnung von Personen zu Haushalten konnte jedoch ausgewertet werden, wie sich die Pkw-Verfügbarkeit auf Personenebene darstellt, getrennt nach Stadt und Land. Abweichungen zu 100 % rundungsbedingt.

2. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Alltag

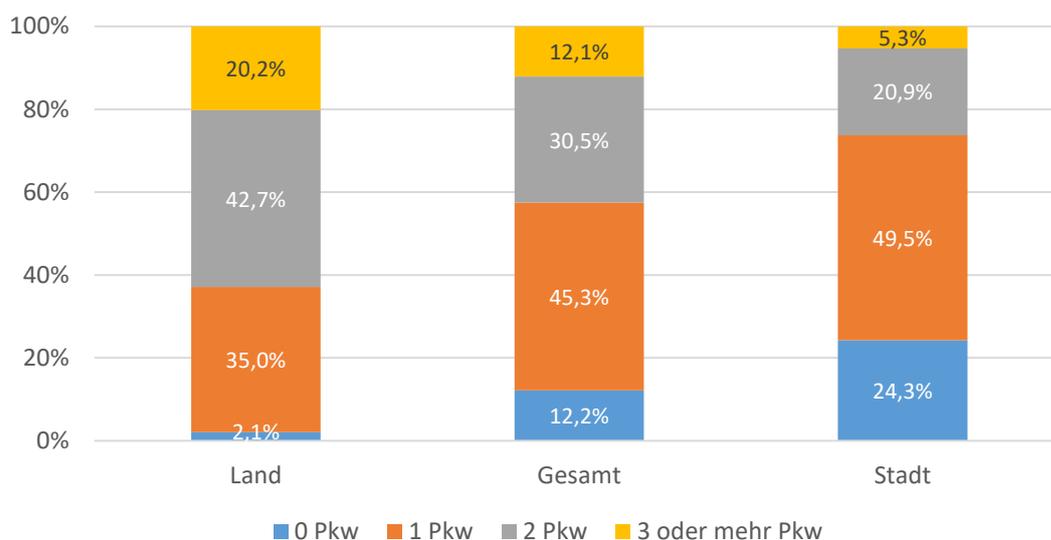


Abbildung 7: Pkw-Verfügbarkeit im Stadt-Land-Vergleich

Die Verkehrsmittelnutzung kann anhand der drei zuvor vorgestellten Kenngrößen zum Verkehrsaufkommen, zur Verkehrsleistung und zur Mobilitätszeit ermittelt werden. Dabei stellt sich unabhängig von der betrachteten Verkehrsmengenkategorie der MIV als das wichtigste Verkehrsmittel heraus (vgl. Tabelle 2⁶⁸).

Tabelle 2: Bedeutung der Verkehrsmittel am Verkehrsaufkommen, der -leistung und der Mobilitätszeit

	Verkehrsaufkommen	Verkehrsleistung	Mobilitätszeit
Fuß	19,6 %	2,3 %	18,4 %
Fahrrad	11,3 %	3,0 %	8,2 %
MIV	58,9 %	70,7 %	51,8 %
ÖV	9,8 %	19,2 %	19,7 %
Sonstige ⁶⁹	0,4 %	4,8 %	2,0 %

Bzgl. der Verkehrsleistung und der Mobilitätszeit ist der ÖV nach dem MIV am zweitwichtigsten. Beim Verkehrsaufkommen und der Mobilitätszeit nehmen Fuß und Fahrrad zusammen einen Anteil von 30,9 % bzw. von 26,6 % ein. Hingegen liegt der Anteil von Fuß und Fahrrad zusammen in der Verkehrsleistung bei lediglich ca. 5 %. Dies legt nahe, dass Zufußgehen und Fahrradfahren vor allem auf kurzen Strecken von Bedeutung sind. Dies bestätigt auch die Auswertung des Verkehrsaufkommens, d.h. die Anzahl an Wegen, nach Distanzklassen in Abbildung 8.

⁶⁸ Abweichungen zu 100 % in der Mobilitätszeit rundungsbedingt. Im weiteren Verlauf der Arbeit liegen teilweise rundungsbedingte Abweichungen in Tabellen und Abbildungen vor. Es wird nicht jedes Mal explizit darauf hingewiesen.

⁶⁹ Unter „Sonstige“ sind Flugzeuge und anderes subsummiert.

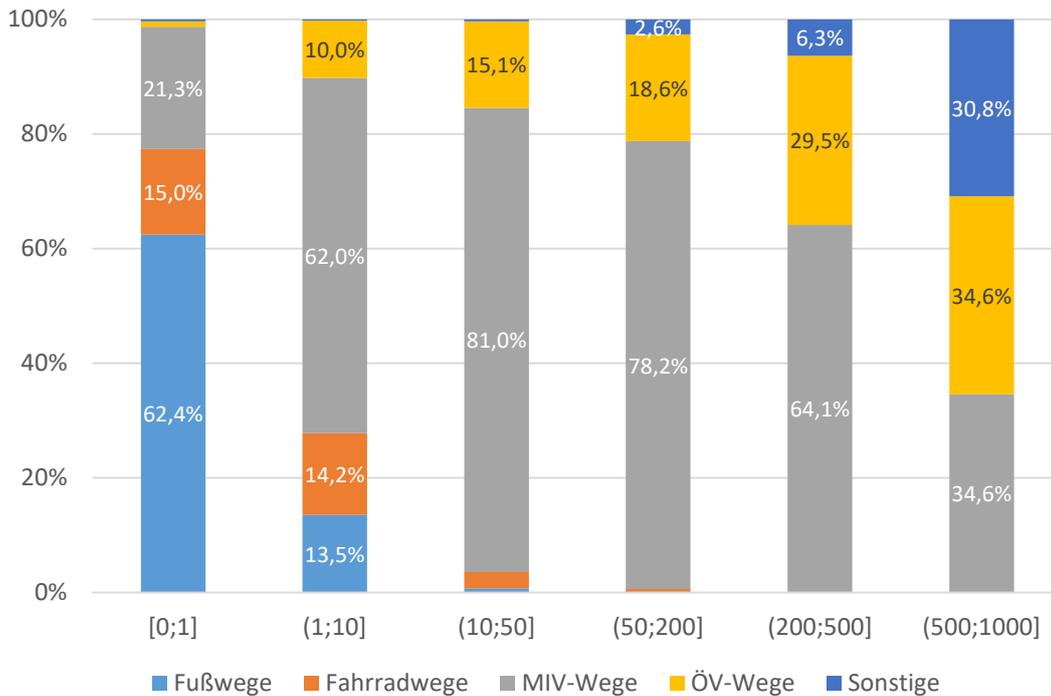


Abbildung 8: Verkehrsmittelwahl nach Distanzklassen am Verkehrsaufkommen

Die erste Spalte zeigt, dass 62,4 % der Wege, die bis einschließlich 1 km lang sind, zu Fuß zurückgelegt werden.

Man erkennt dabei, dass das Zufußgehen und Fahrradfahren nur in den Distanzklassen bis 10 km relevant ist. Die höheren Distanzklassen werden deutlich vom MIV dominiert, wobei auf größeren Distanzen (ab 200 km) auch der ÖV, also der ÖV-Fernverkehr, und sonstige Verkehrsmittel (hauptsächlich das Flugzeug) an Bedeutung gewinnen.

Abschwächend muss zur Verkehrsmittelnutzung und der nur untergeordneten Bedeutung von Fuß und Fahrrad jedoch gesagt werden, dass ein hoher Anteil (73,9 %) an Wegen dem Distanzband von 0 bis 10 km zuzuordnen ist.

Beim Stellenwert der Verkehrsmittel lassen sich deutliche Unterschiede im Stadt-Land-Vergleich erkennen. Wie bereits bei der Betrachtung der Pkw-Verfügbarkeit ersichtlich wurde, spielt der MIV auf dem Land eine größere Rolle als in der Stadt. Über die drei Mobilitätskennzahlen Verkehrsaufkommen, Verkehrsleistung und Mobilitätszeit hinweg betrachtet macht der MIV dort stets mindestens 69 % an der Gesamtheit aus. Die Bedeutung des MIV geht in der Stadt – ebenfalls über alle drei Kennzahlen hinweg – zurück.⁷⁰ Dagegen steigt die Wichtigkeit des Zufußgehens und Fahrradfahrens sowie des ÖV.

⁷⁰ Der MIV-Anteil beträgt bzgl. des Aufkommens in der Stadt nur noch 44 % (Land: 76 %), bzgl. der Leistung 56 % (Land: 83 %) und bzgl. der Mobilitätszeit 40 % (Land: 69 %).

2. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Alltag

Die Relevanz der einzelnen Wegzwecke lässt sich ebenfalls anhand der Kennzahlen zum Verkehr charakterisieren. Hier erfolgte eine Zusammenfassung der Antwortmöglichkeiten im MOP nach sinnvollen Wegzweckkategorien, die in der nachfolgenden Tabelle 3 dargestellt werden.

Tabelle 3: Übersicht zur Zusammenfassung der Wegzweckangaben im MOP

	Angaben im MOP-Datensatz	Zusammenfassung nach Kategorien
Wegzwecke ⁷¹	Weg zur Arbeit	Arbeit
	Dienstlicher/geschäftlicher Weg	
	Weg zur Ausbildungsstätte	Ausbildung
	Besorgung, Einkaufsweg	Besorgung und Service
	Sonstige private Erledigung	
	Jemanden holen, bringen	Bringen und Holen
	Freizeitweg	Freizeit und Rundwege
	Beginn und Ende des Weges am selben Ort, „Rundkurs“ oder Spaziergang	
	Nach Hause	Rückwege und Sonstiges
	Anderes	
	Weg nach außer Haus (z.B. Ferienwohnung, Hotel)	
	Weg zum 2. Wohnsitz	

Rückwege machen bzgl. der Verkehrsleistung etwa die Hälfte der Wege aus. Der Anteil der Rückwege liegt an der Mobilitätszeit und beim Verkehrsaufkommen bei 41 %, wobei der geringere Anteil beim Aufkommen im Vergleich zur Verkehrsleistung auf Wegeketten zurückzuführen ist.

Tabelle 4: Bedeutung der Wegzwecke am Aufkommen, der Leistung und der Zeit

	Verkehrsaufkommen	Verkehrsleistung	Mobilitätszeit
Arbeit	12,7 %	18,5 %	14,5 %
Ausbildung	2,4 %	2,1 %	2,7 %
Besorgung und Service	21,8 %	11,0 %	14,0 %
Bringen und Holen	5,3 %	3,3 %	3,2 %
Freizeit und Rundwege	17,2 %	14,8 %	24,5 %
Rückwege und Sonstiges	40,6 %	50,3 %	41,2 %

Die Spalte zum Verkehrsaufkommen zeigt, dass Arbeitswege im Vergleich mit den übrigen Wegzwecken nicht besonders oft vorkommen, sie machen dafür aber einen relativ gesehen höheren Anteil an der Verkehrsleistung aus. Das heißt Arbeitswege sind im Vergleich zu anderen Wegen seltener, dafür aber länger. Bei Besorgungs- und Servicewegen verhält es sich umgekehrt. Diese kommen häufiger vor, sind dafür

⁷¹ Vgl. Codeplan zur Wegerhebung im MOP 2018/19, S. 5, bereitgestellt durch die Clearingstelle Verkehr des DLR.

aber im Vergleich kürzer. Der Anteil an Freizeit- und Rundwegen nimmt relativ gesehen einen höheren Anteil an der Mobilitätszeit ein als an der Leistung. Wege zur Ausbildung machen über alle Kennzahlen hinweg einen geringen Anteil aus, genauso Bring- und Holwege.

2.2.3 Zentrale Ergebnisse der SrV-Erhebung Dresden

Eine weitere Quelle, die das Mobilitätsverhalten beschreibt, stellt die bereits erwähnte SrV-Erhebung dar. Durch das Augenmerk auf Stadtverkehr können Charakteristiken herausgearbeitet werden, die für Städte im Allgemeinen stehen, die aber auch Unterschiede zwischen den einzelnen Städten deutlich machen.

Im Folgenden werden einige Erkenntnisse aus der Befragung in Dresden im Jahr 2018 dargelegt. Im Jahr 2018 wurden 101 Stichtage für die Erhebung der Mobilität ausgewählt, die außerhalb von Ferienzeiten lagen.⁷² Die Stichprobe für Dresden umfasst 3.231 Personen in 1.761 Haushalten und liegt damit in derselben Größenordnung wie die MOP-Erhebung für ganz Deutschland.⁷³

Der Anteil mobiler Personen liegt in Dresden bei 94 %. Vergleicht man diesen Wert mit dem Wertagswert aus dem MOP für ganz Deutschland, so sind diese etwa gleich hoch. Das Verkehrsaufkommen liegt in Dresden bei 3,8 Wegen pro mobiler Person und Tag. Die spezifische Verkehrsleistung liegt bei 18,7 km pro Tag und Person. Die im Vergleich zum MOP geringe Verkehrsleistung bei gleichzeitig etwas höherem Verkehrsaufkommen ist ein Indiz dafür, dass die Wege in Dresden vergleichsweise kurz sind. Zudem wurden in der Ermittlung der Verkehrsleistung im SrV nur Wege bis maximal 100 km Länge berücksichtigt.⁷⁴ Dresden gehört mit über 550.000 Einwohnern⁷⁵ zu den größten Städten Deutschlands. Die geringere Verkehrsleistung in der SrV-Stichprobe Dresden steht damit in Einklang mit den Erkenntnissen aus Stadt-Land-Vergleichen aus dem MOP. Die Mobilitätszeit beträgt 80 min pro Tag.

Die Haushaltsbefragung zeigt, dass 71,2 % der befragten Haushalte einen oder mehrere Pkw besitzen oder 28,8 % keinen Pkw im Haushalt zur Verfügung haben.⁷⁶

Der Modal Split, d.h. die Verkehrsmittelnutzung, am Verkehrsaufkommen zeigt, dass der Großteil der Wege mit dem MIV zurückgelegt wird. Der MIV-Anteil liegt jedoch im

⁷² Vgl. Hubrich et al. (2019), S. Anhang I-4.

⁷³ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Geschäftsbereich Stadtentwicklung, Bau, Verkehr und Liegenschaften (2020), S. 14. Der Datensatz zeigt, dass 1.347 Haushalte befragt wurden. Durch Gewichtungsfaktoren liegt der Bezugswert bei den Haushalten jedoch bei 1.761.

⁷⁴ Vgl. Gerike et al. (2021), S. 31 und S. 131.

⁷⁵ Vgl. Statistisches Bundesamt (2022b), Stand 31.12.2020.

⁷⁶ Vgl. Gerike et al. (2021), S. 103.

2. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Alltag

Vergleich zum MOP bei lediglich 36 %.^{77,78} Dies bedeutet, dass die übrigen Verkehrsmittel einen Anteil von über 60 % aufweisen. Dabei beträgt der Anteil der Wege zu Fuß 26 %, während 18 % der Wege mit dem Fahrrad erledigt werden. Für 20 % der Wege wird der ÖV genutzt.⁷⁹ Spiegelbildlich zum MIV-Anteil zeigt sich die im Vergleich zum MOP höhere Bedeutung des Zufußgehens, des Fahrradfahrens und des ÖV.⁸⁰

Betrachtet man die Verkehrsmittelnutzung in unterschiedlichen Distanzbändern nach Verkehrsmittel getrennt, so lassen sich in beiden Stichproben ähnliche Tendenzen erkennen. Der MIV dominiert im MOP in allen Entfernungsklassen ab 1 km. Im Nahbereich unter 1 km sind das Zufußgehen und Fahrradfahren von großer Bedeutung. Je größer die Entfernungen sind, desto mehr verlieren nicht-motorisierte Verkehrsmittel an Bedeutung, während MIV und ÖV wichtiger werden.⁸¹ Die Verkehrsmittelnutzung in verschiedenen Distanzen im SrV zeigt, dass dort ebenfalls in allen Distanzbändern ab 1 km der MIV den größten Anteil ausmacht. Auf Wegen bis zu 1 km Länge dominiert das Zufußgehen mit einem Anteil von 71 %. Den größten Anteil hat das Fahrrad in der Distanzklasse zwischen 1 und 3 km – hier liegt der Anteil bei 27 % – allerdings stellt es hier auch nur das zweitwichtigste Verkehrsmittel nach dem MIV dar. Der ÖV erfährt die größte Bedeutung im Distanzband von 5 bis 10 km (33 %), aber auch wieder nach dem MIV, dessen Anteil auf dieser Distanz 48 % ausmacht.⁸²

In der SrV-Befragung finden sich die in nachfolgender Tabelle 5 (erste Spalte) aufgeführten Wegzwecke, die teilweise leicht abweichend zur MOP-Erhebung definiert sind. Auch hier wurde ähnlich wie in Tabelle 3 eine Zusammenfassung nach sinnvollen Wegzweckkategorien vorgenommen und anschließend eine Auswertung durchgeführt.

⁷⁷ Vgl. Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) et al. (2020), S. 4.

⁷⁸ Im MOP liegt der MIV-Anteil am Verkehrsaufkommen insgesamt betrachtet bei 58,9 %, bei Einschränkung der Betrachtung auf die Stadt-Gruppe bei 43,5 % (eigene Berechnungen auf Basis des MOP-Datensatzes von 2018/19).

⁷⁹ Vgl. Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) et al. (2020), S. 4.

⁸⁰ Der Anteil des Zufußgehens liegt im MOP in der Stadt-Gruppe bei 23,6 %, der Anteil der ÖV-Wege bei 17,1 %, während der Fahrradanteil in derselben Grundgesamtheit bei 15,4 % liegt (Eigene Berechnungen auf Basis des MOP-Datensatzes von 2018/19).

⁸¹ Eigene Berechnungen auf Basis des MOP-Datensatzes von 2018/19.

⁸² Vgl. Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) et al. (2020), S. 9.

Tabelle 5: Übersicht zur Zusammenfassung der Wegzweckangaben im SrV

	Angaben im SrV-Datensatz	Zusammenfassung nach Kategorien
Wegzwecke ⁸³	Eigener Arbeitsplatz	Eigener Arbeitsplatz
	Kinderkrippe/-garten	Kita/Schule/Ausbildung
	Grundschule	
	Weiterführende Schule (z.B. Mittelschule, Oberschule, Gymnasium)	
	Berufs-, Fach-, Hochschule	
	Anderer Bildungseinrichtung	
	Einkauf täglicher Bedarf	Einkauf/Dienstleistung
	Sonstiger Einkauf	
	Behördengang, Arztbesuch	
	Dienstleistungseinrichtung (z.B. Post, Bank, Friseur)	
	Kultur, Theater, Kino	Freizeit
	Gaststätte/Kneipe	
	Privater Besuch (fremde Wohnung)	
	Erholung/Sport im Freien (auch Wandern/Hund ausführen u.Ä.)	
	Sportstätte (allgemein)	
	Anderer Freizeitaktivität	
	Anderer Dienstort/-weg	Anderer Zweck
	Bringen und Holen von Personen	
Sonstiges		
Eigene Wohnung	Eigene Wohnung	

Im SrV 2018 konnten folgenden Anteile der Wegzwecke am Verkehrsaufkommen für Dresden beobachtet werden:⁸⁴

Tabelle 6: Anteil der Wegzwecke am Verkehrsaufkommen in SrV 2018

Wegzweck	Anteil am Verkehrsaufkommen
Eigener Arbeitsplatz	14,0 %
Kita/Schule/Ausbildung	10,6 %
Einkauf/Dienstleistung	17,5 %
Freizeit	15,5 %
Anderer Zweck	2,9 %
Eigene Wohnung	39,5 %

Vergleicht man die Anteile in Tabelle 6 mit den Anteilen im MOP in Tabelle 4 zeigen sich größtenteils ähnliche Ausprägungen. Dies gilt für die Kategorien Eigener Arbeitsplatz bzw. Arbeit, Einkauf/Dienstleistung bzw. Besorgung und Service, Freizeit und Eigene Wohnung bzw. Rückwege und Sonstiges. Abweichungen in den übrigen Kategorien lassen sich durch teilweise unterschiedliche Definitionen der Kategorien im

⁸³ Vgl. Gerike et al. (2021), S. 12f und S. 215.

⁸⁴ Vgl. Gerike et al. (2021), S. 215.

2. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Alltag

MOP und im SrV erklären, aber auch durch die unterschiedlichen Grundgesamtheiten. Eine mögliche Erklärung für die deutlicheren Unterschiede in den Anteilen der Ausbildungswege kann sein, dass im SrV die Mobilität aller Personen des ausgewählten Haushalts ohne Altersbeschränkungen erfasst wird, während dies im MOP nur für Personen ab 10 Jahren gilt.

3. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Krisenfall

3.1 Literaturüberblick

Das nun folgende Teilkapitel gibt einen Überblick über bereits vorhandene Literatur im Bereich der Mobilitätsforschung mit Fokus auf Wettereinflüsse, Krisen und Katastrophen. Außerdem wird die Forschungslücke aufgezeigt, die im Rahmen dieser Arbeit geschlossen werden soll.

Mobilitätsverhalten unter Berücksichtigung des Wetters

Anta et al. untersuchten den Einfluss des Wetters und der Verkehrslage auf die Verkehrsmittelwahl bei Pendlern im Raum Barcelona.⁸⁵ Dass Verkehrsmittel, die kaum Schutz vor dem Wetter bieten, durch das Wetter beeinflusst werden (das Zufußgehen, das Fahrradfahren und das Motorradfahren) ist offensichtlich und wurde bereits in anderen Studien untersucht.⁸⁶ Anta et al. konzentrieren sich daher auf die Nutzung von Pkw, Schienengebundenem Personennahverkehr (SPNV) und Bussen und welche Einflüsse das Wetter auf diese Verkehrsmittel ausübt. Methodisch wurden Revealed Preferences- und Stated Preferences-Datensätze untersucht.⁸⁷ In den meisten untersuchten Modellen konnte festgestellt werden, dass der Pkw unter ungünstigen Wetterbedingungen unvorteilhafter im Vergleich zum Bus wird. Der SPNV liefert bei schlechtem Wetter und angespannter Verkehrslage im Vergleich einen höheren Nutzen. Die Verkehrslage übt jedoch einen größeren Einfluss als das Wetter auf den Nutzen aus. Der SPNV wird bei widrigen Wetterverhältnissen auch gegenüber dem Bus präferiert.⁸⁸ Nimmt man die sich durch das Wetter verschlechterte Situation auf der Straße als Einflussfaktor auf die Verkehrsmittelwahl her, so lässt sich die Abstufung der untersuchten Verkehrsmodi gut erklären. Der Schienenverkehr wird durch Staus auf der Straße nicht beeinflusst. Er stellt also denselben Nutzen zur Verfügung, wie wenn kein Stau vorliegt. Der Busverkehr genießt im untersuchten Gebiet in Barcelona das Vorfahrtsrecht gegenüber Privatfahrzeugen. In Stausituationen kommt man mit dem Bus daher besser voran als mit dem eigenen Auto.

Arana et al. analysierten den Einfluss von meteorologischen Bedingungen auf die Verhaltensmuster von Nutzern des ÖV.⁸⁹ Die Untersuchung wurde in der Region Gipuzkoa im Baskenland in Spanien durchgeführt. Im Allgemeinen sind die Sommer kühl und die Winter mild. Ziel der Untersuchung war es, herauszufinden, ob meteorologische Bedingungen das Verhalten von Nutzern des öffentlichen Straßenverkehrs beeinflussen und, falls ja, in welcher Weise. Dabei konnte festgestellt werden, dass

⁸⁵ Vgl. Anta et al. (2016).

⁸⁶ Zum Beispiel in Heinen et al. (2010), Parkin et al. (2008) und Burge et al. (2007).

⁸⁷ Unter Revealed Preferences versteht man die Beobachtung einer in der realen Welt stattgefundenen Entscheidung. Mit Stated Preferences bezeichnet man eine Fragemethode, bei der sich der Befragte für eine Alternative aus einer Auswahl von Alternativen entscheiden soll. Diese Alternativen können auch fiktiv sein.

⁸⁸ Vgl. Anta et al. (2016), S. 347 und S. 353.

⁸⁹ Vgl. Arana et al. (2014), S. 2.

3. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Krisenfall

Regen einen negativen Einfluss auf die Anzahl an Busnutzern hat. Zudem konnte ein negativer Zusammenhang zwischen den Windverhältnissen und der Anzahl an Busnutzern beobachtet werden, während ein Temperaturanstieg positiv mit der Zahl an Busnutzern korreliert ist.⁹⁰

Cools und Creemers prüften den Einfluss von Wettervorhersagen auf aktivitätenbasiertes Mobilitätsverhalten in Flandern in Belgien.⁹¹ Es wurden Pendelwege zur Arbeit und zur Ausbildung sowie Einkaufs- und Freizeitwege untersucht und hierfür analysiert, welche Wetterbedingungen zu Veränderungen im Verhalten führen und wie sich das Verhalten veränderte.⁹² Für jeden der zuvor genannten Wegzwecke und jede Wetterlage wurden die Änderungen im Verhalten untersucht. Unter allen untersuchten Wetterlagen übte Schneefall den größten Einfluss aus: Auf Pendelwegen kam es durch Schneefall oft zu einer zeitlichen Verschiebung und zu einer Änderung der Route. Einkaufs- und Freizeitwege wurden bei Schneefall häufig zeitlich verschoben oder sie fielen vollständig aus. Eine zeitliche Verschiebung von Einkaufswegen kam auch bei Regen und stürmischem Wetter häufiger vor. Im Vergleich der Wegzwecke traten auf Freizeitwegen häufiger Veränderungen in der Verkehrsmittelwahl auf als auf Einkaufs- und Pendelwegen (über alle Wetterlagen betrachtet).

Khattak und de Palma⁹³ evaluierten im Rahmen einer Befragung in Brüssel, inwiefern Wetterbedingungen Einfluss auf Entscheidungen des Mobilitätsverhaltens haben. Es wurde festgestellt, dass schlechte Wetterverhältnisse auf Pkw-Pendler einen wichtigen Einfluss ausüben. Häufig kam es zu Veränderungen in der Abfahrtszeit, teilweise auch bei der Routenwahl. Die Pendler passten ihre Mobilitätsmuster systematisch bei schlechten Wetterverhältnissen an. In der Einordnung des Papers von Khattak und de Palma verwiesen die beiden auf Khattaks Dissertation aus dem Jahr 1991. Inhalt der damaligen Untersuchung war die Analyse der Auswirkungen eines Blizzards in Chicago auf das Mobilitätsverhalten. Hier konnte festgestellt werden, dass mehr als 70 % der Befragten Veränderungen bei Routenwahl oder Abfahrtszeit vornahmen.⁹⁴

Die Übersichtsarbeit von Koetse und Rietveld gibt einen Überblick über die empirische Literatur zu Auswirkungen des Klimawandels und von widrigen Wetterbedingungen auf den Verkehr.⁹⁵ Bestimmte Wege können vollständig wegfallen, Einkäufe im näheren Umfeld erledigt werden und die durchschnittliche Verkehrsleistung zurückgehen. Bei der Modalwahl scheint es plausibel, dass Pkw-Nutzer bei steigendem Niederschlag und sich dadurch aufbauenden Stauphänomenen auf den ÖV umsteigen.

⁹⁰ Vgl. Arana et al. (2014), S. 8f. Untersucht wurden Einkaufswege, Weg zum Zwecke persönlicher Erledigungen und Freizeitwege. Arbeits- und Ausbildungswege wurden nicht untersucht, da es sich hier um verpflichtende Aktivitäten handelt, bei denen der Einfluss des Wetters als gering eingestuft werden kann (vgl. Arana et al. (2014), S. 4).

⁹¹ Vgl. Cools und Creemers (2013).

⁹² Vorgegebene Wetterlagen: kalt, Schneefall, Regen, Nebel, warm, stürmisch. Vorgegebene Verhaltensveränderungen: Verkehrsmittelwahl, zeitliche Verschiebung, örtliche Veränderung, Ausfall, Routenänderung. Vgl. Cools und Creemers (2013), S. 168.

⁹³ Vgl. Khattak und de Palma (1997).

⁹⁴ Vgl. Khattak (1991), S. 201.

⁹⁵ Vgl. Koetse und Rietveld (2009).

Darüber hinaus kann eine Anpassung auf Ebene der Routenwahl rational sein, wenn sich die generalisierten Kosten auf den Routenalternativen verändern. Zeitliche Verschiebungen sind auch möglich.

Liu et al. analysierten den Einfluss von Wetter auf das Mobilitätsverhalten in Schweden.⁹⁶ Dabei wurde der Einfluss des Wetters parallel auf unterschiedliche Größen untersucht. Es wurde festgestellt, dass das Wetter einen weitaus größeren Einfluss auf Nicht-Pendler als auf Pendler hat. Bei Betrachtung der Verkehrsmittel konnten insbesondere beim Fahrrad Effekte nachgewiesen werden. Zudem konnte gezeigt werden, dass sich schlechtes Wetter negativ auf die Anzahl der nicht-obligatorischen Wege auswirkt.

Dieselben Autoren untersuchten in einer anderen Arbeit gezielt den Einfluss der Wetterbedingungen auf die individuelle Verkehrsmittelwahl.⁹⁷ Hier konnte ein Zusammenhang zwischen der Temperatur und den Modal-Split-Anteilen der Modi zu Fuß, Fahrrad, Privat-Pkw sowie Öffentlicher Verkehr nachgewiesen werden, die separat für die vier Jahreszeiten ausgewertet wurden. Dabei stellte sich das Fahrradfahren als der sensibelste Modus heraus, d.h. als der Modus, der am stärksten auf Abweichungen von der Normaltemperatur reagierte. Dies galt auch für Veränderungen, die sich auf Niederschlag beziehen. Überraschenderweise war der Einfluss von Niederschlag auf das Zufußgehen nicht signifikant. Zunehmender Niederschlag führte zu einer geringen, aber konstant zu beobachtenden Steigerung des ÖV-Anteils.

Auch Madre et al. stellten in einer Untersuchung von Nicht-Mobilität in Mobilitätstagebüchern fest, dass schlechtes Wetter ein Grund dafür sein kann, dass kein Weg außer Haus führt.⁹⁸

Tao et al. konnten in einer Untersuchung in Brisbane zeigen, dass die Busnutzung am Wochenende stärker als die werktägliche Busnutzung durch das Wetter beeinflusst wird.⁹⁹ Dies spricht dafür, dass selbst bei Wetterschwankungen die routinemäßigen Wege, d.h. das Pendeln, größtenteils unverändert stattfinden.

Zanni und Ryley untersuchten den Einfluss von extremen Wetterbedingungen auf das Mobilitätsverhalten auf langen Entfernungen in Großbritannien.¹⁰⁰ Dabei wurde festgestellt, dass Frauen ihr Mobilitätsverhalten weniger stark verändern. Auch Personen, die bereits mehrfach extreme Wetterbedingungen erlebt hatten, passten ihr Verhalten weniger stark an. Berufstätige hatten ihre Reisepläne öfter geändert als Nicht-Berufstätige. Allerdings galt dies nicht für Rentner. Diese änderten seltener ihre Pläne. Von Schnee ging laut der in der Untersuchung zugrunde liegenden Befragung die größte Verhaltensänderung aus.

⁹⁶ Vgl. Liu et al. (2015a).

⁹⁷ Vgl. Liu et al. (2015b).

⁹⁸ Vgl. Madre et al. (2007), S. 111.

⁹⁹ Vgl. Tao et al. (2018), S. 165.

¹⁰⁰ Vgl. Zanni und Ryley (2015).

Mobilitätsverhalten mit Bezug zu Krisen und Katastrophen

Zudem wurde eine Literaturrecherche zum Mobilitätsverhalten nach Naturkatastrophen durchgeführt. Naturkatastrophen können in fünf Phasen unterteilt werden: Warnungsphase, Wirkungsphase, Notfallphase, Rehabilitationsphase und Wiederaufbauphase.¹⁰¹ Die letzten drei Phasen sind diejenigen, die für den Untersuchungsfokus von Interesse sind. Zum Mobilitätsverhalten bei kleineren und kurzzeitigen Krisensituationen gibt es einige Untersuchungen. Die Datenlage bei größeren Ereignissen ist dagegen begrenzter.

Lu et al. betrachteten das Mobilitätsverhalten von 1,9 Mio. Mobilfunknutzern im Zeitraum von 42 Tagen vor dem verheerenden Erdbeben auf Haiti bis 341 Tage nach dem Erdbeben im Januar 2010.¹⁰² Etwa zweieinhalb Wochen nach dem Erdbeben war die Bevölkerung in der Hauptstadt Port-au-Prince um schätzungsweise 23 % gesunken. Die Verkehrsleistung stieg. Das Mobilitätsverhalten nach der Krise ähnelte dem Alltagsverhalten, insbesondere, was die aufgesuchten Orte angeht. Dies führt zu der Erkenntnis, dass das Mobilitätsverhalten während Krisen doch vorhersehbarer sein könnte als bislang angenommen. Das Verlassen der Hauptstadt erfolgte mit Verzögerung, was damit erklärt wurde, dass ein vorheriges Verlassen aufgrund verringerter Netzwerkkapazität nicht möglich war. Die Zielwahl in Folge des Erdbebens wies hohe Ähnlichkeit mit der Zielwahl zu normalen Zeiten auf, insbesondere mit den Zielen, zu denen die Menschen soziale Bindungen hatten. Damit ist diese Studie eine der wenigen, die Daten zum Verhalten in normalen Zeiten und zum Verhalten im Krisenfall vergleicht.

Abad und Fillone analysierten in ihrer Arbeit die Auswirkungen von Flutereignissen auf die Verkehrsmittelwahl von Pendlern in der Metropolregion Manila (Philippinen).¹⁰³ Der öffentliche Nahverkehr ist für die Verbindung städtischer Gebiete und die Aufrechterhaltung wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Aktivitäten von entscheidender Bedeutung. Er bietet der Bevölkerung eine wichtige Mobilitätsoption. Daher ist es wichtig, dass er funktioniert und die Bedürfnisse der Reisenden erfüllt. Man geht davon aus, dass durch den Klimawandel in Manila starke Niederschlagsschwankungen auftreten werden. In ihrer Studie versuchten die beiden Autoren daher den Einfluss der von den Fahrgästen gewählten Reiseart zu ermitteln, der im Falle wetterbedingter Reiseunterbrechungen (z.B. Überschwemmungen) auftritt. Unter Reiseart sind vier unterschiedliche Formen des Öffentlichen Verkehrs zu nennen: Sog. Jeepneys (Kleinbusse), Asian Utility Vehicles (AUVs) (ähnlich zu SUVs), Busse und der Schienenverkehr. Hierzu wurde eine schriftliche Befragung (pen-and-paper) durchgeführt. Die Teilnehmer sollten dabei auf ihre vergangenen Erfahrungen Bezug nehmen. Untersucht wurde, welche Variablen eine Veränderung im Mobilitätsverhalten implizieren, wobei die Veränderung des Verhaltens anhand der Variablen Abfahrtszeit, Verkehrsmittel- oder Routenwahl sowie Ausfall der Fahrt ausgewertet wurde. Dabei

¹⁰¹ Nach Guha Sapir und Lechat (1986), S. 118.

¹⁰² Vgl. Lu et al. (2012).

¹⁰³ Vgl. Abad und Fillone (2020).

konnte festgestellt werden, dass sich die Reisezeiten im Normalfall und unter gestörten Bedingungen signifikant unterscheiden. Zudem konnte gezeigt werden, dass die Hochwassercharakteristiken Ort und Dauer sowie die Überflutungshöhe das Mobilitätsverhalten beeinflussen. Bei den Verkehrsmitteln ist eine Veränderung im Verhalten bei den Personen wahrscheinlicher, die üblicherweise straßengebundene Verkehrsmittel nutzen (im Gegensatz zu den Personen, die schienengebundene Verkehrsmittel nutzen).¹⁰⁴

Gray et al. untersuchten das Mobilitätsverhalten nach dem Tsunami 2004 im Indischen Ozean.¹⁰⁵ In der Wiederaufbauphase waren 20 % der Befragten umgezogen. In den betroffenen Gebieten lag der Anteil noch weit höher, sodass die Stärke der Naturkatastrophe eine direkte Auswirkung auf den Umzug zu haben scheint. Es konnte kein Zusammenhang zwischen dem Bildungsstand oder Vermögen der Befragten und dem Wegzug festgestellt werden. Beobachtet werden konnte aber, dass weniger wohlhabende Menschen eher in Auffanglager gingen, während wohlhabendere Personen verstärkt bei Bekannten und Verwandten unterkamen. Beim Geschlecht und Alter konnten keine Unterschiede im Verhalten festgestellt werden.

Im Rahmen einer Analyse der Folgen von Überflutungen in Bangladesch durch Gray und Mueller von 2012 konnte keine langfristige Erhöhung der Mobilität beobachtet werden.¹⁰⁶ Es konnte jedoch festgestellt werden, dass sich in der Wiederaufbauphase die Mobilität eher lokal abspielte.

Kubo et al. befassten sich mit den Auswirkungen des Erdbebens und darauffolgenden Tsunamis in Japan im Jahr 2011.¹⁰⁷ Diese Untersuchung bezieht sich auf das kurzfristige Verhalten nach dem Ereignis in Hitachi City, einer gegenüber Tsunamis besonders anfälligen Stadt. Viele Einwohner wohnen im schmalen und flachen Küstengebiet der Stadt. In der Notfallphase verließen 14.000 Menschen die Stadt und zogen in Auffanglager. Drei Tage später lag die Zahl der Menschen in Auffanglagern jedoch nur noch bei knapp 2.000 Personen. Über zwei Drittel der Befragten gaben an, zu Hause geblieben zu sein. Soziale Kontakte scheinen eine große Rolle auf die Entscheidung, wo in Krisen Unterschlupf gesucht wird, zu spielen. Im Küstenbereich von Hitachi City lebt ein großer Teil der Bevölkerung bereits seit Generationen und steht im engen Kontakt zu Freunden, Verwandten und Nachbarn. Diese Leute blieben größtenteils zu Hause und halfen sich gegenseitig.

Untersuchungen von Song et al., die sich ebenfalls auf Auswirkungen des Tsunami 2011 beziehen, zeigten, dass in der Notfallphase die Mobilität stark rückläufig war.¹⁰⁸ In den nachfolgenden 24 Stunden normalisierte sich das Verhalten. Allerdings konnte beispielsweise das öffentliche Verkehrsnetz oft nicht benutzt werden, wodurch An-

¹⁰⁴ Vgl. Abad und Fillone (2020).

¹⁰⁵ Vgl. Gray et al. (2009).

¹⁰⁶ Vgl. Gray und Mueller (2012).

¹⁰⁷ Vgl. Kubo et al. (2014).

¹⁰⁸ Vgl. Song et al. (2014), S. 7 und S. 10.

3. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Krisenfall

passungen notwendig wurden. Beispielsweise führte der Ausfall des Personennahverkehrs in der Metropolregion Tokio dazu, dass Menschen die Nacht an fremden Orten (Haltestellen, Hotels, Restaurants) oder bei sozialen Kontakten verbringen mussten (Freunden oder Kollegen).

Kowald et al. überprüften den Einfluss sozialer Kontakte auf großräumige Evakuierungsereignisse.¹⁰⁹ Auf Basis einer Literaturrecherche konnte festgestellt werden, dass Kernfamilien gemeinsam evakuieren und die Wahrscheinlichkeit, sich zu evakuieren, in Haushalten mit Kindern größer ist. Zudem ist die Wahrscheinlichkeit bei jüngeren Personen höher als bei älteren. Evakuierungsaufrufen von Behörden wird eher Folge geleistet als von Zivilpersonen, wobei direkte und persönliche Ansprachen stärker wirken als unpersönliche Ansprachen. Evakuierungsereignisse sind bezogen auf ihre Ursache, ihren Umfang und ihre Folgen einzigartige Ereignisse. Diese Tatsache stellt sich als besondere Herausforderung für die Forschung heraus, weil damit ein Vergleich schwer fällt. Panisches Verhalten wird als Ausnahmeerscheinung angesehen.¹¹⁰ Dagegen kann durchaus beobachtet werden, dass sich Menschen persönlich („mit eigenen Augen“) von der Gefahr überzeugen wollen und sich der Gefahrenquelle nähern, anstatt vor ihr zu flüchten. Darüber hinaus gibt es bestimmte Personengruppen, die aus anderen Gründen die betroffene Region aufsuchen, beispielsweise Rettungskräfte, Schaulustige, Reporter oder Wissenschaftler.¹¹¹ Personen, die nicht wohnhaft in den betroffenen Gebieten sind, z.B. Touristen, verlassen häufig als erste die entsprechenden Gebiete, auch ohne Evakuierungsaufrufe.¹¹² Einflüsse des sozioökonomischen Status‘ können nicht eindeutig benannt werden. Einige Untersuchungen zeigen, dass ein höherer Bildungsstandard und höheres Einkommen zu einer gesteigerten Wahrscheinlichkeit, an einer Evakuierung teilzunehmen, führen. Geringere finanzielle Möglichkeiten führen umgekehrt dazu, dass aufgrund mangelnder finanzieller Ausstattung für die Flucht als auch fehlender Anlaufpunkte und Fahrzeuge für die Flucht die Wahrscheinlichkeit zu fliehen sinkt.¹¹³ Hinzu kommt, dass bei ärmeren Personengruppen die Aufgabe des Wohnorts und damit der eventuelle Verlust von Habseligkeiten schwerer wiegen als bei wohlhabenderen Bevölkerungsgruppen.

Evakuierte versuchen nach Möglichkeit bei Freunden oder Verwandten unterzukommen, seltener in Hotels oder Notunterkünften.¹¹⁴ Der fehlende Komfort und das Fehlen von Privatsphäre machen Notunterkünfte zu unattraktiven Alternativen für den äußersten Notfall.¹¹⁵

Zum Einfluss von Straßensperrungen auf den Personenverkehr zeigt eine Studie zum Einsturz der I-35W Brücke über den Mississippi im Jahr 2007: Fast dreiviertel der betroffenen Personen veränderte die Routenwahl, allerdings wechselten auch 6 %

¹⁰⁹ Vgl. Kowald et al. (2011).

¹¹⁰ Vgl. Drabek (1969), S. 341 und Kowald et al. (2011), S. 7.

¹¹¹ Vgl. Kowald et al. (2011), S. 8.

¹¹² Vgl. Quarantelli (1990), S. 8.

¹¹³ Vgl. Fussell (2006).

¹¹⁴ Vgl. Liverman und Wilson (1981), S. 371.

¹¹⁵ Vgl. Mounaim et al. (2020), S. 8.

der Betroffenen das Verkehrsmittel, 61 % der Betroffenen veränderten ihre Zielwahl. Dreiviertel der Betroffenen änderten ihre Abfahrtszeit.¹¹⁶

Des Weiteren kann die Untersuchung von Erdbebenereignissen und deren Auswirkungen von Walton und Lamb angeführt werden.¹¹⁷ Den Teilnehmern der Untersuchung wurden Erdbebensimulationsvideos vorgespielt, woraufhin das hypothetische Verhalten in den ersten 48 Stunden nach dem Erdbeben analysiert wurde. Es zeigte sich, dass die Hälfte der Teilnehmer nach dem Erdbeben mobil wäre, was eine Überlastung des Verkehrsnetzes zur Folge hätte. Teilnehmer, die sich zum Zeitpunkt des vorgegebenen Erdbebens am Arbeitsplatz befanden, machten sich meist auf den Heimweg, um sich mit ihren Familien zu vereinen. Personen, die sich zum Zeitpunkt des Ereignisses zu Hause befanden, wollten sich ebenfalls mit anderen Personen zusammenschließen, waren aber auch daran interessiert, weitere Informationen zur aktuellen Situation einzuholen. Insgesamt zeigte sich, dass der Großteil der Befragten entweder am aktuellen Ort verblieb oder einen Weg zurücklegte und dann an diesem Zielort verblieb. Darüber hinaus konnte festgestellt werden, dass die Schwere des im Video gezeigten Erdbebens einen Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl hatte. Die schwereren Erdbeben führten zu einem vermehrten Zuzug, während ein mittelschweres Ereignis eher zur Nutzung des Pkws führte.¹¹⁸

Die Studien von Khattak und von Koetse und Rietveld, die bereits im Abschnitt zur Literatur zum Einfluss des Wetters angeführt wurden, sollen der Vollständigkeit halber auch hier nochmals erwähnt werden. In Khattaks Arbeit wurden die Auswirkungen eines Blizzards untersucht, der zu Änderungen in der Routenwahl und in der Abfahrtszeit der betroffenen Personen führte.¹¹⁹ Die Übersichtsarbeit von Koetse und Rietveld, zeigt, dass Auswirkungen von Wetterereignissen und des Klimawandels auf vielen Ebenen beobachtet werden können, vom vollständigen Wegfall von Wegen über zeitliche und räumliche Verschiebungen (Zielwahl) bis hin zu Änderungen in der Verkehrsmittel- und in der Routenwahl.¹²⁰

Wie sich zeigt, sind in der Forschung bisher hauptsächlich Verhaltensweisen nach Ereignissen beschrieben worden. Sehr selten konnte das Verhalten vor und nach einem Ereignis dokumentiert und vergleichend gegenübergestellt werden. Die Arbeiten von Lu et al., von Abad und Fillone und von Walton und Lamb können hier allenfalls angeführt werden. Zudem beziehen sich die Erkenntnisse aus Krisen meist auf Evakuierungen. Dieser Forschungslücke hat sich die hier vorliegende Arbeit verschrieben. Für Deutschland konnten keine Untersuchungen zum Mobilitätsverhalten nach Extremereignissen gefunden werden. Für Fragestellungen mit sozioökonomischem Schwerpunkt sind Erhebungen die vorrangig genutzte Forschungsmethode zur Generierung von Daten und Erkenntnissen, sodass das Instrument der Erhebung auch im Rahmen dieser Arbeit verwendet werden wird.

¹¹⁶ Vgl. Zhu et al. (2010), S. 779.

¹¹⁷ Vgl. Walton und Lamb (2009).

¹¹⁸ Vgl. Walton und Lamb (2009), S. 30.

¹¹⁹ Vgl. Khattak (1991), S.201.

¹²⁰ Vgl. Koetse und Rietveld (2009).

3.2 Hypothesen zum Mobilitätsverhalten

Das Mobilitätsverhalten von Personen hängt von unterschiedlichen äußeren und personenbezogenen Faktoren ab.¹²¹ Eine der stärksten äußeren Beeinflussungen stellen extreme Naturereignisse dar, die in ihrer Häufigkeit und Intensität in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen werden.¹²² In der Verkehrsmodellierung findet das sog. Vier-Stufen-Modell Anwendung. Dieses wird im folgenden Abschnitt eingeführt, um hierauf aufbauend einen Analyserahmen für die weitere Arbeit zu erhalten. Ziel ist ausdrücklich nicht, eine Verkehrsmodellierung von Flutereignissen vorzunehmen. Im Anschluss werden potenzielle Auswirkungen von Extremereignissen auf die vier Stufen und im Allgemeinen diskutiert.

3.2.1 Das Vier-Stufen-Modell als Analyserahmen und allgemeine Interdependenzen

Das Vier-Stufen-Modell der Verkehrsmodellierung soll Kategorien liefern, in denen durch das Auftreten von Naturereignissen Verhaltensänderungen in der Mobilität denkbar sind. Dazu erfolgt nun eine Beschreibung der vier Stufen. Der klassische Vier-Stufen-Ansatz der Verkehrsmodellierung umfasst: Verkehrserzeugung, Verkehrsverteilung, Verkehrsmittel- und Routenwahl.¹²³

Der untersuchte Verkehrsraum wird in Zellen unterteilt. Die einzelnen Zellen können Ursprung oder Ziel von durchgeführten Wegen sein. In der Stufe der Verkehrserzeugung wird festgelegt, wie viel Verkehr in einer Zelle entsteht. Das heißt es wird festgestellt wie viele Ortsveränderungen von der betrachteten Zelle ausgehen (sog. Quellverkehr) und wie viele Ortsveränderungen in der betrachteten Zelle enden (sog. Zielverkehr). Durchgangs- und Binnenverkehr zählen nicht zum Verkehrsaufkommen der Zelle. Die Verkehrserzeugung ist unter anderem abhängig von der Anzahl der Einwohner, der Größe der Haushalte und dem Anteil der Erwerbstätigen.¹²⁴

In der Stufe der Verkehrsverteilung werden für die in der Verkehrserzeugung entstandene Verkehre Quelle-Ziel-Beziehungen definiert. Hierzu kann beispielsweise ein Gravitationsansatz verwendet werden. Der von den Zellen angezogene Verkehr hängt von den Strukturdaten der jeweiligen Zielzelle ab und verhält sich vereinfacht dargestellt umgekehrt proportional zur Entfernung der Quellzelle.¹²⁵ In den Verkehrswissenschaften finden neben der Entfernung beim Gravitationsansatz (im Gegensatz zur Physik) weitere Aspekte wie die aufgewendete Zeit und monetäre Kosten Berücksichtigung. Man spricht dann von generalisierten Kosten. Das Ergebnis ist eine Quelle-Ziel-Matrix, die angibt, wie viel Verkehr von einer Quellzelle i in eine Zielzelle j fließt.

¹²¹ Vgl. hierzu Kapitel 2.1.

¹²² Vgl. Kapitel 1.1.

¹²³ Detailliertere Informationen lassen sich beispielsweise Ortúzar und Willumsen (2011) entnehmen.

¹²⁴ Vgl. Kirchhoff (2002), S. 79.

¹²⁵ Vgl. Kirchhoff (2002), S. 80. Dies entspricht dem in der Physik verwendeten Gravitationsmodell.

Im dritten Schritt der Verkehrsmodellierung erfolgt die Verkehrsmittelwahl. Zu den Verkehrsmitteln im städtischen Raum zählen das Zufußgehen, das Fahrrad, der MIV sowie der ÖV, auf die bereits in den Studien in den Teilkapiteln 2.2.2 und 2.2.3 Bezug genommen wurde. Das Zufußgehen und Fahrradfahren werden häufig als nicht-motorisierter Individualverkehr zusammengefasst. Den Gegensatz hierzu bildet der MIV, der Pkw als Fahrer und Mitfahrer sowie Krafträder umfasst. Der Anteil der Fahrten mit dem Kraftrad nimmt jedoch nur einen geringen Anteil am motorisierten Individualverkehr ein, so dass es sich hauptsächlich um Pkw-Nutzung handelt. Zum öffentlichen Verkehr zählen Straßen-, S- und U-Bahnen, Züge und Busse, außerdem Personenfähren und Flugzeuge. Die Verkehrsmittelwahl ist von vielen Faktoren abhängig. Hierzu zählen: Verfügbares Einkommen, Verfügbarkeit von Verkehrsmitteln (die wiederum von Start und Ziel des Weges abhängen sowie von der persönlichen Besitz- oder Mitgliedschaftssituation), Verfügbarkeit von Stellplätzen am Ankunftsort (insbesondere bei Fahrten in den Innenstadtbereich ist diese von großer Bedeutung), Wegzweck, Weglänge, Wegeketten, Witterung, Kosten, die mit der Nutzung der unterschiedlichen Verkehrsmittel einhergehen, und für den Weg aufgewendete Zeit. Hieraus ergeben sich Präferenzen für ein bestimmtes Verkehrsmittel. Ergebnisse sind Quelle-Ziel-Matrizen für jedes der betrachteten Verkehrsmittel. An diesen Quelle-Ziel-Matrizen lässt sich ablesen, wie viele Wege beispielsweise zu Fuß von Zelle i nach Zelle j unternommen werden.

Die Discrete Choice Theorie¹²⁶ liefert einen theoretischen Hintergrund und eine empirische Schätzmethode für die Verkehrsmittelwahl. In der Discrete Choice Theorie wird davon ausgegangen, dass das Individuum vor der Wahl zwischen verschiedenen Möglichkeiten steht. Der wichtigste Gegensatz zur herkömmlichen Konsumtheorie ist der stochastische Term, der in die Berechnung eingeht und auf den im Folgenden eingegangen wird. Zudem sind im Gegensatz zur klassischen Konsumtheorie die Alternativen hier diskret, so dass sich das Individuum für ausschließlich eine der Alternativen entscheiden kann und kein Bündel gewählt wird. Die Entscheidung für eine Alternative ist gleichbedeutend damit, dass man sich gegen alle anderen Alternativen entschieden hat.

Die Routenwahl stellt die vierte Stufe der Verkehrsmodellierung dar. Hier werden die zuvor erzeugten und auf die Verkehrszellen verteilten Wege für jedes der Verkehrsmittel auf Routen verteilt. Man unterscheidet hier zwischen dem Straßennetz für den MIV und die nicht-motorisierten Verkehrsmittel und dem Liniennetz des öffentlichen Verkehrs.

Die Routenwahl wird ebenfalls von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst. Hierzu zählen:

- Kosten der Nutzung der möglichen Routen,
- Länge der verfügbaren Routen,
- aufgewendete Zeit, um die jeweilige Route zurückzulegen,

¹²⁶ Vgl. hierzu beispielsweise Ben-Akiva und Lerman (1985) oder Koppelman und Bhat (2006).

3. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Krisenfall

- Kapazitätsengpässe wie beispielsweise Stau auf bestimmten Straßen,
- Abfahrtszeitpunkt.

Die vier Stufen der Verkehrsmodellierung können nicht als strikt sequentiell ablaufende, voneinander getrennte und aufeinander aufbauende Stufen angesehen werden. Vielmehr ist es in der Realität so, dass sich die Stufen wechselseitig beeinflussen. So kann es beispielsweise durch veränderte Bedingungen der Verkehrsmittel dazu kommen, dass andere Ziele angefahren werden oder dass eine Veränderung in der Verkehrsmittelwahl zu einer Veränderung in der Routenwahl führt.

3.2.2 Auswirkungsebenen eines Hochwassers

Ein Hochwasser kann unterschiedlich starke Auswirkungen nach sich ziehen. Die Auswirkungen eines Hochwassers ergeben sich aus der Stärke des Ereignisses, den Anpassungsstrategien und -fähigkeiten der Betroffenen und den Maßnahmen zur Bewältigung. Man könnte die Auswirkungen in drei Schweregrade einteilen. Auswirkungen, die sich dem höchsten Schweregrad zurechnen lassen, sollten dann in der Regel zu einer Evakuierung der betroffenen Bevölkerung führen. Untersuchungen hierzu sind in der Literatur zu finden, werden im Rahmen dieser Arbeit aber nicht behandelt.

Fallen Auswirkungen eines Hochwasserereignisses schwach aus, sind auf individueller Ebene ggf. kaum Anpassungen zu beobachten. Diese geringfügigen Anpassungen können aus volkswirtschaftlicher Sicht dennoch relevant sein. Dies ist der Fall, wenn es sich um eine Vielzahl an Personen handelt, die betroffen ist, selbst wenn bei den einzelnen Betroffenen nur geringfügige Änderungen im Verhalten zu beobachten sind.

Auswirkungen, die sich der mittleren Schwerekatgorie zurechnen lassen, sollten zu einer messbaren Anpassung im Verhalten der Betroffenen führen, sie sollten jedoch keine Evakuierung zur Folge haben. Diese Art von Auswirkungen wird in der vorliegenden Arbeit betrachtet.

Die vier Stufen der Verkehrsmodellierung liefern Ansatzpunkte für die im Weiteren vorzunehmende Betrachtung der Entscheidungsoptionen privater Haushalte, die unter dem Einfluss eines Hochwassers stehen. Hochwasserereignisse können sich im Vergleich zur normalen Mobilitätssituation auf zwei Arten auswirken: Zum einen kann sich ein Hochwasser auf die Quelle oder das Ziel auswirken, d.h., die Quell- oder die Zielverkehrszelle kann vom Hochwasser betroffen sein. Zum anderen kann aber auch der alltägliche Weg betroffen sein, d.h., die gewohnte Strecke oder das übliche Verkehrsmittel kann durch das Hochwasser beeinflusst werden. Im Weiteren werden die Auswirkungen auf Quelle oder Ziel des Verkehrs und auf den normalen Weg in Bezug auf das Kalkül des Haushalts diskutiert. Die Betroffenheit einer Zelle wird folgendermaßen definiert: Es kommt in einer betrachteten Zelle durch Flusshochwasser,

Sturmfluten oder Sturzfluten zu Überschwemmungen oder Überflutungen. Das heißt, Flüsse treten über die Ufer, es entstehen unkontrollierte Wasserläufe.¹²⁷

3.2.3 Betroffenheit von Quelle und Ziel

Bei einer Hochwasserbetroffenheit von Quelle oder Ziel ist davon auszugehen, dass sich diese hauptsächlich auf die Verkehrsentstehung und die -verteilung auswirkt. Für Personen, die von einem Hochwasser betroffen sind, können sich bezüglich Quelle und Ziel Veränderungen in der Anzahl an durchgeführten Wegen ergeben.

Betroffenheit der Quelle

Im Falle eines besonders starken Hochwassers ist die Evakuierung der Bevölkerung ein realistisches Szenario. Es kann sich dabei um angeordnete und behördlich organisierte Evakuierungen oder aber um ein freiwilliges Verlassen des Wohnortes handeln. Der Ablauf von Evakuierungen wird von Faktoren des Ereignisses, von personen- und haushaltsbezogenen und behördlichen Faktoren beeinflusst. Eine wichtige Rolle spielt auch die Tatsache, ob Betroffene bereits früher einmal eine ähnliche Situation erlebt haben. In einigen Studien wurde die Mobilität spezieller Personengruppen untersucht und es konnten Unterschiede in Abhängigkeit des Geschlechts, der Haushaltsgröße und der Ausstattung des Haushalts mit Pkw beobachtet werden.¹²⁸

Bei Betroffenheit der Quelle beschränken sich die Personen in der betroffenen Zelle auf die wichtigsten, d.h. auf die dringlichsten Wege. Die Wichtigkeit und Prioritäten von Aufgaben können sich im Hochwasserfall im Vergleich zur normalen Woche unterscheiden, wodurch sich Änderungen bezüglich der Wegzwecke ergeben, die das Verkehrsaufkommen und die Verkehrsleistung verursachen. Ein Hochwasserereignis kann zu einer Neugewichtung der Wegzwecke führen.

Denkbar ist, dass der Wegzweck Arbeit in Ausnahmesituationen von untergeordneter Bedeutung ist. Dafür können aber mehr Besorgungswege nötig werden, beispielsweise, wenn aufgrund eines vollgelaufenen Kellers Pumpen oder andere geeignete Maschinen im Baumarkt besorgt oder aufgrund eines Stromausfalls Batterien gekauft werden müssen.

Insbesondere Freizeitwege sollten wegfallen und Servicewege an Bedeutung gewinnen, also die Verkehrszellen wichtiger werden, die zur Erfüllung von Serviceaufgaben fähig sind, allerdings keine Auswirkungen des Hochwassers zu spüren bekommen haben. Zudem gewinnen jene Verkehrszellen an Bedeutung, in denen nahestehende Personen leben, wenn diese in Krisensituationen aufgesucht werden, um dort Asyl zu finden oder beispielsweise Werkzeuge zu holen.

¹²⁷ Unkontrollierte Wasserläufe können auch durch Starkregen entstehen.

¹²⁸ Vgl. hierzu z.B. Sandri et al. (2014).

Betroffenheit des Ziels

Die Betroffenheit von Zielzellen kann dazu führen, dass Arbeitswege nicht mehr zurückgelegt werden, wenn der Arbeitsplatz durch das Hochwasser betroffen wurde und der Betrieb vorübergehend geschlossen ist. Dies kann auch für Ausbildungswege gelten.

Für wichtige Wegzwecke, die in betroffenen Zielzellen liegen, müssen neue Orte angesteuert werden. Ist z.B. das nächstgelegene Einkaufszentrum betroffen, so muss der Einkauf an einem anderen Ort erledigt werden. Dies gilt auch, wenn Lieferketten unterbrochen sind und dadurch Zielzellen entwertet werden.

Wie bereits in der Diskussion der Quellenbetroffenheit beschrieben, kann das Ansteuern von nahestehenden Personen an Bedeutung gewinnen, im Falle von Zielbetroffenheit jedoch mit dem Zweck, diese Personen zu unterstützen. Auch für Personen, die sich als freiwillige Helfer engagieren, ergeben sich neue Ziele, wenn sie in den betroffenen Gebieten ehrenamtlich Hilfe leisten. Zudem ziehen Katastrophen auch Schaulustige an.

Die Betroffenheit von Zielzellen kann zu einer neuen Zielwahl führen, die bereits erläutert wurde. Dadurch können sich andere Wege ergeben und damit auch die Verkehrsmittelwahl indirekt beeinflusst werden. Für eine erhöhte Pkw-Nutzung können erhöhte Transportbedarfe (andere Personen/Mitfahrer und Güter) sprechen. Untersuchungen der Daten des MOP zeigen, dass der MIV in mittleren Entfernungsklassen die höchste Bedeutung hat, während auf kürzeren Distanzen das Zufußgehen und Fahrradfahren wichtig sind (vgl. hierzu auch die Ausführungen in Abschnitt 3.2.4, Abbildung 10). Demnach können in einer Hochwassersituation erzwungene weitere Wege zu einer stärkeren Nutzung des MIV führen, wenn den betroffenen Personen der MIV zur Verfügung steht. Die Veränderung der Zielzellen führt zu einer Veränderung der Route, da der Weg, der dann zurückgelegt werden muss, geografisch und die Entfernung betreffend ein anderer ist. Sollten mehr Ziele im Nahbereich angesteuert werden, so ist ein Zuwachs in den nicht-motorisierten Verkehrsmitteln zu erwarten.

Quelle- und Zielbetroffenheit unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen

Wenn es durch Überflutungen zur vorübergehenden Schließung von Unternehmen, Geschäften oder Schulen kommt, sind Haushalte teilweise dazu gezwungen, andere Orte anzusteuern. Dies resultiert in einer Umverteilung des erzeugten Verkehrs. Zudem kann die Betroffenheit von Haushalten selbst eine Reduktion des entstehenden Verkehrs bedeuten.

Die Wegehäufigkeiten können sich hochwasserbedingt in beide Richtungen verändern. Ob Zunahme oder Abnahme, hängt vom persönlichen Umfeld der jeweiligen Person ab und mit den anfallenden Wegzwecken zusammen, die an Bedeutung gewinnen oder verlieren. Zudem spielt das Ausmaß der Katastrophe eine wichtige Rolle. Es scheint plausibel, dass sich die Anzahl an Wegen erhöht, wenn eine hilfsbedürftige

Person (älter oder krank) im persönlichen Umfeld existiert, die ebenfalls vom Hochwasser betroffen ist, da sie Versorgung benötigt. Untersuchungen zum Mobilitätsverhalten nach Erdbeben zeigten, dass Personen mit Angehörigen in Ausnahmesituationen mobiler werden.¹²⁹

Darüber hinaus scheint es nachvollziehbar, dass sich bei Personen, die Kinder haben, die Anzahl an Wegen erhöht. Dabei kann dasselbe Argument wie im Falle von hilfsbedürftigen Erwachsenen im näheren Umfeld angeführt werden. In akuten Ausnahmesituationen ist es für Eltern von höchster Bedeutung, ihre Kinder in Sicherheit zu wissen, so dass sie dafür (zusätzliche) Wege auf sich nehmen. Einerseits kann es so zu einer zeitlichen Verschiebung von Servicewegen kommen, nämlich dann, wenn es sich um kleinere Kinder handelt, die auch im Alltag¹³⁰ vom Kindergarten, von der Schule oder Freizeitaktivitäten abgeholt oder dort hingebacht werden. Andererseits kann es aber auch zu zusätzlichen Wegen kommen; dann nämlich, wenn es sich um ältere Kinder handelt, die im Normalfall den Schulweg oder Freizeitwege eigenständig zurücklegen, aufgrund der Ausnahmesituation jedoch gebracht und abgeholt werden – sei es aus Sorge der Eltern oder weil die Verwendung der üblicherweise genutzten Verkehrsmittel nicht mehr möglich, zu schwierig oder zu unsicher ist. Dieser Umstand wäre bei den Kindern ein Aspekt der Betroffenheit des Weges oder des Verkehrsmittels, worauf im folgenden Abschnitt eingegangen wird. Bei den Eltern werden hierdurch neue Ziele generiert.

Bei Alleinstehenden ist die Verantwortung gegenüber Betroffenen weniger stark ausgeprägt. Eine Vergewisserung, ob es Freunden und Bekannten gut geht, kann ohne Besuch vor Ort erfolgen, da die Bindung weniger stark ist. Man kann daher davon ausgehen, dass sich hier die Wegehäufigkeit eher reduzieren wird, da nicht-obligatorische Wege, wie Freizeitwege, wegfallen, aber relativ gesehen weniger neue Wege aufgrund der Ausnahmesituation generiert werden.

Bei Kindern kann man davon ausgehen, dass sich die Anzahl an Wegen reduziert. Je nach Schwere und Betroffenheit der Schule oder des Kindergartens sollten sich Dauer und Häufigkeit der Schul- oder Kindergartenbesuche verringern oder diese vollständig ausfallen. Zudem sollten Freizeitwege wie bei Erwachsenen tendenziell rückläufig sein.

In der Personengruppe der Senioren sollte man unterscheiden zwischen den jüngeren Senioren, die sich in der Regel durch gute Gesundheit und eine hohe Aktivität auszeichnen, und den Hochbetagten, die bereits im Alltag kaum mehr mobil sind. In der ersten Gruppe scheint es plausibel, dass sich die Anzahl an Wegen verringert. Junge Senioren haben wenige verpflichtende Wege, die sie zurücklegen müssen, so dass es hier ähnlich wie bei den Alleinstehenden zu einem Rückgang bei den Freizeitwegen kommen sollte. Bei Hochbetagten sollte sich nur ein geringer Unterschied

¹²⁹ Vgl. Walton und Lamb (2009), S. 27.

¹³⁰ Auch in Kapitel 3 ist unter Alltag die Mobilität ohne das Vorliegen extremer Ereignisse zu verstehen.

feststellen lassen, da sie grundsätzlich wenige Wege zurücklegen und ihre Mobilität bereits im Alltag beschränkt ist. Wege, die sie in einer normalen Woche noch zurücklegen, z.B. Spaziergänge in Begleitung, fallen bei Hochwasser weg. Bei Unterbringung in stark betroffenen Versorgungseinrichtungen wie Krankenhäusern oder Altersheimen kann ggf. die Evakuierung des Gebäudes notwendig werden. Dies würde in Folge zu einer Verlegung von Patienten in andere Krankenhäuser oder auch zu einer vorübergehenden Unterbringung in anderen Einrichtungen, die auf die Versorgung von älteren und pflegebedürftigen Personen eingerichtet sind, führen und für ein erhöhtes (einmaliges) Verkehrsaufkommen sorgen.

Zusammenfassend ist eine Umverteilung der Wege vor allem bei aktiveren Personengruppen zu erwarten, d.h. bei Familien oder bei jüngeren Senioren und bei Personen mit hilfsbedürftigen Angehörigen. Neben dem sozialen Umfeld spielt das Ausmaß der persönlichen Betroffenheit eine sehr wichtige Rolle.

3.2.4 Betroffenheit des Weges oder der Verkehrsmittel

Wenn der Weg oder das Verkehrsmittel, der bzw. das normalerweise verwendet wird, von Hochwasser betroffen ist, kann es zu Beeinträchtigungen kommen, auch wenn die Quell- und Zielzellen des Verkehrs nicht betroffen sind. Ist der Weg betroffen, so ist meist auch das Verkehrsmittel betroffen. Zudem sind Veränderungen in der Routenwahl denkbar.

Die Routenwahl kann sich dadurch ändern, dass durch ein Hochwasser normalerweise genutzte Routen nicht mehr befahrbar sind und Umwege entstehen. Darüber hinaus kann es dadurch, dass Routen nicht nutzbar sind, dazu kommen, dass Wege nicht mehr gemacht werden. Dies gilt insbesondere für Wege, die einem untergeordneten Zweck dienen. Aus verkehrstheoretischer Sicht werden die Routenwiderstände durch das Ereignis verändert, wodurch sich der optimale Weg verändert. Umwege sollten insbesondere dann vorkommen, wenn obligatorische Wegzwecke hinter einem Weg stecken.

Umwege sollten all jene in Kauf nehmen, die dringend das Ziel ansteuern müssen. Dementsprechend sind hier wieder Personen mit Familie diejenigen, die am ehesten Veränderungen in der Routenwahl in Kauf nehmen werden. Bei Kindern wird es aufgrund der vorkommenden Wegzwecke bei obligatorischen Wegen (Ausbildung) zu Umwegen kommen. Dies gilt auch für Erwachsene und ihre Wege zur Arbeit. Zudem kann es hier zu einem Wechsel in der Verkehrsmittelwahl kommen. Dies gilt auch für wichtige Servicewege. Bei den Freizeitaktivitäten, die bei Kindern einen Großteil des Verkehrsaufkommens ausmachen, kann davon ausgegangen werden, dass diese aufgrund der relativ geringen Bedeutung teilweise wegfallen. Auch bei Alleinstehenden ist denkbar, dass Freizeitwege wegfallen. Ebenso sollten bei Senioren Freizeitwege entfallen.

In der folgenden Abbildung 9 ist für die Grundgesamtheit aller im Jahr 2018/19 im MOP erfassten Personen die Verkehrsmittelwahl nach Wegzweck dargestellt.¹³¹ Die auf Grundlage des MOP für diese Arbeit durchgeführten Auswertungen spiegeln das Verhalten privater Haushalte in einer normalen Woche wieder.

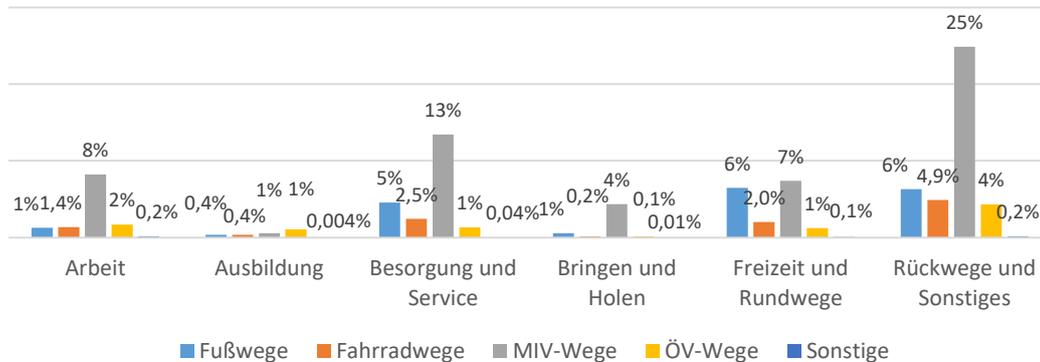


Abbildung 9: Verkehrsmittelanteile am Verkehrsaufkommen nach Wegzweck der Grundgesamtheit im MOP 2018/19

Abbildung 9 zeigt die Verkehrsmittelverwendung über alle Wegzwecke für die Grundgesamtheit im MOP. Die Auswertung beruht auf 1.845 Haushalten, 3.118 Personen und 71.189 zurückgelegten Wegen. Alle Balken zusammen addieren sich auf 100 %.

Für die Interpretation der Abbildung sei auf Folgendes hingewiesen: Für die Zwecke Arbeit, Ausbildung, Besorgung und Service und Freizeit sind jeweils die Hinwege zu diesen Aktivitäten angegeben. Die Rückwege sind der Kategorie Rückwege und Sonstiges zugerechnet. Unter einem Rundweg versteht man einen Weg, der am selben Ort endet wo er gestartet ist, beispielsweise einen Spaziergang oder eine Fahrradtour. Rundwege werden daher den Freizeitwegen zugerechnet.

Wie sich erkennen lässt, stellt der MIV über alle Wegzwecke das wichtigste Verkehrsmittel dar. Hieran lässt sich die Vielseitigkeit des MIV gut erkennen. Insbesondere bei Arbeits- und Besorgungs- und Servicewegen zeigt sich die hohe Bedeutung des Pkw. Demnach könnte die Pkw-Nutzung steigen, wenn in einem Katastrophenfall mehr Besorgungswege als im Normalfall auftreten sollten, solange die Arbeitswege eher stabil bleiben.

Analysiert man die Verkehrsmittelwahl nach Distanzklassen, so zeigt sich, dass im Normalfall nicht-motorisierte Verkehrsmittel in den kürzeren Distanzklassen die höchste Bedeutung haben (vgl. hierzu Abbildung 10¹³²). Eine Einschränkung des Mobilitätsradius könnte demnach zu einer steigenden Bedeutung des Zufußgehens und des Fahrradfahrens führen.

¹³¹ Eigene Berechnung auf Basis des MOP-Datensatzes von 2018/19.

¹³² Eigene Berechnungen auf Basis des MOP-Datensatzes von 2018/19.

3. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Krisenfall

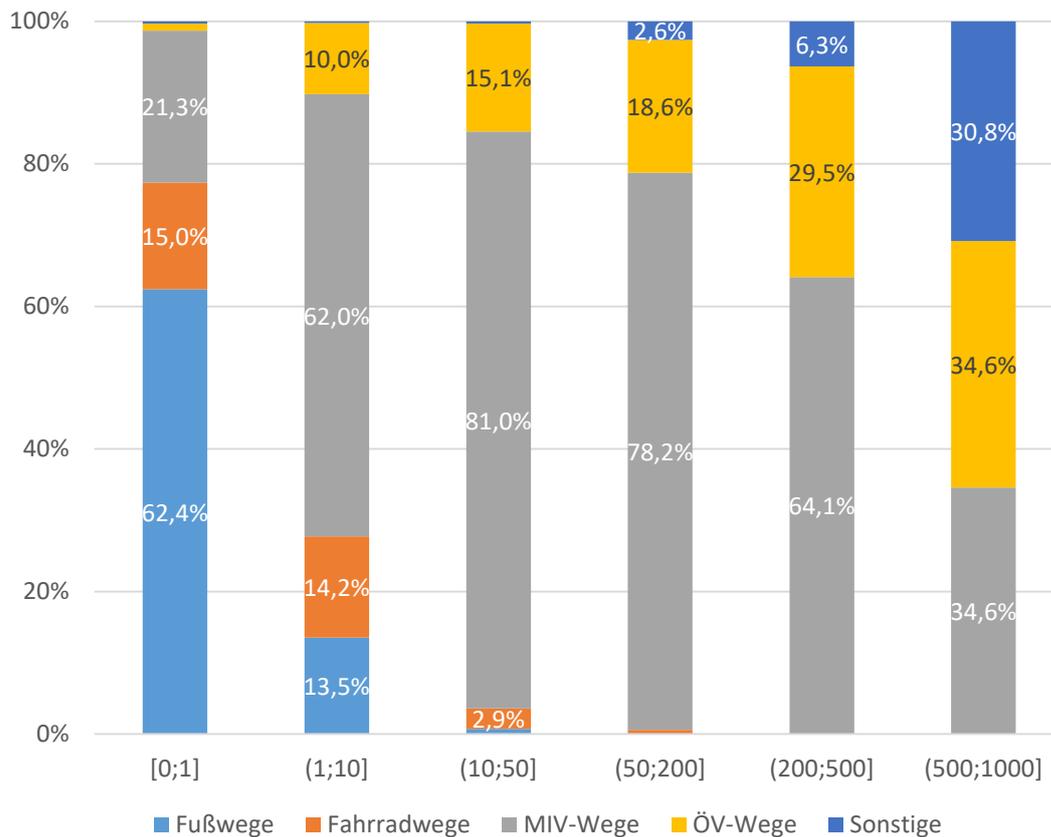


Abbildung 10: Verkehrsmittelwahl nach Distanzklassen am Verkehrsaufkommen

Abbildung 10 zeigt die Verkehrsmittelverwendung über verschiedene Distanzklassen für die Grundgesamtheit im MOP. Die Auswertung beruht auf 1.845 Haushalten, 3.118 Personen und 71.189 zurückgelegten Wegen. Abbildung 10 ist identisch zu Abbildung 8.

Durch Hochwasser sind hauptsächlich Verkehrsinfrastrukturen betroffen. Für die innerstädtische Verkehrsnachfrage ist das Straßennetz von besonderer Bedeutung. Dazu kommt das Schienennetz des ÖPNVs. Kommt es in Folge eines Hochwassers zu einer verringerten Mobilität, ist davon auszugehen, dass regionaler, überregionaler und Fernverkehr an Bedeutung verlieren und damit auch die Verkehrsmodi der mittleren und langen Distanzen. Durch Redundanzen im Schienen- und im Straßennetz wird die Abwicklung des Verkehrs vereinfacht. Da im Straßennetz mehr Redundanzen bestehen als im Schienennetz, ist hier infrastrukturseitig von einer höheren Resilienz auszugehen. Unter Resilienz wird die Fähigkeit eines Systems verstanden, trotz widriger Umstände weiterhin seine Funktion zu erfüllen, wenn auch auf einem niedrigerem Niveau als im Normalfall. Für den Fall, dass sich durch Hochwasser Stauphänomene (auf dem Straßennetz) ergeben, kann der Schienenverkehr Vorteile bieten. Zudem kann der straßengebundene ÖPNV im verstaute Straßennetz im Vorteil sein, wenn ihm Vorfahrtsrechte gewährt werden. Entsprechende Beobachtungen konnten beispielsweise von Anta et al. für Barcelona gemacht werden. In der entsprechenden Studie wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Verkehrssituation (Stau) einen größeren Einfluss als der stauverursachende Grund (das Wetter) hat.¹³³

¹³³ Vgl. Anta et al. (2016).

Die herausragende Stellung des MIV gibt Anlass, sich die Verkehrsmittelwahl von Personen ohne eigenen Pkw im Haushalt anzusehen. Da diese keinen Pkw zur Verfügung haben, müssen sie auf andere Verkehrsmittel zurückgreifen. Die folgende Abbildung 11 zeigt die Verkehrsmittelwahl der im MOP erfassten Wege von Personen, die keinen Pkw im eigenen Haushalt zur Verfügung haben.

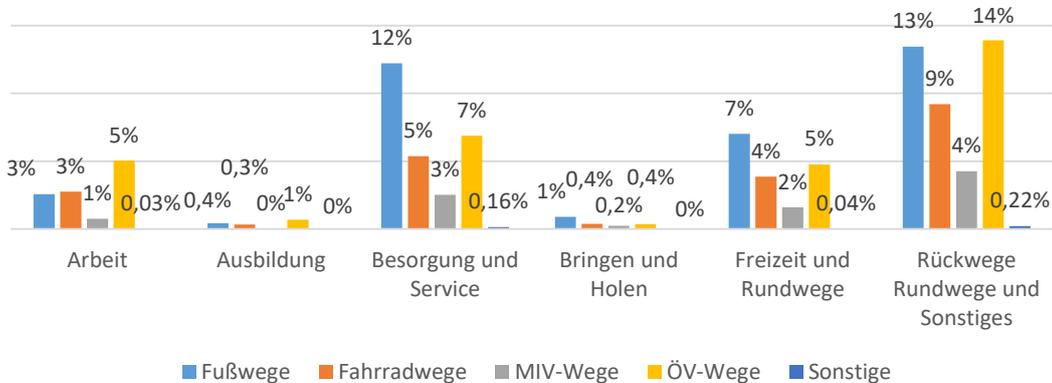


Abbildung 11: Verkehrsmittelanteile am Verkehrsaufkommen nach Wegzweck der Personen ohne Pkw im Haushalt im MOP 2018/19¹³⁴

Abbildung 11 zeigt die Verkehrsmittelverwendung über alle Wegzwecke für Personen ohne Pkw im Haushalt im MOP. Die Auswertung beruht auf 320 Haushalten, 380 Personen und 7.698 zurückgelegten Wegen. Alle Balken zusammen addieren sich auf 100 %.

Wie sich erkennen lässt, sind das Zuzußgehen und der ÖV insgesamt betrachtet die wichtigsten Alternativen (deren Anteil zusammen bei fast 70 % liegt). Zudem lässt sich erkennen, dass im Vergleich zur Grundgesamtheit (Abbildung 9) bei den Personen ohne Pkw das Fahrrad deutlich an Bedeutung gewinnt. Die MIV-Wege, die in Abbildung 11 zu erkennen sind, wurden entweder im Pkw als Mitfahrer, mit Krafträdern, mit privat geliehenen Fahrzeugen oder mit Carsharing-Fahrzeugen zurückgelegt.

In der Literatur spricht man im Zusammenhang mit der Verkehrsmittelwahl MIV vs. ÖV häufig von drei unterschiedlichen Personengruppen: Choice Riders, Captive Riders und Captive Drivers.¹³⁵ Unter Choice Riders versteht man Personen, die die Auswahl zwischen ÖV und MIV treffen können. Captive Riders können aufgrund ihrer persönlichen Situation lediglich den Öffentlichen Verkehr auswählen, wohingegen Captive Drivers aufgrund der Lage der gewünschten Zielorte auf die Nutzung des MIV angewiesen sind. Die Angewiesenheit auf den MIV ist vor allem auf dem Land gegeben. Dort ist der ÖV teilweise unzureichend ausgebaut und stellt daher keine sinnvolle Alternative dar. Auswirkungen auf den normalerweise zurückgelegten Weg, die in Änderungen in der Verkehrsmittelwahl resultieren, sollten daher für die drei genannten Personengruppen separat betrachtet werden.

¹³⁴ Eigene Berechnungen auf Basis des MOP-Datensatzes von 2018/19.

¹³⁵ Vgl. Kirchhoff (2002), S. 83f.

Bei den Choice Riders kann eine Beeinträchtigung des normalen Weges in der Wahl eines anderen Verkehrsmittels resultieren, welches unter den veränderten Rahmenbedingungen das dann nutzenoptimale Verkehrsmittel darstellt.

Bei den Captive Riders, deren normaler Weg beeinträchtigt ist, ist eine Verschiebung hin zu nicht-motorisierten Verkehrsmitteln naheliegend, da ihnen der MIV nicht zur Verfügung steht, oder sie verwenden weiterhin den ÖV, jedoch auf einer anderen Route. Bei Nutzung nicht-motorisierter Alternativen ist es denkbar, dass aufgrund der Unannehmlichkeiten (höhere Mobilitätszeit) nicht mehr alle normalerweise angesteuerten Ziele angefahren werden, also eine Beeinflussung der Verkehrsverteilung erfolgt. Darüber hinaus können auch Wege ganz entfallen, da sie nicht mehr zurückgelegt werden können (Beeinflussung der Verkehrsentstehung und damit des Verkehrsaufkommens).

Die Captive Driver nutzen aufgrund ihrer persönlichen Situation (hauptsächlich aufgrund des Wohnortes und –umfeldes) bereits im Alltag ausschließlich den MIV. Es ist nicht davon auszugehen, dass sich im Hochwasserfall die Erreichbarkeit durch den ÖV ergibt oder dessen Nutzung mehr Sinn ergibt als im Alltag. Demnach werden Wege der Captive Driver voraussichtlich ganz wegfallen, da ein Umstieg auf nicht-motorisierte Alternativen auch aufgrund der räumlichen Struktur der Ziele unrealistisch erscheint, d.h. also die Verkehrsentstehung und damit das Verkehrsaufkommen sinken.

Abschließend lässt sich festhalten: Sind die Einschränkungen einer Person marginal, d.h. kann sie einen weitgehend normalen Alltag führen und ist sie lediglich indirekt betroffen, so wird sie vermutlich weiterhin dieselben Aktivitäten durchführen wollen und bis zu einem gewissen Grad einen umständlicheren Weg in Kauf nehmen, um diesen Aktivitäten nachzugehen. Ist die Person stärker durch ein Ereignis betroffen, sollte die bisherige Alltagsmobilität eine untergeordnete Rolle spielen und es sollten gänzlich neue Mobilitätsschemata beobachtbar sein, die stark von der persönlichen Situation des Einzelnen abhängen.

3.3 Durchführung einer explorativen Umfrage

Der Literaturüberblick in 3.1 zeigt, dass das Mobilitätsverhalten in Krisen ein bisher anhand von Fallstudien erforschtes Themenfeld ist und die vorhandene Literatur sich auf unterschiedlichste Ausgangssituationen und untersuchte Ereignisse bezieht. Anhand des Vier-Stufen-Modells der Verkehrsmodellierung wurden in 3.2 ein Analyse-rahmen für Untersuchungen zu Auswirkungsebenen eines Hochwassers definiert und Überlegungen zu Effekten eines Hochwassers auf das Mobilitätsverhalten angestellt.

Im weiteren Verlauf der Arbeit an dieser Dissertation wurde eine explorative Umfrage zum Thema Mobilitätsverhalten in Hochwassersituationen durchgeführt. Ziel der Untersuchung war es, qualitative Aussagen zum Mobilitätsverhalten in Krisensituationen zu erhalten. Führen extreme Naturereignisse zu einer erhöhten oder verringerten Mobilität? Wie verändert sich die Mobilität nach einem besonderen Ereignis? Wie ändert

sich die Bedeutung von Wegzwecken und Verkehrsmitteln? Mit der explorativen Umfrage sollten außerdem weitere Forschungsfelder aufgezeigt werden, die es wert sind, sich damit eingehender zu befassen. Schließlich sollten anhand der explorativen Erhebung Erkenntnisse erlangt werden zur Einschätzung der Mobilität im Hochwasserfall von bereits Betroffenen und bislang Nicht-Betroffenen. Sind hypothetische Antworten verwertbar im Sinne einer Abschätzung des Verhaltens in einer Extremsituation?

Man unterscheidet die Art bei der Auswahl der Stichprobe grundsätzlich zwischen sog. zufallsgesteuerten Auswahlmethoden (probability samples) und nicht-zufälligen Methoden (non-probability samples).¹³⁶ Die in dieser Umfrage verwendete Methode zur Verteilung des Fragebogens lässt sich der nicht-zufälligen Methode zuordnen.

Die explorative Umfrage wurde als Onlineumfrage im Rahmen des CEDIM-Projektes *Auswirkungen extremer Naturereignisse auf Energie-, Informations-, und Mobilitätssysteme* durchgeführt.¹³⁷ Der zugehörige Fragenkatalog ist in Anhang A zu finden.¹³⁸ Dieser wurde sowohl im eigenen erweiterten Bekanntenkreis als auch im erweiterten Bekanntenkreis von Frau Burkhardt verteilt. Jede kontaktierte Person wurde im Anschreiben darum gebeten, den Fragebogen an ihren Bekanntenkreis weiterzuleiten (Schneeballprinzip). Eines der Hauptziele bei der Auswahl potenzieller Umfrageteilnehmer war es, nach Möglichkeit Informationen über tatsächliches Verhalten in Hochwassersituationen zu erhalten. Dies lässt sich am besten erreichen, wenn Personen, die bereits betroffen waren, ihren Bekanntenkreis kontaktieren. Ein Nachteil dieser Methodik liegt in der im Vergleich zu anderen Techniken höheren Homogenität der Grundgesamtheit und damit einhergehend möglichen Einbußen in der Repräsentativität der Befragten.

Die Onlineumfrage zum veränderten Mobilitätsverhalten wurde vom 10. Oktober bis 21. November 2017, d.h. in einem Zeitraum von sechs Wochen, durchgeführt. Insgesamt wurde der Fragebogen von 139 Personen vollständig bearbeitet.

Die Teilnehmer der Befragung wurden zunächst gefragt, ob sie in der Vergangenheit bereits von einem Hochwasser betroffen waren. Durch diese Filterfrage wurden die Befragten in zwei Gruppen unterteilt, in die bereits durch Hochwasser Betroffenen (Betroffene) und die bislang nicht von Hochwasser Betroffenen (Nicht-Betroffene). Die Betroffenen wurden zu ihrem Verhalten in der Vergangenheit befragt. Die Nicht-Betroffenen erhielten dieselben Fragen, jedoch im Konjunktiv gestellt.

In der explorativen Umfrage wurden Veränderungen in der täglichen Mobilität abgefragt und Themen wie Reisen o.Ä. explizit ausgeschlossen. Durch die Auswahl der Umfrageteilnehmer ergaben sich räumliche Schwerpunkte im Fragebogenrücklauf.

¹³⁶ Vgl. Döring und Bortz (2016), S. 294.

¹³⁷ Aus dem CEDIM-Projekt entstanden sowohl diese Dissertation als auch die Dissertation Burkhardt (2020).

¹³⁸ Der Fragebogen enthält auch Fragen, die in Bezug zum durch Frau Burkhardt bearbeiteten Teilprojekt stehen.

3. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Krisenfall

Ein Großteil der Umfrageteilnehmer, die ein Hochwasser bereits erlebt haben, stammt aus Dresden und dem Dresdner Umland.

Folgende Abbildung 12 zeigt den zeitlichen Verlauf der Rückläufer.

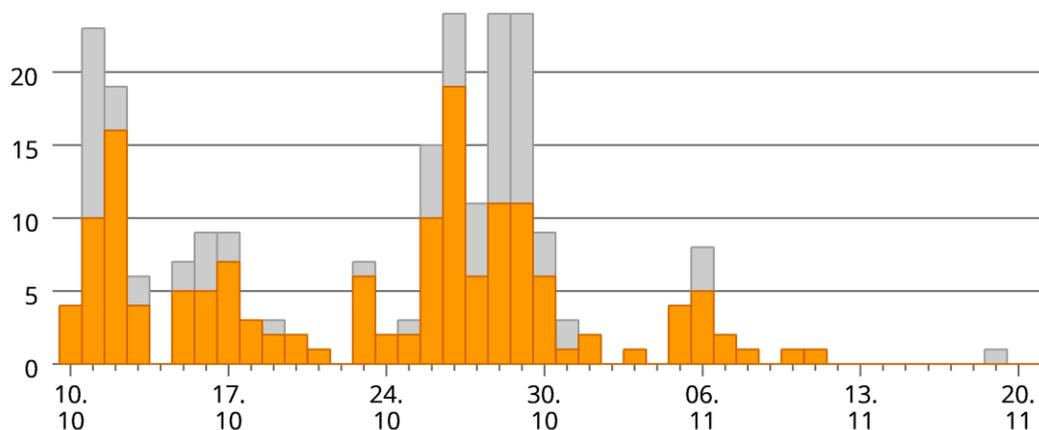


Abbildung 12: Zeitlicher Verlauf der Rückläufer der explorativen Befragung¹³⁹

Abbildung 12 zeigt den zeitlichen Rücklauf der Fragebögen der explorativen Umfrage. Orange dargestellt sind die vollständig ausgefüllten Fragebögen; der graue Balken zeigt an, wie viele Umfragen am jeweiligen Tag begonnen wurden.

Wie sich zeigt, wurden die meisten Daten in der ersten Hälfte des Befragungszeitraums erfasst. Grundsätzlich ist die Beantwortung der Fragen vom Zeitpunkt der Befragung unabhängig, da die Teilnehmer einerseits ihr alltägliches Verhalten darlegen sollen. Andererseits sollen die Teilnehmer ihr Verhalten in bereits erlebten oder in hypothetischen Hochwassersituationen beschreiben. In den in den Abschnitten 2.2.2 und 2.2.3 beschriebenen Erhebungen (MOP und SrV) handelt es sich um Stichtagsbefragungen, so dass es hier eine Rolle spielt, welcher Tag betrachtet wird. Die Betrachtung eines fest vorgegebenen Stichtags war für das Ziel der explorativen Untersuchung jedoch nicht von Bedeutung.

3.4 Ergebnisse der explorativen Umfrage

Der Rücklauf aus der explorativen Befragung belief sich auf 139 vollständig ausgefüllte Fragebögen. Von den 139 Personen haben 29 Personen bereits ein Hochwasser erlebt, 110 Personen nicht. Die bereits Betroffenen sollten von ihren Erfahrungen in der Vergangenheit berichten. Die bislang nicht Betroffenen sollten Angaben zu ihrem hypothetischen Verhalten machen.

¹³⁹ Abbildung aus SociSurvey (2017) basierend auf eigener Erhebung von 2017.

Demografie

Zunächst wurde der Rücklauf nach demografischen Gesichtspunkten ausgewertet, um die Datenqualität besser beurteilen zu können. Dabei wurden die Grundgesamtheit (GG) sowie separat die beiden Gruppen der bereits Betroffenen und der bisher Nicht-Betroffenen betrachtet. Die drei Gruppen wurden in ihrer Zusammensetzung bezogen auf das Geschlecht, das Alter, die Haushaltsgröße sowie die räumliche Verteilung untersucht. Darüber hinaus wurde ein Vergleich mit offiziellen Statistiken vorgenommen.¹⁴⁰

In der nachfolgenden Gegenüberstellung in Tabelle 7 ist die Verteilung der Anteile nach Altersklasse dargestellt.

Tabelle 7: Vergleich der Anteile nach Altersklassen in explorativer Befragung

Altersklasse	Angaben Statistisches BA ¹⁴¹	Stichprobe GG	Stichprobe Betroffene	Stichprobe Nicht-Betroffene
18 – 25 Jahre	10,5 %	9,0 %	0,0 %	11,3 %
26 – 35 Jahre	15,4 %	45,9 %	40,7 %	47,2 %
36 – 45 Jahre	14,3 %	21,1 %	18,5 %	21,7 %
46 – 55 Jahre	19,1 %	14,3 %	22,2 %	12,3 %
56 – 65 Jahre	16,5 %	8,3 %	18,5 %	5,7 %
Ab 66 Jahre	24,6 %	1,5 %	0,0 %	1,9 %

Wie sich zeigt, lässt sich der Großteil der Stichprobe der Altersklasse 26 bis 35 Jahre zuordnen, außerdem entfällt ein beträchtlicher Anteil auf die Altersklasse 36 bis 45 Jahre. Während diese beiden Altersklassen in Deutschland knapp 30 % der Bevölkerung ausmachen, liegt deren Anteil bei über 50 % in jeder der drei untersuchten Stichprobengruppen.

Das Durchschnittsalter (Mittelwert) in der Grundgesamtheit liegt bei 37,4 Jahren, während das Durchschnittsalter in der Gruppe der Betroffenen bei 41,7 Jahren liegt. Dementsprechend weicht das Durchschnittsalter in der Gruppe der Nicht-Betroffenen nach unten ab und liegt bei 36,3 Jahren. Ein möglicher Grund für die Diskrepanz könnte sein, dass jüngere Personen noch nicht so viel erlebt haben und damit die Wahrscheinlichkeit, ein Hochwasser bereits erlebt zu haben, auch geringer ist.

¹⁴⁰ Hierzu wurden Daten des Statistischen Bundesamtes (Statistisches BA) mit Stand 31.12.2017 verwendet. Diese Werte liegen am nächsten am Erhebungsdatum.

¹⁴¹ Eigene Berechnungen basierend auf Statistisches Bundesamt (2022c), Daten zum Stichtag 31.12.2017.

3. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Krisenfall

Die Gruppe der 26- bis 35-Jährigen ist damit deutlich und die Gruppe der 36- bis 45-Jährigen etwas überrepräsentiert. Von Vorteil ist jedoch, dass Altersgruppen überrepräsentiert sind, die im Allgemeinen mobiler sind.

Die Grundgesamtheit besteht zu 55 % aus männlichen Umfrageteilnehmern, 42 % der Befragten sind weiblich. Zu den übrigen 3 % liegen keine Informationen zum Geschlecht vor. Auch in den beiden getrennt voneinander untersuchten Gruppen der Betroffenen und der Nicht-Betroffenen liegt der Anteil der männlichen Umfrageteilnehmer etwas höher als der der weiblichen Teilnehmer.

Die Haushaltszusammensetzung übt, wie bereits in Abschnitt 2.1.2 beschrieben, einen großen Einfluss auf das Mobilitätsverhalten aus. Die Haushaltsgröße, in denen die Nicht-Betroffenen leben, ist im Durchschnitt etwas kleiner als in der Betroffenen-Gruppe.¹⁴² In der folgenden Tabelle 8 sind die Anteile der verschiedenen Haushaltsgrößen zu sehen.

Tabelle 8: Vergleich der Anteile nach Haushaltsgrößen in explorativer Befragung

Haushaltsgröße	Angaben Statistisches BA ¹⁴³	Stichprobe GG	Stichprobe Betroffene	Stichprobe Nicht-Betroffene
1-Personen-HH	41,2 %	15,8 %	10,3 %	17,3 %
2-Personen-HH	33,8 %	39,6%	27,6 %	42,7 %
3-Personen-HH	12,2 %	13,7 %	13,8 %	13,6 %
4-Personen-HH	9,4 %	23,7 %	34,5 %	20,9 %
5-und-mehr-Personen-HH	3,4 %	5,8 %	6,9 %	5,5 %
Keine Angabe	0,0 %	1,4 %	6,9 %	0,0 %

Wie sich zeigt, gehört in der Gruppe der Betroffenen der Großteil der Befragten den Vier-Personen-Haushalten an. In der Gruppe der Nicht-Betroffenen sind die meisten Haushalte Zwei-Personen-Haushalte. Im Vergleich zu den Angaben des statistischen Bundesamtes für das Jahr 2017 zeigen sich insbesondere zum Anteil der Ein-Personen-Haushalte Abweichungen. Die Unterschiede in der Haushaltsgröße lassen sich teilweise durch die Abweichungen im Alter in den beiden Gruppen erklären. Genauso lässt sich teilweise erklären, warum in der Teilstichprobe der Betroffenen mehr große Haushalte vorzufinden sind als in der Teilstichprobe der Nicht-Betroffenen. Ein weiterer Grund könnte sein, dass oft mehrere Antwortende aus demselben Haushalt an der Befragung teilnahmen. Dies lässt sich anhand der vorliegenden Daten jedoch nicht abschließend klären.

¹⁴² Haushaltsgröße Betroffene: 3,0 Personen/Haushalt; Haushaltsgröße Nicht-Betroffene: 2,6 Personen/Haushalt; Grundgesamtheit: 2,7 Personen/Haushalt.

¹⁴³ Vgl. Statistisches Bundesamt (2022d), Daten für 2017.

Der Vergleich der Verteilungen zur Haushaltsgröße zeigt außerdem, dass Zwei- und Drei-Personen-Haushalte gut abgebildet werden. Stärkere Abweichungen sind außer bei den Ein-Personen-Haushalten auch bei den Vier- und Fünf-und-Mehr-Personen-Haushalten zu beobachten. Die Ein-Personen-Haushalte sind in der Grundgesamtheit unterrepräsentiert (in der Bundesrepublik liegt der Anteil der Ein-Personen-Haushalte bei 41 %, hier bei 16 %). Die Vier-Personen-Haushalte sind überrepräsentiert (9 % der deutschen Haushalte sind Vier-Personen-Haushalte, in der Stichprobe 24 %).

Die Haushaltsgröße, in der jemand lebt, lässt mitunter auf die persönliche Situation der Person schließen, beispielsweise welche Verpflichtungen diese hat. So hängen Haushaltsgröße und die Wahrscheinlichkeit, dass im Haushalt Kinder leben, zusammen. In Mehr-Personen-Haushalten ist der Anteil bestimmter Wegzwecke, beispielsweise Bring-und-Hol-Wege, höher. Bei Personen aus kleineren Haushalten, in denen weniger Verpflichtungen bestehen, liegt der Anteil an Freizeitwegen höher.¹⁴⁴

Durch die Diskrepanzen in den Haushaltsgrößen kann eine Verschiebung in der absoluten Anzahl an Wegen nach Wegzwecken entstehen. In dieser explorativen Befragung werden Veränderungen zwischen dem Normalverhalten und dem Hochwasserverhalten untersucht. Dazu erfolgt eine getrennte Erfassung der Angaben zu Wegen für beiden Situationen und wie bedeutend diese sind, sodass Veränderungen immer relativ zur Normalsituation betrachtet werden.

Außerdem wurde untersucht, wie sich die Befragten geografisch auf Deutschland verteilen.¹⁴⁵ Insgesamt betrachtet wohnt der Großteil der Befragten in Baden-Württemberg oder in Sachsen.¹⁴⁶ Unter den bereits Betroffenen wohnen über 62 % in Sachsen und 10 % in Baden-Württemberg. Unter den Nicht-Betroffenen wohnen knapp 42 % in Baden-Württemberg, während 17 % in Sachsen wohnen. Der Rest verteilt sich auf die anderen Bundesländer. Folgende Abbildung 13 zeigt die geografische Verteilung der Betroffenen (links), der Nicht-Betroffenen (Mitte) und der Grundgesamtheit (rechts) mit deutschem Wohnsitz sowie die beiden räumlichen Schwerpunkte in Baden-Württemberg und im Freistaat Sachsen.

¹⁴⁴ Eigene Auswertungen anhand des MOP-Datensatzes von 2018/19. Vgl. hierzu auch Abschnitt 2.1.2.

¹⁴⁵ Eine eindeutige Zuteilung anhand der angegebenen Postleitzahl konnte bei 134 der 139 Personen vorgenommen werden. Von den fünf Personen ohne eindeutige Zuordnung war eine Person bereits betroffen, während die übrigen vier noch nicht betroffen waren.

¹⁴⁶ In Baden-Württemberg: 49, in Sachsen: 37. Die regionalen Schwerpunkte ergeben sich durch den eigenen Bekanntenkreis und den Bekanntenkreis von Frau Burkhardt.

3. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Krisenfall

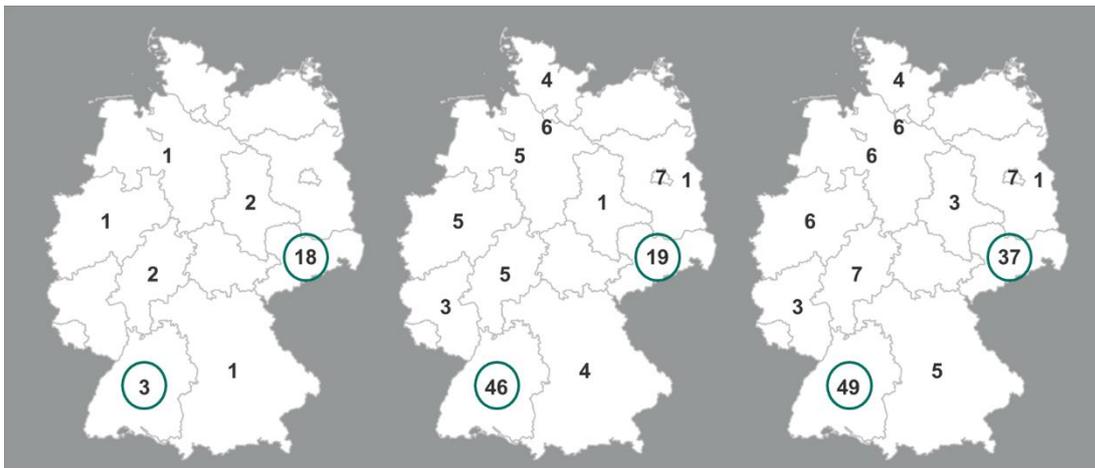


Abbildung 13: Geografische Verteilung der Stichprobe mit deutschem Wohnsitz – Betroffene links, Nicht-Betroffene Mitte, Grundgesamtheit rechts¹⁴⁷

Ein Vergleich der Merkmale Geschlecht, Altersverteilung und Haushaltsgröße der Bundesländer Sachsen und Baden-Württemberg, aus dem der Großteil der Umfrageteilnehmer stammt, mit den Werten für das gesamte Bundesgebiet zeigt, dass keines der beiden Bundesländer von den Werten für Deutschland stark abweicht.¹⁴⁸

Veränderungen in den Eckdaten zum Mobilitätsverhalten¹⁴⁹

Im nun folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Befragung zu hochwasserbedingten Veränderungen beim Verkehrsaufkommen, bei der Weglänge und bei der Reisezeit dargestellt und diskutiert. Dabei werden die Ergebnisse für Betroffene und Nicht-Betroffene getrennt voneinander dargestellt und an geeigneten Stellen wird vergleichend auf die Ergebnisse der beiden Gruppen eingegangen.

Veränderungen im Verkehrsaufkommen

Das Verkehrsaufkommen beschreibt die Anzahl an zurückgelegten Wegen pro Person und Tag. Folgende Abbildung 14 stellt die Veränderung des Verkehrsaufkommens durch Hochwasser für Betroffene und Nicht-Betroffene dar. Gefragt wurde: „Legten Sie während des Hochwassers im Vergleich zur ‚normalen Situation‘ mehr, gleich viele, weniger oder keine Wege mehr zurück?“.

¹⁴⁷ Eigene Darstellung basierend auf eigener Erhebung von 2017 und auf Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (2021).

¹⁴⁸ Vgl. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2018a) und (2018b) und Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2021) und (2019).

¹⁴⁹ Die nachfolgenden Darstellungen (Abbildung 14 bis Abbildung 22) sowie die Darstellungen in Anhang B (Abbildung 78 bis Abbildung 78) sind eigene Darstellungen basierend auf der eigenen Erhebung von 2017. Für jede Gruppe (Betroffene, Nicht-Betroffene) addieren sich die Anteile auf 100 %.

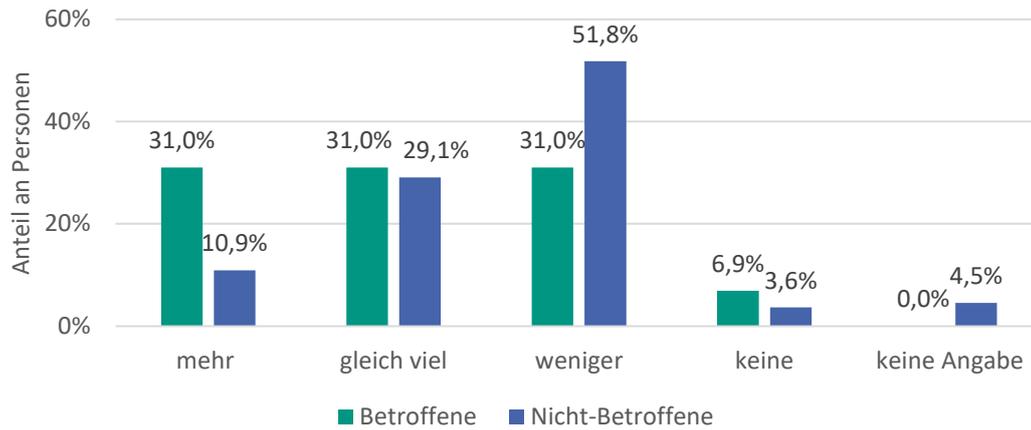


Abbildung 14: Veränderungen im Verkehrsaufkommen

Wie sich zeigt, gehen etwa gleich viel Betroffene wie Nicht-Betroffene davon aus, dass sich das Verkehrsaufkommen nicht verändert (etwa 30 %). Der Anteil bei den Nicht-Betroffenen, der Veränderungen für realistisch hält und der Meinung ist, dass mehr Wege zurückgelegt werden, liegt bei lediglich 11 %. Dass weniger Wege gemacht werden, glauben hingegen über die Hälfte der Nicht-Betroffenen. Die Wahrnehmung der Nicht-Betroffenen unterscheidet sich damit deutlich von den Erfahrungen der bereits Betroffenen. Hier gaben gleich viele Personen an, dass sich das Verkehrsaufkommen erhöht habe, wie, dass es sich verringert habe. Bei den Nicht-Betroffenen ist es grundsätzlich denkbar, dass sie die Auswirkungen falsch einschätzen, während bei den Betroffenen die Möglichkeit besteht, dass sie sich nicht mehr richtig erinnern. Ein Grund für die Unterschiede kann in den demografischen Unterschieden der beiden Gruppen liegen. Die Nicht-Betroffenen sind jünger und leben in kleineren Haushalten, sodass ggf. weniger obligatorische Wege als in höherem Alter und in größeren Haushalten anfallen. Ein größerer Anteil an freiwilligen Wegen bei den Nicht-Betroffenen würde erklären, warum abnehmende Tendenzen beim Verkehrsaufkommen zu erkennen sind. Ein Rückgang der nicht-obligatorischen Wege wurde auch von Liu et al. festgestellt.¹⁵⁰ Eine Verschiebung in der Bedeutung der Wegzwecke, über die im Weiteren noch berichtet wird, würde auch eine Änderung im Verkehrsaufkommen erklären.

Veränderungen in der Weglänge

Die Veränderungen im Hochwasserfall, die sich in der Weglänge ergeben, sind der folgenden Abbildung 15 zu entnehmen. Zur Weglänge wurde gefragt: „Legten Sie während des Hochwassers im Vergleich zur ‚normalen Situation‘ längere, gleich lange, kürzere oder keine Wege mehr zurück?“.

¹⁵⁰ Vgl. Liu et al. (2015a), S. 62.

3. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Krisenfall

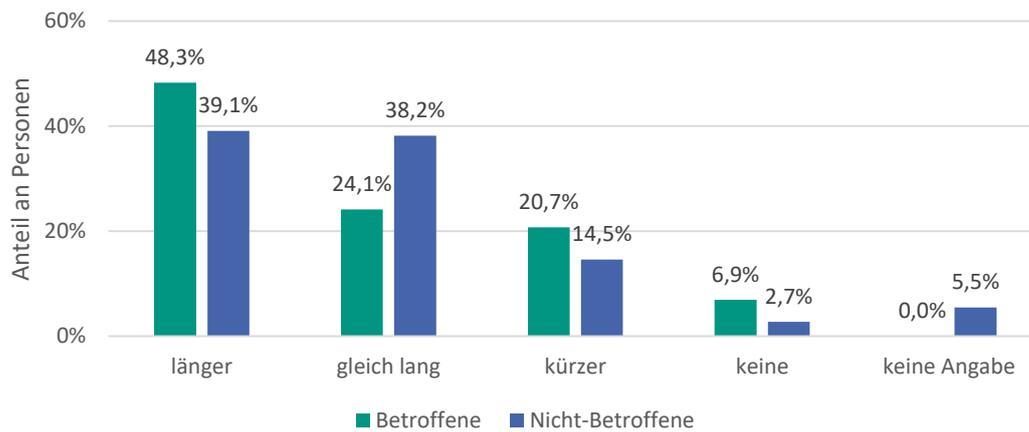


Abbildung 15: Veränderungen in der Weglänge

Hier ist, anders als beim Verkehrsaufkommen, bei den Betroffenen ein abnehmender Trend der Anteile von länger über gleich lang bis kürzer zu erkennen. Etwa die Hälfte der Betroffenen gibt an, dass sich die Weglänge erhöht habe, während etwa ein Viertel angibt, dass die Weglänge gleich geblieben sei. Etwa ein Fünftel der Betroffenen gibt an, dass sich die Weglänge reduziert habe. Bei den Nicht-Betroffenen erkennt man ebenfalls einen abnehmenden Trend, der jedoch nicht so stark ausgeprägt ist. Fast gleich viele Nicht-Betroffene geben an, dass die Weglänge gleich bliebe, wie, dass die Weglänge zunähme. Eine Verringerung der Weglänge halten knapp 15 % für realistisch. Die unterschiedliche Einschätzung lässt sich wieder teilweise durch die strukturellen Unterschiede zwischen den Betroffenen und den Nicht-Betroffenen erklären. Bei größeren Haushalten und im mittleren Alter ist der Anteil an obligatorischen Wegen mit festen Zielen (z.B. Arbeitswege) größer, sodass diese im Hochwasserfall weiterhin stattfinden und entsprechende Ziele weiterhin angesteuert werden, wodurch die Weglänge ggf. steigt. Koetse und Rietveld sprechen in ihrer Arbeit von sinkender Verkehrsleistung (die mit der Weglänge korreliert), Lu et al. beobachteten in Folge eines Erdbebens jedoch einen Anstieg in der Verkehrsleistung.¹⁵¹

Veränderungen bei der Reisezeit

Die Reisezeit gibt die Dauer an, die eine Person für das Zurücklegen ihrer Wege braucht. Die Veränderungen in der Reisezeit sind in folgender Abbildung 16 dargestellt. Die Frage lautete hier: „Kam es in Folge des Hochwassers zu einer Verlängerung der Reisezeiten?“.

¹⁵¹ Vgl. Koetse und Rietveld (2009) und Lu et al. (2012).

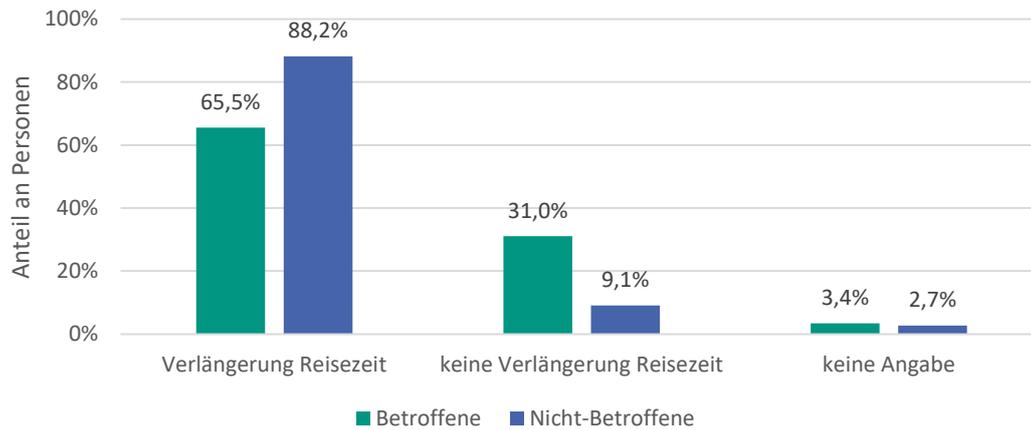


Abbildung 16: Veränderungen bei der Reisezeit

In beiden Personengruppen gibt der Großteil der Befragten an, dass sich durch Hochwasser die Reisezeit erhöhe. Allerdings scheint es so, als ob bisher Nicht-Betroffene die Verlängerung der Reisezeit überschätzen – zumindest sind hier 88 % der Meinung, während im Vergleich dazu bei den Betroffenen etwa zwei Drittel von einer Reisezeitverlängerung betroffen waren. Eine Verlängerung der Reisezeiten konnten auch Abad und Fillone beobachten.¹⁵²

Umwege

Zur Notwendigkeit von Umwegen und wie diese zurückgelegt werden müssten oder mussten, wurden ebenfalls Informationen erhoben. Gefragt wurde: „Waren Umwege zur Erreichung von Zielen notwendig?“ Abbildung 17 gibt den Anteil an Personen an, die Umwege für notwendig halten oder deren Notwendigkeit bereits erlebten. Zudem wird in Abbildung 17 dargestellt, wie es um die Nutzung des üblichen Verkehrsmittels bestellt ist.¹⁵³

¹⁵² Vgl. Abad und Fillone (2020).

¹⁵³ Gefragt wurde: „Konnten Sie für den Umweg Ihr übliches Verkehrsmittel benutzen?“.

3. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Krisenfall

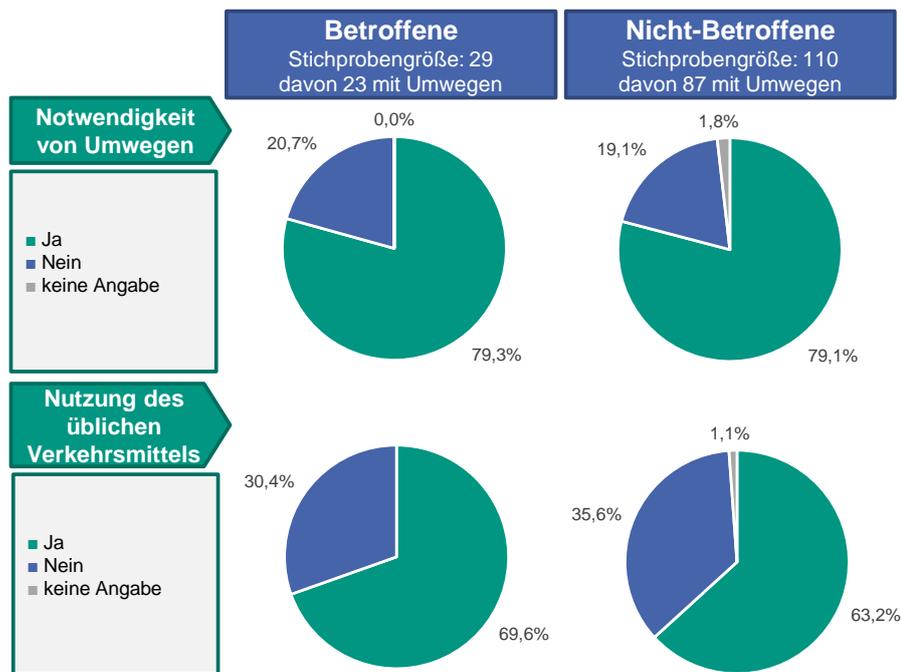


Abbildung 17: Notwendigkeit von Umwegen und Nutzung üblicher Verkehrsmittel

Wie sich zeigt, liegen die Angaben der Betroffenen und Nicht-Betroffenen recht eng beieinander. Die Notwendigkeit von Umwegen sehen etwa 80 % als möglich an. Zudem sieht etwa zwei Drittel der Umfrageteilnehmer die Nutzung des üblichen Verkehrsmittels als gegeben an. Routenänderungen wurden sowohl von Khattak und de Palma als auch von Koetse und Rietveld in ihren Studien festgestellt.¹⁵⁴

Wurde die Frage nach Umwegen bejaht, konnten die Umfrageteilnehmer in freien Textfeldern Angaben zur Länge der Umwege machen. Hier ergab sich für Betroffene ein Mittelwert von 10,3 km (Median bei 5 km), bei Nicht-Betroffenen von 14,2 km (Median 10 km). Der Vergleich von Median und Mittelwert zeigt, dass es sich beim Merkmal Länge des Umweges um rechtsschiefe (linkssteile) Verteilungen handelt. Das heißt, es gibt deutlich mehr Angaben zu kürzeren Umwegen. Wenige hohe Angaben sorgen für eine Verzerrung des Mittelwertes nach oben.

Um die Verkehrsmittelnutzung auf Umwegen genauer charakterisieren zu können, wurden die Teilnehmer der Umfrage gebeten, hierzu weitere Angaben zu machen. Gefragt wurde: „Welches Verkehrsmittel haben Sie für den Umweg benutzt?“ Die Ergebnisse sind in Abbildung 18 dargestellt.

¹⁵⁴ Vgl. Khattak und de Palma (1997) und Koetse und Rietveld (2009).

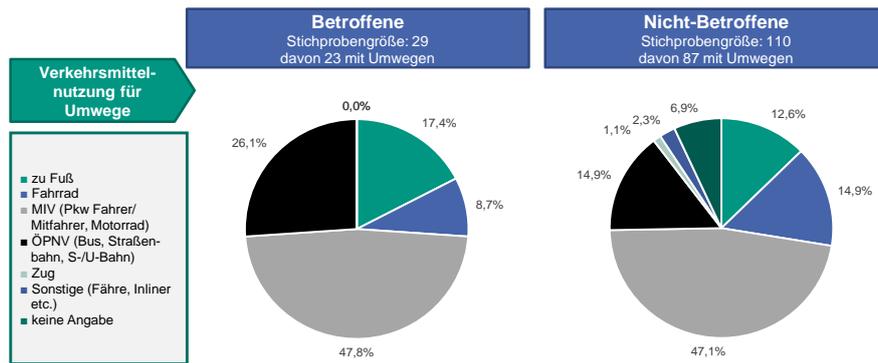


Abbildung 18: Verkehrsmittelnutzung für Umwege

Die Verteilungen der Antworten der Betroffenen und der Nicht-Betroffenen sehen wieder ähnlich aus. In beiden Gruppen liegt der Anteil des MIV bei etwa 47 %. Für die bereits Betroffenen entfällt der zweithöchste Anteil nach dem MIV auf den ÖPNV mit einem Anteil von 26 %. Etwa 17 % der bereits Betroffenen machen Umwege zu Fuß. Der Anteil des Fahrrads liegt bei den Betroffenen bei lediglich 9 %. Bei Nicht-Betroffenen liegt der Anteil der Befragten, die keine Angabe gemacht haben, bei 7 %. Nach dem MIV werden in dieser Gruppe das Fahrrad und der ÖPNV gleich oft genannt. Es folgt mit geringem Abstand das Zuzußgehen.

Verkehrsmittelwahl

Dieser Abschnitt befasst sich mit der Bedeutung der einzelnen Verkehrsmittel. Gefragt wurde nach der Nutzungshäufigkeit von Verkehrsmitteln in der Normalsituation und vergleichend, welche Abweichungen sich in der Hochwasser-Situation ergeben haben oder ergeben würden. Für das Mobilitätsverhalten in einer normalen Woche lautete die Frage: „Welche Verkehrsmittel nutzten Sie im Laufe einer Woche und wie häufig?“. Die konkrete Fragestellung zum Verhalten im Hochwasserfall lautete: „Änderte sich während des Hochwassers im Vergleich zur ‚normalen Situation‘ die Bedeutung von Verkehrsmitteln?“.

Die Darstellung der Verkehrsmittelwahl für bereits Betroffene und Nicht-Betroffene im Normalfall ist in Anhang B zu finden (Abbildung 75 und Abbildung 76). Die Auswertung der Verkehrsmittelnutzung und der Vergleich der beiden Gruppen werden im Folgenden beschrieben.

Zum besseren Verständnis der nun folgenden Balkendiagramme sei darauf hingewiesen, dass sich die Balkenlänge in den einzelnen Antwortkategorien aus der Anzahl an Nennungen berechnet und nicht wie bisher als Anteil interpretiert werden kann, da nun Mehrfachnennungen zugelassen sind.

3. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Krisenfall

Wie sich zeigt, wird in der Normalsituation in beiden Gruppen das Zufußgehen am intensivsten praktiziert. Die meisten gehen täglich oder fast täglich zu Fuß (Abbildung 75 und Abbildung 76 in Anhang B). Ebenfalls intensiv genutzt wird der Pkw als Fahrer, der oft täglich oder fast täglich genutzt wird. Ähnlich sieht es beim Fahrrad aus, welches sich auch durch einen großen Anteil an täglichen Nutzern auszeichnet. Das Fahrrad wird von einigen Personen aber auch nur 1 bis 2 Mal wöchentlich benutzt.

Die Angaben zur ÖV-Nutzung zeigen, dass diese Verkehrsmittel, falls sie genutzt werden, eher regelmäßig genutzt werden. Dies gilt für Busse und U-/S-Bahnen im Besonderen. Der Pkw als Mitfahrer hat eine mittlere bis geringe Bedeutung, sowohl in der Personengruppe der Betroffenen als auch bei den Nicht-Betroffenen. Auch die anderen Verkehrsmodi nehmen in beiden Teilgruppen jeweils eine ähnliche Bedeutung ein.

In den beiden folgenden Abbildungen werden die Ergebnisse zur Verkehrsmittelwahl bei Hochwasser gezeigt. Abbildung 19 beinhaltet die Ergebnisse für Betroffene. Es wurde eine Einschätzung dazu gegeben, ob die einzelnen Verkehrsmittel im Vergleich zur Normalsituation häufiger, gleich oft, seltener oder gar nicht (mehr) genutzt werden. Um einen schnelleren Überblick über die Tendenzen zu erhalten, wurde für jedes Verkehrsmittel geprüft, wie sich die Anwohnhäufigkeit der Kategorie „häufiger“ zu den beiden Kategorien „seltener“ und „gar nicht mehr“ verhält. Lag die Anzahl an Nennungen von „häufiger“ höher als die Anzahl an Nennungen von „seltener“ und „gar nicht mehr“, wurde ein Plus an den Balken gesetzt, um eine zunehmende Tendenz anzuzeigen. Umgekehrt verhält es sich beim Minus-Zeichen. Die Null gibt an, dass sich kein Trend in eine Richtung erkennen lässt.

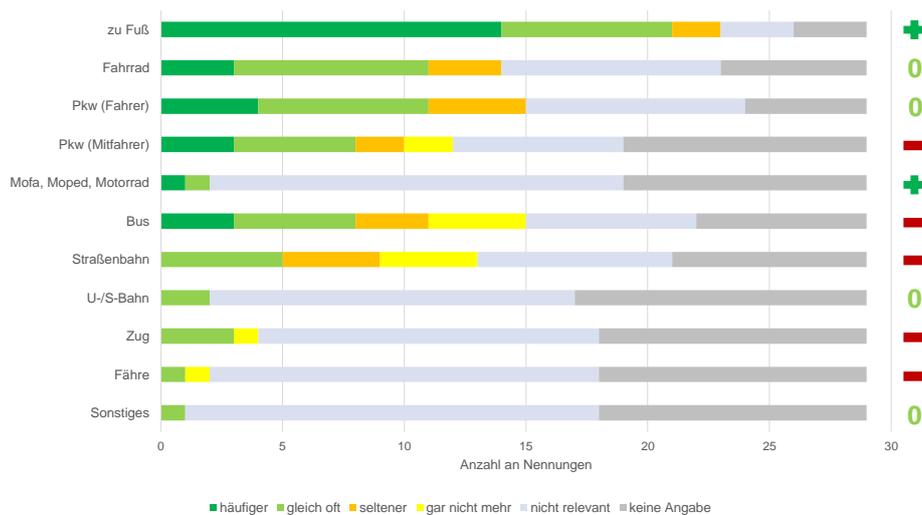


Abbildung 19: Verkehrsmittelwahl Hochwassersituation bei Betroffenen

Wie sich zeigt, gewinnt das Zufußgehen im Vergleich zur Normalsituation weiter an Bedeutung. Der überwiegende Teil der Betroffenen gibt an, dass sie häufiger zu Fuß

unterwegs waren, gefolgt von der Angabe, dass gleich oft zu Fuß gegangen wurde. Deutlich mehr Personen geben an, häufiger zu Fuß unterwegs zu sein, als Personen angeben, dass sie seltener zu Fuß unterwegs waren. Dieses Ergebnis passt zu Erkenntnissen von Gray und Müller, die festgestellt haben, dass sich die Mobilität in Folge einer Katastrophe eher lokal abspielt. Diese Tatsache in Kombination mit der Auswertung der Bedeutung von Verkehrsmitteln nach Distanzen legt nahe, dass das Zufußgehen im Krisenfall wichtiger wird.¹⁵⁵

Beim Fahrrad gaben gleich viele Betroffene an, dass sie es häufiger nutzten, wie, dass sie es seltener nutzten. Der Großteil nutzte das Fahrrad gleich oft. Ähnlich wie bei der Fahrradnutzung sieht es auch bei der Nutzung des Pkw als Fahrer und als Mitfahrer aus. Die Anzahl an Nennungen von „häufiger“ und „seltener“ gleichen sich aus; der Großteil gibt an, gleich oft wie zuvor den Pkw genutzt zu haben. Allerdings gaben zwei Personen auch an, den Pkw als Beifahrer gar nicht mehr genutzt zu haben. Auch beim Bus kann festgestellt werden, dass sich hier die Nennungen zur Nutzungsintensität weitgehend ausgleichen. Vier Personen gaben an, dass sie den Bus gar nicht mehr nutzten. Zur Straßenbahnnutzung gibt der Großteil an, die Straßenbahn weniger oder gar nicht mehr genutzt zu haben. Einige nutzten die Straßenbahn gleich oft wie zuvor, U- und S-Bahnen wurden gleich häufig genutzt. Aufgrund der geringen Anzahl der Nennungen in den Kategorien Motorrad/Mofa, Zug, Fähre und Sonstige werden diese hier nicht näher beschrieben. Die tendenziell fallende Bedeutung des ÖVs und des Pkws stehen in Einklang mit der Auswertung nach Distanzen in Abbildung 10, wenn man davon ausgeht, dass im Krisenfall die Mobilität stärker im Nahbereich stattfindet.¹⁵⁶

In der folgenden Abbildung 20 sind die Angaben zur Nutzung im Hochwasserfall für die Nicht-Betroffenen abzulesen, d.h. die hypothetische Verkehrsmittelwahl.

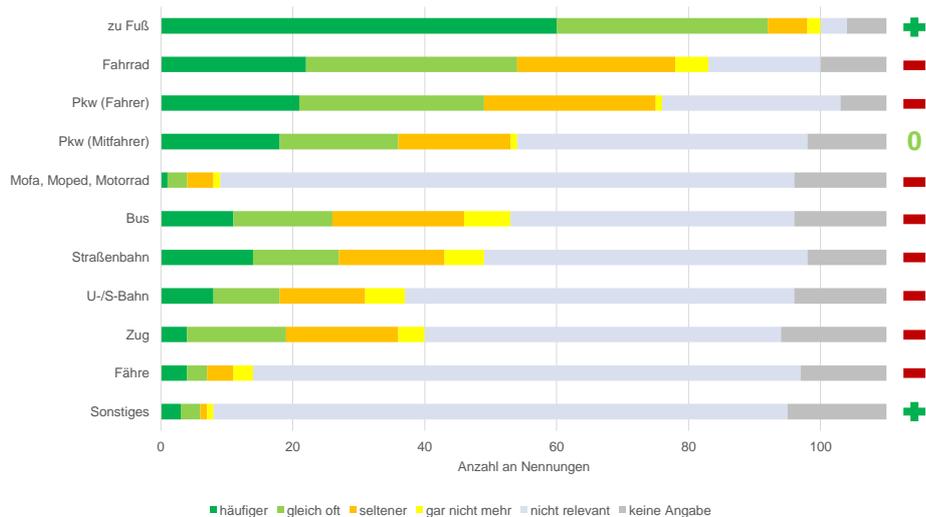


Abbildung 20: Verkehrsmittelwahl Hochwassersituation bei Nicht-Betroffenen

¹⁵⁵ Vgl. Gray und Müller (2012) und Abbildung 10 in 3.2.4.

¹⁵⁶ Vgl. Gray und Müller (2012).

In der Teilgruppe der Nicht-Betroffenen ist wie bei den Betroffenen eine steigende Bedeutung des Zufußgehens zu erkennen. Beim Fahrrad ist zu beobachten, dass sich die Angaben zur häufigeren und zur selteneren Nutzung fast ausgleichen, wobei fünf Personen auch angaben, dass das Fahrrad dann keine Rolle mehr spiele, insgesamt also eine negative Tendenz vorhanden ist. Auch beim Pkw als Fahrer und als Mitfahrer gleichen sich die Angaben zur wachsenden und zur sinkenden Bedeutung aus. Beim Pkw als Fahrer gibt es jedoch auch einige Angaben, die besagen, dass dieser Modus gar nicht mehr genutzt wird. Bei den übrigen Verkehrsmitteln sind insgesamt abnehmende Tendenzen zu erkennen, d.h. sowohl beim Motorrad als auch beim ÖPNV (inkl. Fähre). Insgesamt sind in der Teilgruppe der Nicht-Betroffenen dieselben Tendenzen zu erkennen wie in der Gruppe der Betroffenen.

Bedeutung der Wegzwecke

In diesem Abschnitt wird die Bedeutung von Wegzwecken untersucht. Hierzu wurden die Umfrageteilnehmer analog zur Verkehrsmittelwahl zur Wichtigkeit der Wegzwecke im Alltag und der Veränderung im Hochwasserfall befragt. Die Fragen lauteten: „Welche Fahrtziele/zwecke kamen im Lauf einer Woche bei Ihnen vor und wie häufig?“. Zum Hochwasserfall wurde gefragt: „Änderte sich die Bedeutung von Fahrtzielen/-zwecken?“. Die Balkenlänge in den einzelnen Antwortkategorien berechnet sich aus der Anzahl an Nennungen, wie bereits bei den Verkehrsmitteln, da hier ebenfalls Mehrfachnennungen zugelassen waren.

Die Abbildungen zur Verteilung der Wegzwecke im Normalfall sind in Anhang B zu finden (Abbildung 77 und Abbildung 78). Demnach kommt die insgesamt gesehen höchste Bedeutung im Alltag den Arbeitswegen zu, die täglich oder fast täglich vorkommen. Auch die Schul- und Hochschulwege kommen, falls sie vorkommen, täglich oder fast täglich vor. Freizeit- und Erholungswege sowie Besorgungs-/Einkaufswege kommen an etwa jedem zweiten Tag der Woche vor. Weniger bedeutend sind dienstliche Wege und Rundwege. Die mit Abstand größte Bedeutung kommt dem Wegzweck Nach Hause zu. Die Häufigkeit, mit der die Wegzwecke im Normalfall vorkommen, ist in den beiden Teilgruppen sehr ähnlich.

In folgender Abbildung 21 sind die Veränderungen in der Wegzweckbedeutung für Betroffene in der Hochwassersituation im Vergleich zur Normalsituation dargestellt.¹⁵⁷

¹⁵⁷ Gefragt wurde: „Änderte sich die Bedeutung von Fahrtzielen/-zwecken? Bitte markieren Sie, ob und wie sie sich änderten (wichtiger, gleich wichtig, weniger wichtig)“.

3. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Krisenfall

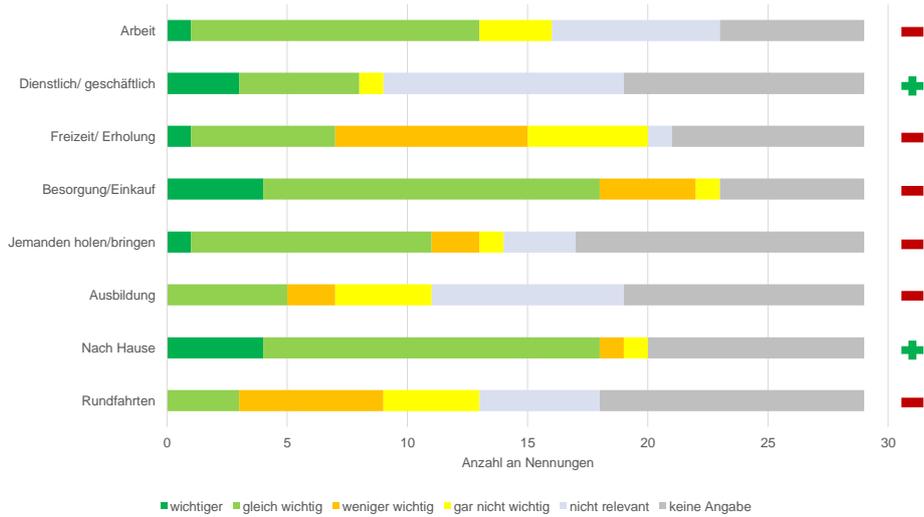


Abbildung 21: Bedeutung der Wegzwecke Hochwassersituation bei Betroffenen

Bei dienstlichen Wegen ist eine geringe Zunahme der Wichtigkeit zu erkennen, jedoch ist die absolute Anzahl an Nennungen hier sehr klein. Bei den übrigen Wegzwecken ist eine eher abnehmende Bedeutung zu erkennen. Dies gilt insbesondere für Rundfahrten, Freizeit und Erholung und Ausbildung. Der Wegzweck Nach Hause gewinnt an Bedeutung.

Die vermutete Veränderung der Bedeutung in der Gruppe der Nicht-Betroffenen ist in Abbildung 22 dargestellt.

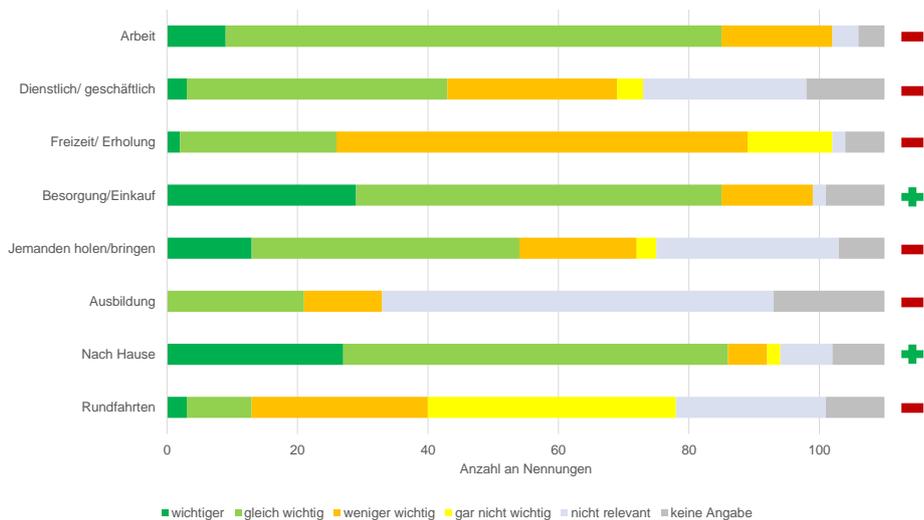


Abbildung 22: Bedeutung der Wegzwecke Hochwassersituation bei Nicht-Betroffenen

Hier sind im Großen und Ganzen ähnliche Tendenzen wie in Abbildung 21 zu erkennen. Heimwege gewinnen an Bedeutung oder bleiben so bedeutend wie zuvor. Im Unterschied zu Abbildung 21 ist bei Besorgungs- und Einkaufswegen eine positive

3. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Krisenfall

Tendenz zu erkennen. Bei den Wegzwecken Arbeit, dienstlich/geschäftlich, Jemanden holen/bringen und Ausbildung sind negative Tendenzen zu erkennen. In der Relevanz von Freizeitwegen und Rundfahrten sind starke negative Tendenzen zu erkennen. In den im vorherigen Abschnitt aufgestellten Vermutungen wurde bereits geäußert, dass sich in einem Krisenfall auf wichtige Wege beschränkt wird und sich die Bedeutung einzelner Wegzwecke verschieben kann. Vor diesem Hintergrund ist die steigende Bedeutung des Wegzwecks Nach Hause erklärbar, aber auch die steigende Bedeutung des Wegzwecks Besorgung/Einkauf in der Gruppe der Nicht-Betroffenen.

Warum in der Gruppe der Betroffenen keine steigende Bedeutung der Besorgungswege beobachtet werden kann, kann anhand der Vorüberlegungen nicht erklärt werden. Jedoch muss einschränkend zu der dargestellten negativen Tendenz gesagt werden, dass es sich um eine *leichte* negative Tendenz handelt und der Stichprobenumfang der Betroffenen insgesamt lediglich bei 29 Personen liegt. Von diesen schätzt der Großteil ein, dass Einkaufswege gleich wichtig wie im Normalfall sind.

Zusammenfassender Vergleich tatsächliche Erfahrung und hypothetisches Verhalten

Beim Verkehrsaufkommen im Vergleich Hochwasser-Normalfall zeigt sich bei den Betroffenen keine Tendenz in eine bestimmte Richtung. Die Antwortmöglichkeiten gesteigertes, konstantes und sinkendes Verkehrsaufkommen werden alle etwa gleich häufig genannt. Nicht-Betroffene sind dagegen eher der Meinung, das Verkehrsaufkommen sinke. Dies kann mit strukturellen Unterschieden in den beiden Gruppen zusammenhängen. Die Nicht-Betroffenen sind jünger und leben in kleineren Haushalten, sodass diese Personengruppe im Normalfall ggf. mehr freiwillige Wege (Freizeitwege) durchführt als die Gruppe der Betroffenen. Diese fallen im Krisenfall zuerst weg.¹⁵⁸

Bei der Weglänge ist in beiden Personengruppen eine zunehmende Tendenz zu beobachten. Diese zeigt sich in abnehmenden Trends von der Anwohnerhäufigkeit von gesteigerter über gleichbleibender und abnehmender Weglänge bis zur Antwortkategorie „keine Wege mehr zurückgelegt“. Bei den Betroffenen sind jedoch mehr Personen der Meinung, dass sich die Weglänge erhöhe als in der Gruppe der Nicht-Betroffenen. Gründe lassen sich wieder in den strukturellen Unterschieden der beiden Gruppen finden. In größeren Haushalten fallen mehr obligatorische Wege an, die zu festen Zielen führen (Arbeit, Ausbildung).

Zur Reisezeit gibt der Großteil der Betroffenen an, dass es hier zu einer Verlängerung kam. Dies gilt auch für die Gruppe der Nicht-Betroffenen, wobei hier anteilig mehr Personen mit Reisezeitverlängerungen rechnen.

¹⁵⁸ Vgl. Liu et al. (2015a).

Bei den Umwegen liegen die Angaben der Betroffenen und der Nicht-Betroffenen sehr eng beieinander. Die meisten Personen geben an, dass Umwege nötig seien.

Bei der Verkehrsmittelnutzung sind sich die beiden Gruppen dahingehend einig, dass das Zufußgehen im Hochwasserfall an Bedeutung gewinnt. Auch bei öffentlichen Verkehrsmitteln stimmen sie überein, dass diese im Hochwasserfall an Bedeutung verlieren. Lediglich bei U- und S-Bahnen weichen die Aussagen der beiden Gruppen voneinander ab. Bei den bereits Betroffenen ist keine Tendenz auszumachen. Hier handelt es sich jedoch um eine geringe Fallzahl. Die Nicht-Betroffenen gehen von einer sinkenden Bedeutung der U- und S-Bahnen aus.

Bezüglich der Wegzwecke im Hochwasserfall sind wieder in den beiden Gruppen ähnliche Tendenzen zu erkennen. Betroffene und Nicht-Betroffene sehen eine sinkende Bedeutung von Arbeits- und Ausbildungs-, Freizeit- und Rundwegen sowie von Begleitwegen (Bringen und Holen). Nach-Hause-Wege schätzen beide Gruppen als bedeutsamer ein. Unterschiede gibt es bei dienstlichen Wegen (steigende Bedeutung bei Betroffenen und sinkende Bedeutung bei Nicht-Betroffenen) und bei Besorgungswegen (leicht sinkende Bedeutung bei Betroffenen und steigende Bedeutung bei Nicht-Betroffenen). Bei den Tendenzen zu dienstlichen Wegen in der Gruppe der Betroffenen ist die geringe Fallzahl zu beachten.

Hauptergebnisse und Zwischenfazit

Die explorative Umfrage hatte drei Ziele. Zunächst sollten Erkenntnisse aus der Literaturrecherche, die für eine Untersuchung in Deutschland relevant sein könnten, und die Vorüberlegungen und Vermutungen, die anhand des Vier-Stufen-Modells angestellt wurden, im Rahmen der explorativen Umfrage näher überprüft werden. Einige Auswirkungen, die in der Literatur zu finden waren, konnten auch in dieser explorativen Erhebung beobachtet werden, z.B. der Rückgang nicht-obligatorischer Wege. Beim Verkehrsaufkommen konnte insgesamt ein abnehmender Trend beobachtet werden. Anderes konnte noch nicht unmittelbar gezeigt werden, z.B. dass sich die Mobilität im Hochwasserfall auf den Nahbereich konzentriert. Einige Indizien sprechen dafür, während andere einen anderen Eindruck vermitteln. Einerseits ist ein Anstieg in der Weglänge und die Notwendigkeit von Umwegen zu beobachten, andererseits aber auch ein Zuwachs in der Bedeutung des Zufußgehens und eine fallende Bedeutung beim ÖV. Beim Fahrrad und Pkw ist keine eindeutige Tendenz zu erkennen. Zur Reisezeit gibt der Großteil an, dass es zu Verlängerungen kam oder käme, etwa die Hälfte der Umfrageteilnehmer bleibt jedoch beim üblichen Verkehrsmittel. In Hinblick auf die Wegzwecke scheinen alle an Bedeutung zu verlieren außer die Wege nach Hause. Bei den Betroffenen steigt die Wichtigkeit der Besorgungswege, was mit den Überlegungen im vorherigen Kapitel in Einklang steht.

Die zweite Intention, die hinter der Durchführung der explorativen Umfrage stand, war, Anregungen dazu zu erhalten, welche Fragestellungen genauer untersucht werden könnten. Zum Beispiel geben die teilweise gegenläufigen Ergebnisse zur räumlichen Komponente der Mobilität im Hochwasserfall (Weglänge steigt, während das

3. Mobilitätsbedürfnisse und –verhalten im Krisenfall

Zufußgehen wichtiger wird) Anlass dazu, die räumliche Ausgestaltung des Mobilitätsverhaltens genauer zu untersuchen. Darüber hinaus ist denkbar, dass eine getrennte Untersuchung des Mobilitätsverhaltens für unterschiedliche Personengruppen interessante Erkenntnisse liefert. Im Rahmen dieser ersten explorativen Umfrage wurden aufgrund des geringen Stichprobenumfangs keine nach sozioökonomischen Merkmalen getrennten Auswertungen vorgenommen.

Wenn man eine Erhebung zum Mobilitätsverhalten in einer Hochwassersituation durchführt, muss man davon ausgehen, dass nicht jeder bereits ein Hochwasser erlebt hat. Allerdings wäre es vielleicht auch zu restriktiv, nur Personen zu befragen, die bereits ein Hochwasser erlebt haben. Der dritte Grund für die Durchführung der explorativen Umfrage lag daher darin zu untersuchen, inwiefern sich die Aussagen von bereits Betroffenen und bislang Nicht-Betroffenen unterscheiden. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass Nicht-Betroffene Fehleinschätzungen liefern, während es bei Betroffenen passieren kann, dass sie sich nicht mehr richtig an vergangene Ereignisse erinnern können. Die Ergebnisse in dieser explorativen Erhebung zeigen, dass die Antworttendenzen der Betroffenen und der Nicht-Betroffenen häufig identisch sind. Dort, wo sie sich unterscheiden, kann der Grund für die Abweichungen auch in strukturellen Unterschieden der beiden Personengruppen liegen. Die Nicht-Betroffenen sind etwas jünger und leben in kleineren Haushalten als die Betroffenen. Dort, wo strukturelle Unterschiede der beiden Gruppen keinen Grund liefern können, ist eher eine Überschätzung der Auswirkungen auf die Mobilität bei den Nicht-Betroffenen zu beobachten, so z.B. bei dem Erfordernis, Umwege zurückzulegen.

Aufgrund des Umfrage-Designs sind, wie einleitend in Abschnitt 3.4 aufgezeigt wurde, bestimmte Personengruppen überrepräsentiert. Dieser Tatsache muss, wenn man auf den Ergebnissen der Umfrage aufbauen möchte, Rechnung getragen werden.

Dennoch können die Ergebnisse dieser explorativen Umfrage erste Anhaltspunkte für mögliche Forschungshypothesen liefern, insbesondere, wenn es sich beim geografischen Untersuchungsraum in der sich anschließenden Erhebung um denselben Untersuchungsraum wie in der explorativen Umfrage und dem dort festgestellten räumlichen Schwerpunkt in Sachsen handelt.

4. Fallstudie Dresden-Laubegast – Einführung

Die zuvor gemachten Überlegungen werden anhand eines konkreten Anwendungsfalls nachvollzogen. Der Fokus der Arbeit liegt auf Auswirkungen extremer Naturereignisse auf Mobilität im Falle von Hochwasser. In Deutschland ist der größte Teil der wirtschaftlichen Schäden durch Naturkatastrophen auf Überschwemmungen zurückzuführen.¹⁵⁹ Hochwasserereignisse können zwischen einigen Stunden und mehreren Tagen andauern. Im Gegensatz dazu treten beispielsweise Hagelereignisse sehr plötzlich und lokal auf, so dass der entstehende Schaden auch sehr hoch sein kann, die Verhaltensänderung in der Bevölkerung jedoch begrenzter ist.¹⁶⁰ Es ist davon auszugehen, dass Anpassungen im Mobilitätsverhalten insbesondere dann beobachtet werden können, wenn es sich um Ereignisse handelt, die einen längeren Zeitraum umfassen und ein alltägliches Verhalten erschweren.

4.1 Die Landeshauptstadt Dresden als Untersuchungsraum

Eine Betrachtung der Flussgebiete in Deutschland zeigt, dass in der Vergangenheit immer wieder schlimme Hochwasser und Auswirkungen von Hochwasserereignissen in den Elbeinzugsgebieten vorzufinden waren. Besonders hervorzuheben sind die beiden Hochwasser von 2002 und 2013 und dabei die Stadt Dresden, auf die sich auch die meisten bereits betroffenen Befragten in der explorativen Umfrage bezogen.¹⁶¹ Daher wird im Folgenden die Landeshauptstadt Dresden vorgestellt und eingehender untersucht.

4.1.1 Allgemeine Beschreibung der Landeshauptstadt Dresden

Dresden gehört mit derzeit rund 550.000 Einwohnern¹⁶² und 1.090.000 Einwohnern im näheren Umkreis¹⁶³ zu den größten und bedeutendsten Städten Deutschlands. Dresden ist nach Leipzig mit ca. 600.000 Einwohnern die zweitgrößte Stadt in Sachsen. Neben seiner politischen Bedeutung als Landeshauptstadt ist Dresden ein attraktiver Standort für Unternehmen, beispielsweise durch die dort ansässige Technische Universität, aber auch dadurch, dass in Ostdeutschland die Lohnkosten¹⁶⁴ immer noch geringer als in Westdeutschland sind.¹⁶⁵ Zudem ist Dresden – auch bekannt

¹⁵⁹ Vgl. Wallemacq et al. (2018), S. 4. Der Bezugszeitraum geht in dieser Untersuchung von 1998 bis 2017.

¹⁶⁰ Vgl. Mohr et al. (2015), S. 3.939.

¹⁶¹ Vgl. Kapitel 3.3 und 3.4.

¹⁶² Vgl. Statistisches Bundesamt (2022b), Stand 31.12.2020.

¹⁶³ Bautzen, Mittelsachsen, Meißen und Sächsische Schweiz-Osterzgebirge, vgl. Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2022).

¹⁶⁴ Lohnkosten gehören neben Standortkosten, der Verfügbarkeit von qualifizierten Arbeitskräften und der Verkehrsanbindung zu den wichtigsten Standortfaktoren für Unternehmen, vgl. Ernst & Young (2006), S. 5.

¹⁶⁵ Vgl. Schröder (2019), S. 63: Lohnkosten in Westdeutschland 2018: 42,90 €, in Ostdeutschland: 27,80 €.

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

unter dem Namen Elbflorenz – für die Bevölkerung durch das dort vorzufindende kulturelle Programm und die Naherholungsmöglichkeiten entlang der Elbe äußerst attraktiv.

Aufgrund der angeführten Punkte ist davon auszugehen, dass die Stadt auch zukünftig eine hohe Attraktivität aufweisen wird. So geht man beispielsweise davon aus, dass die Bevölkerung bis 2035 auf knapp 580.000 Einwohner steigen wird.¹⁶⁶

Dresden bildet mit einem Anteil von 76,2 % an Siedlungs- und Verkehrsflächen das am dichtesten besiedelte Gebiet Sachsens.¹⁶⁷ In nachfolgender Tabelle 9 ist die Landnutzung des Dresdner Stadtgebietes dargestellt:

Tabelle 9: Landnutzung in Dresden¹⁶⁸

	Grünfläche	Agrarfläche	Industrie	Wohnfläche	Gewerbefläche ¹⁶⁹	Sonstige ¹⁷⁰	Gesamt
Absolute Fläche in km ²	118,86	62,46	11,17	80,08	6,60	48,76	327,93
Anteilige Fläche	36,2 %	19,0 %	3,4 %	24,4 %	2,0 %	14,9 %	100 %

Wie sich zeigt, besteht über ein Drittel des Stadtgebietes aus Grünfläche. Etwa ein Viertel der Fläche besteht aus Wohngebieten.

Im aktuellen Flächennutzungsplan für Dresden heißt es: „Regional gesehen ist Dresden als Oberzentrum der raumstrukturelle Schwerpunkt eines größeren Siedlungsgefüges, das durch hohe Siedlungsdichte und intensive raumstrukturelle Verflechtungen im wirtschaftlichen Geschehen und im Alltag der Menschen als Einheit funktioniert. Ein dichtes Netz leistungsfähiger Verkehrssysteme schafft dafür die Voraussetzung. Dieses Siedlungsgefüge, der Verdichtungsraum zwischen Pirna und Meißen einschließlich aller Nachbargemeinden, umfasst etwa 830.000 Einwohner und Einwohnerinnen. Für den gesamten ostsächsischen Raum wirkt Dresden darüber hinaus als Zentrum für alle Lebensbereiche und als kultureller Identifikationskern“.¹⁷¹

¹⁶⁶ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2020a).

¹⁶⁷ Vgl. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (o.J.), S. 10. Es sei darauf hingewiesen, dass der Begriff Siedlungsfläche nicht gleichbedeutend mit versiegelte Fläche ist. Zu Siedlungsflächen zählen auch unversiegelte Flächen wie Grünanlagen oder Parks.

¹⁶⁸ Eigene Darstellung auf Basis von Geofabrik GmbH (2021).

¹⁶⁹ „Gewerbeflächen“ beinhalten Einzelhandelsflächen und Gewerbegebiete (vgl. Ramm (2019)).

¹⁷⁰ Unter „Sonstiges“ werden Friedhöfe, Kleingärten, Erholungsplätze, Militärgelände, Wasserflächen und Steinbrüche zusammengefasst (vgl. Ramm (2019)).

¹⁷¹ Vgl. Szuggat (2018), S. 59.

Die durchschnittliche Haushaltsgröße in Dresden liegt bei 1,8 Personen je Haushalt, wobei 51,4 % Ein-Personen-Haushalte sind. Auf 1.000 Einwohner kommen 647 Pkw.¹⁷² Das Nettohaushaltseinkommen der Dresdner liegt bei 2.300 € (Median).^{173,174}

Das Klima in Dresden wird durch maritime und kontinentale Einflüsse geprägt. Im Vergleich zum Westen Deutschlands sind größere Temperaturschwankungen im Laufe eines Jahres zu beobachten. Dresden liegt in einem Becken.¹⁷⁵ Im dichter bebauten Stadtzentrum treten höhere Temperaturen als in den Randgebieten auf. Im Vergleich zu anderen Städten in Kessellage ist Dresden jedoch recht gut durchlüftet. Parks und Grünflächen verringern ebenfalls den Wärmeinseleffekt.^{176,177}

¹⁷² Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2021a), S. 293f.

¹⁷³ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2020b), S. 27

¹⁷⁴ Die Kommunale Bürgerumfrage 2020 gibt folgende Verteilung des Netto-HH-Einkommens in Dresden an: Bis 1.000 €: 12 %, 1.001 bis 2.000 €: 32 %, 2.001 bis 3.000 €: 26 %, 3.001 bis 4.000 €: 13 %, 4.001 € und mehr: 18 % (vgl. Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2020c), S. 152).

¹⁷⁵ Ähnlich wie beispielsweise Stuttgart.

¹⁷⁶ Vgl. Landeshauptstadt Dresden (2021a).

¹⁷⁷ Der Wärmeinseleffekt in Städten zeigt sich anhand von Temperaturunterschieden zwischen der wärmeren Stadt und dem kälteren Umland. Wie stark der Effekt ausgeprägt ist, ist abhängig von der Bebauung (Bausubstanz und Geometrie), den Strahlungseigenschaften der Oberflächen und der vom Menschen verursachten Wärmefreisetzung (z.B. durch Verkehr oder Industrie) (vgl. Deutscher Wetterdienst (DWD) (2021a)).

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

In der nachfolgenden Abbildung 23 ist die Topografie der Region Dresden, d.h. die Höhenlage, dargestellt. Die Darstellung zeigt gut, dass weite Teile des Stadtgebietes flach sind. Der flache Bereich erstreckt sich entlang der Elbe. Im Südwesten sind höhere Lagen zu finden (im Kartenausschnitt im Bereich links unten ersichtlich). Im östlichen Bereich des Kartenausschnitts sind ebenfalls höhere Lagen zu finden. Dort befindet sich auch das als Naherholungsgebiet bekannte Wander- und Ausflugsgebiet Sächsische Schweiz.

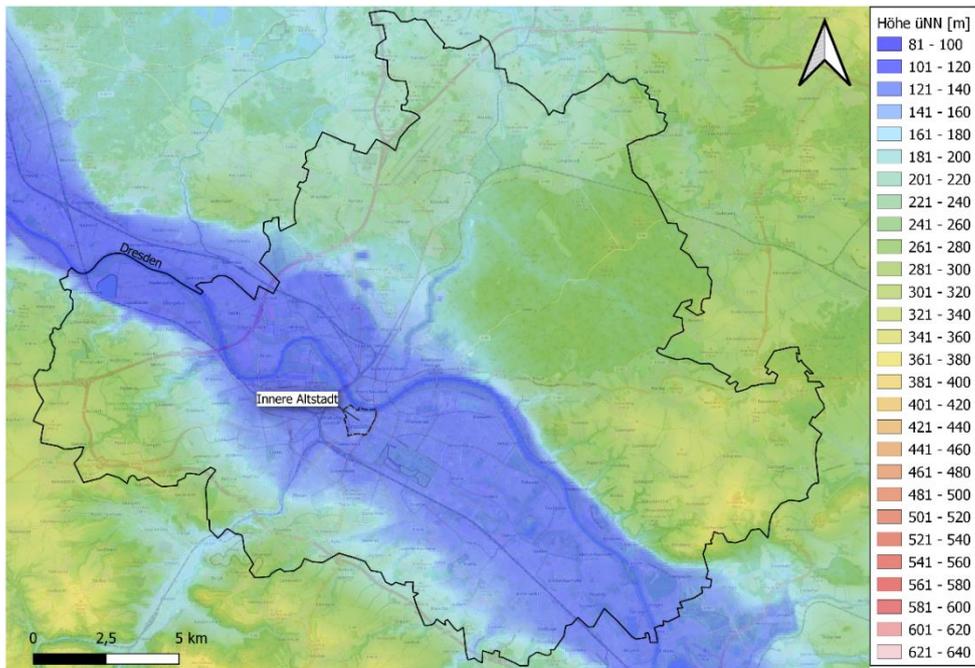


Abbildung 23: Topografie der Region Dresden¹⁷⁸

Die Bevölkerungsdichte im Stadtgebiet Dresden beträgt 1.712 Einwohner pro km², wobei die Dichte in den einzelnen Stadtteilen zwischen ca. 127 und fast 16.000 Einwohnern pro km² variiert.¹⁷⁹ In der nachfolgenden Abbildung 24 sind die Bevölkerungsdichten nach Stadtteilen dargestellt.

¹⁷⁸ Eigene Darstellung auf Basis von Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (2021), NASA Earth Data Common Metadata Repository (CMR) (2022) und OpenStreetMap (2021).

¹⁷⁹ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2021b).

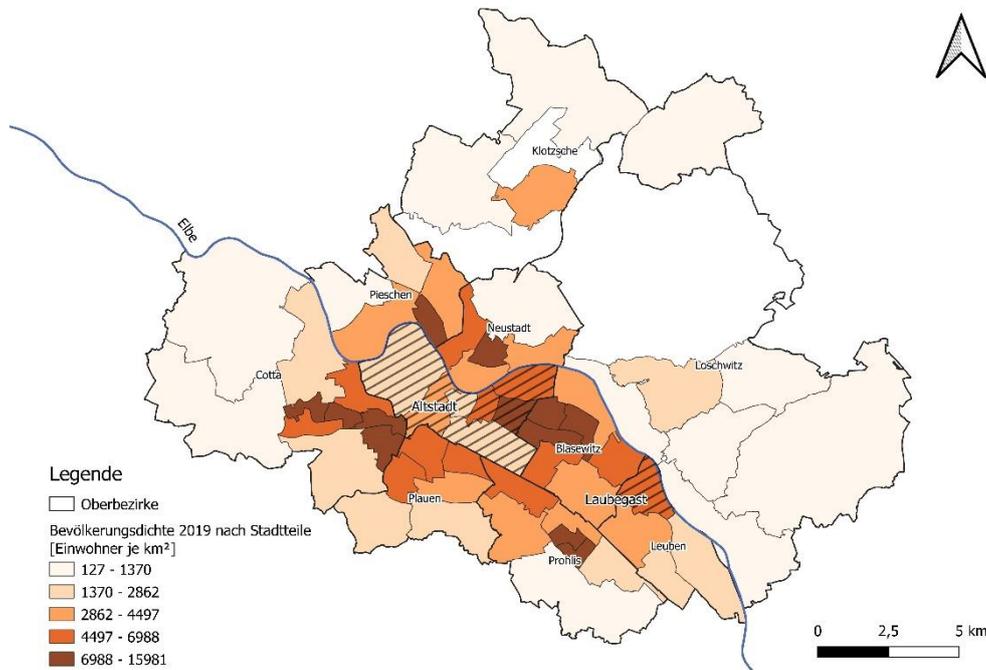


Abbildung 24: Bevölkerungsdichte nach Stadtteilen in 2019¹⁸⁰

Abbildung 24 zeigt die Bevölkerungsdichte in den einzelnen Stadtteilen von Dresden. Stark umrandet sind die Bezirke, die mehrere Stadtteile umfassen (vgl. Abbildung 27). Die schraffierten Stadtteile in der Mitte bilden zusammen den Bezirk Altstadt, zu dem u.a. der Stadtteil „Innere Altstadt“ gehört. Der schraffierte Bereich im Südosten Dresdens ist der Stadtteil Laubegast (zum Bezirk Leuben gehörig).

Vor allem in den östlich an die Altstadt angrenzenden Gebieten lässt sich eine hohe Einwohnerdichte erkennen. Der Stadtteil Laubegast im Südosten Dresdens (leicht schraffiert in Abbildung 24), der im Weiteren eine wichtige Rolle spielen wird, wies 2019 eine Bevölkerungsdichte von 5.115 Einwohnern pro km² auf, gehört also zu den überdurchschnittlich dicht besiedelten Stadtteilen. Vergleicht man die Topografie in Abbildung 23 mit der Bevölkerungsdichte in Abbildung 24 so erkennt man, dass sich die dichter besiedelten Stadtteile im tief gelegenen Teil Dresdens befinden. Sie liegen in einem Band entlang der Elbe, insbesondere im linkselbischen Teil.

In der Altstadt (schraffierte Fläche in der Mitte von Abbildung 24) befindet sich der historische Stadtkern. Hier und in den umliegenden Stadtteilen, die zusammen den Bezirk Altstadt ergeben, finden sich zahlreiche Einkaufsmöglichkeiten, Cafés und ein großes kulturelles Angebot. Zum Bezirk Altstadt gehören darüber hinaus die Stadtteile Wilsdruffer Vorstadt, die Seevorstadt, die Pirnaische Vorstadt, der Große Garten, die Johannstadt, die Friedrichstadt und die Südvorstadt. Die Seevorstadt ist durch kleine Gewässer und Seen geprägt, weshalb sie diesen Namen erhielt. Die Friedrichstadt und Johannstadt sind heute beliebte Wohngebiete. In Johannstadt befindet sich die Uniklinik. Die Seevorstadt-West ist durch den Großen Garten geprägt, ein beliebtes Naherholungsgebiet der Dresdner. Dort befindet sich auch der Zoo.

¹⁸⁰ Eigene Darstellung auf Basis von Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2021b) und Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (2021).

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

Die Stadtteile im Osten Dresdens sind ebenfalls beliebte Wohngegenden. Nach 1990 wurden hier einige neue Siedlungen gebaut. Im Südosten ist der Charakter der einstigen Dörfer weitgehend erhalten geblieben. Dort befinden sich jedoch auch zwei industriell geprägte Stadtteile, Strehlen und Reick. Weiter stadtauswärts befindet sich der Kaufpark Dresden-Nickern im gleichnamigen Stadtteil. Im südlichen Stadtgebiet finden sich die Hochschule für Technik und Wirtschaft, außerdem die TU Dresden. Die Altstadt und die östlich davon liegenden Stadtteile sind teilweise studentisch geprägt. Dort befinden sich einige Wohnheime. Auch in den westlich der Altstadt gelegenen Stadtteilen wohnen viele Studenten.

Gegenüber der Altstadt auf der anderen Elbseite befindet sich die Neustadt. Die Neustadt vereint viele verschiedene Nutzungsarten. Einerseits ist es das Künstlerviertel Dresdens, mit Ateliers und Galerien, andererseits das Ausgehviertel mit zahlreichen Bars, Clubs und Restaurants. Zudem finden sich auch hier einige Museen.

Der Dresdner Norden ist als Industriestandort bekannt. Zudem befindet sich hier der Flughafen von Dresden, der deutsche und europäische Ziele anfliegt. Der Nordwesten Dresdens war früher ländlich geprägt, vor allem durch den Weinbau. Heute sind hier überwiegend Wohngebiete zu finden. Außerdem ist das Einkaufszentrum Elbepark zu erwähnen, welches dort ebenfalls zu finden ist. Nordöstlich der Elbe auf dem Elbhang befinden sich die drei Elbschlösser Schloss Albrechtsberg, Lingnerschloss und Schloss Eckberg. Ein gutes Stück stadtauswärts folgt das Schloss Pillnitz. Der das Schloss umgebende Park ist auch ein beliebtes Ausflugsziel.¹⁸¹

Anhand des Datensatzes der SrV 2018 wurde eine Auswertung der angesteuerten Ziele vorgenommen. Die Datengrundlage ergibt sich aus allen in der SrV 2018 erfassten Wegen, die einem Zielbezirk in Dresden zugeordnet werden konnten (siehe dazu nachfolgende Abbildung 25).¹⁸²

¹⁸¹ Vgl. Landeshauptstadt Dresden (2021b).

¹⁸² In der SrV-Erhebung werden die dort gemachten Zielangaben nach Teil-, Unter- und Oberbezirken kategorisiert. Es wird die Einteilung nach Oberbezirken verwendet, im Weiteren jedoch vereinfachend von Bezirken gesprochen.

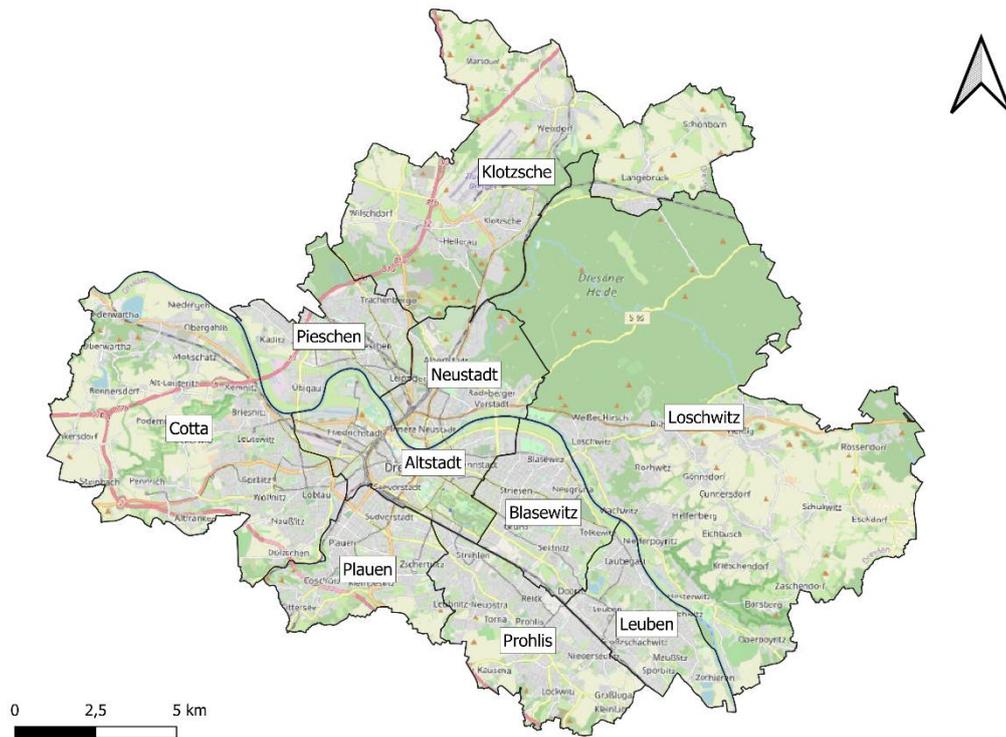


Abbildung 25: Einteilung des Stadtgebietes Dresden in Bezirke in SrV 2018¹⁸³

Zudem erfolgte eine Bereinigung um die Wegzwecke Rückwege nach Hause, Sonstiges und Unplausibel. Die Grundgesamtheit für diese Auswertung belief sich nach dieser Bereinigung auf 5.939 Wege. Die folgende Abbildung 26 zeigt, wie sich die Wege auf die Bezirke Dresdens in absoluten Zahlen und prozentual verteilen.

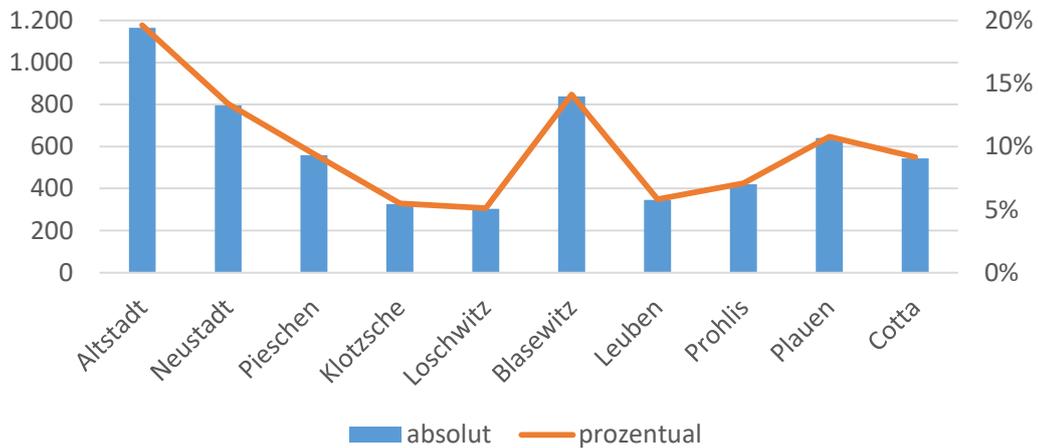


Abbildung 26: Verteilung des Verkehrsaufkommens nach Zielbezirken in SrV 2018¹⁸⁴

Wie sich erkennen lässt, führen die meisten Wege in die Altstadt, nach Blasewitz, in die Neustadt und nach Plauen (jeweils über 10 % des gesamten Verkehrsaufkommens). Es folgen die Bezirke Cotta und Pieschen. In Abbildung 27 ist erkennbar, wie

¹⁸³ Eigene Darstellung auf Basis von Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (2021) und OpenStreetMap (2021).

¹⁸⁴ Eigene Darstellung auf Basis eigener Berechnungen, Datengrundlage SrV 2018.

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

sich die Wege in einen bestimmten Bezirk nach Wegzweck aufteilen.¹⁸⁵ Die Farbgebung der Hintergrundkarte korrespondiert mit der relativen Bedeutung der Bezirke (d.h. mit den prozentualen Angaben in Abbildung 26).

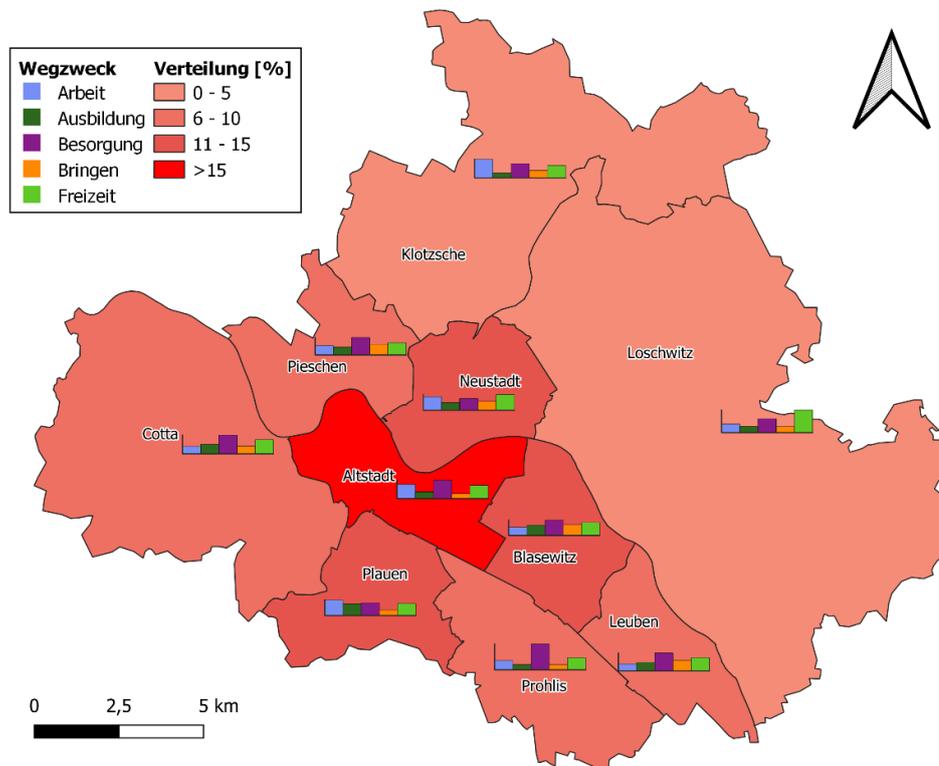


Abbildung 27: Verteilung der Wegzwecke je Zielbezirk¹⁸⁶

Die Balken in den einzelnen Bezirken zeigen die relative Bedeutung der einzelnen Wegzwecke an allen Wegzwecken im jeweiligen Bezirk an. In der Altstadt entfallen auf alle Wegzwecke nennenswerte Anteile. Besonders hervorzuheben ist der Anteil der Besorgungen (32 % aller Wege in die Altstadt), der Arbeitswege (25 %) und der Freizeitwege (23 %). In Blasewitz befinden sich große Geschäfte, die Verkehr anziehen.¹⁸⁷ Der vergleichsweise hohe Anteil an Freizeitwegen lässt sich durch diverse Freizeiteinrichtungen erklären. In Plauen liegt der Anteil der Ausbildungswege recht hoch. Hier befinden sich der Hauptcampus der TU Dresden, außerdem die Sächsische Landesbibliothek Dresden. Der hohe Anteil der Arbeitswege kann sich durch die TU Dresden erklären lassen, aber auch durch ein Industriegebiet im Südwesten von Plauen, in dem vorwiegend Mittelständler zu finden sind.¹⁸⁸

¹⁸⁵ Der Wegzweck Besorgung enthält Besorgungs- und Servicewege, der Wegzweck Bringen enthält Bring- und Holwege.

¹⁸⁶ Eigene Darstellung auf Basis eigener Berechnungen, Datengrundlage SrV 2018, und auf Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (2021).

¹⁸⁷ Zum Beispiel Kaufland Dresden-Striesen-West und Dehner Garten Center.

¹⁸⁸ Zum Beispiel Xenon Automatisierungstechnik, Rosti GP Germany (produziert Verschlüsse für Lebensmittelverpackungen), aber auch das Fraunhofer IVV (Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung).

Neben der Verteilung der Wegzwecke auf die einzelnen Bezirke ist interessant, welche Bedeutung den Verkehrsmitteln in den verschiedenen Bezirken zukommt. Das nachfolgende Diagramm in Abbildung 28 zeigt, die relative Bedeutung der Verkehrsmittel innerhalb der einzelnen Bezirke.

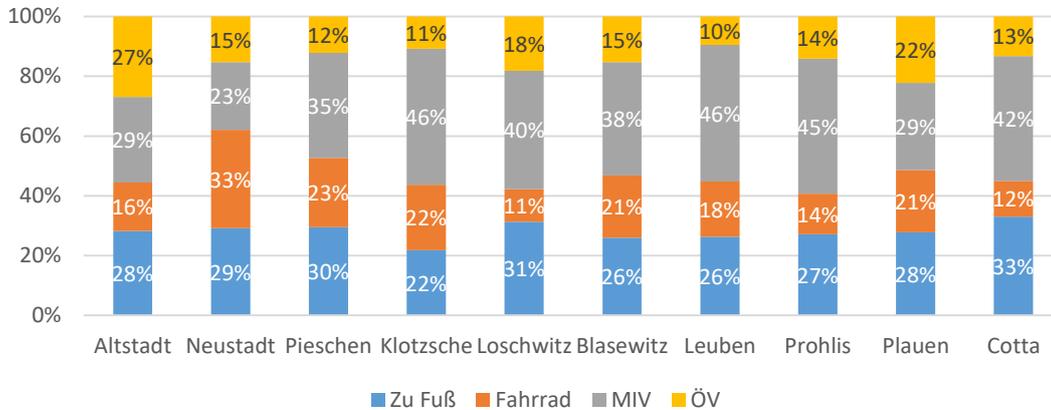


Abbildung 28: Bedeutung der Verkehrsmittel in den einzelnen Bezirken¹⁸⁹

Wie sich erkennen lässt, spielen die nicht-motorisierten Verkehrsmittel (Zufußgehen und Fahrradfahren) in den meisten Bezirken eine mindestens gleich große Rolle wie der MIV. In der Alt- und Neustadt, in Pieschen, Blasewitz und Plauen liegt der gemeinsame Anteil von zu Fuß und Fahrrad sogar deutlich höher als der MIV-Anteil. Für Wege, die nach Leuben oder nach Prohlis führen, wird der MIV etwas stärker verwendet als das Zufußgehen und das Fahrrad. Der ÖV ist vor allem für Wege in die Altstadt und nach Plauen wichtig. Der hohe Anteil des ÖVs in Plauen korrespondiert mit dem hohen Anteil an Ausbildungswegen, die nach Plauen führen. Nach Prohlis führen viele Besorgungswegen (vgl. Abbildung 27). Dadurch lässt sich die hohe Bedeutung des MIV erklären.

¹⁸⁹ Eigene Darstellung auf Basis eigener Berechnungen, Datengrundlage SrV 2018.

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

Die nachfolgende Abbildung 29 gibt einen Überblick über die Verkehrsmengen, die in Dresden zu beobachten sind.¹⁹⁰

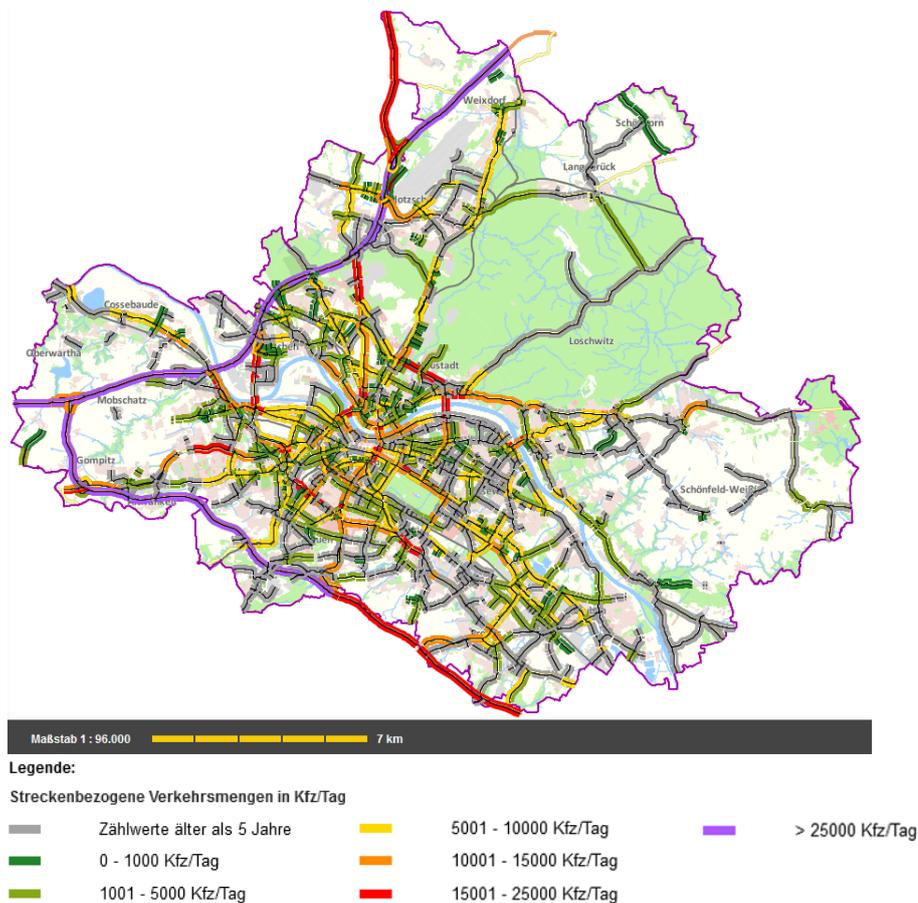


Abbildung 29: Verkehrsmengen in Kfz pro Tag in Dresden¹⁹¹

Datengrundlage sind manuelle Zählungen, aber auch automatische Zählungen werden verwendet. In der Datengrundlage für Abbildung 29 sind die Verkehrsmengen richtungsgetrennt ausgewiesen. Das heißt die Belastungen wurden getrennt nach Fahrtrichtung erhoben. Man erkennt hier sehr gut die hohen Belastungen auf den Autobahnen im Dresdner Stadtgebiet. Dies sind zum einen die Bundesautobahnen (BAB) 4 bzw. 13 im Westen der Stadt (violette und rote Strecken im linken oberen Bildbereich) sowie die BAB 17, die südlich von Dresden verläuft (violette und rote Strecke im unteren Bildbereich). Je weiter man sich vom Stadtzentrum entfernt, desto geringer scheint die Auslastung auf dem übrigen Straßennetz zu sein. Jedoch sind einige der Zubringerstraßen auch höheren Belastungen ausgesetzt.

Dresden ist, wie bereits beschrieben wurde, für die umliegenden Orte und Gemeinden ein Anziehungspunkt, u.a. auch als Arbeitsort für Menschen, die im Umland wohnen. Der Pendlersaldo ist seit Jahren im positiven fünfstelligen Bereich (vgl. Abbildung 30).

¹⁹⁰ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Straßen- und Tiefbauamt (2021).

¹⁹¹ Eigene Darstellung auf Basis von Landeshauptstadt Dresden, Straßen- und Tiefbauamt (2021).

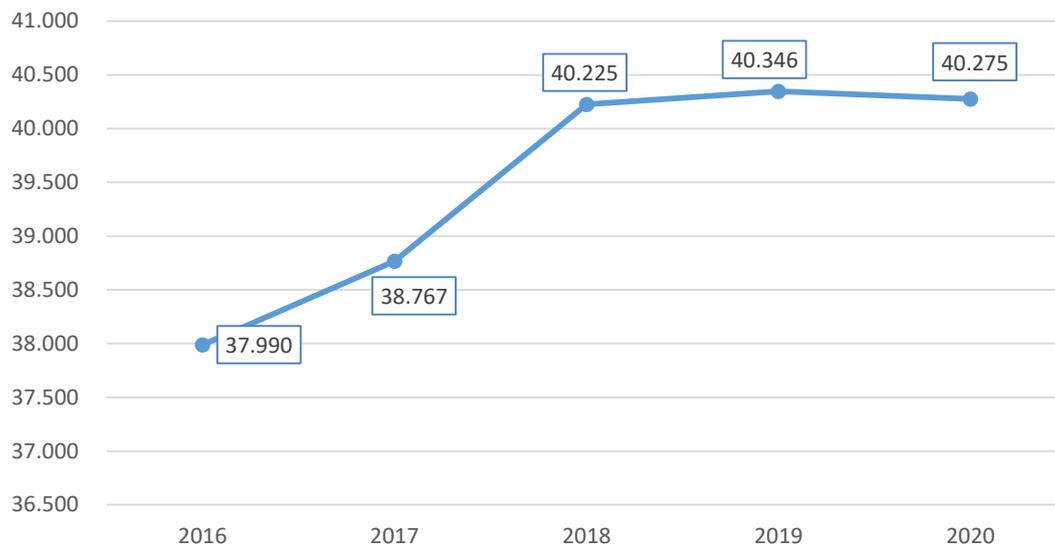


Abbildung 30: Pendlersaldo in Dresden für die Jahre 2016 bis 2020¹⁹²

Als Pendlersaldo wird die Differenz von Einpendlern und Auspendlern in einer Gemeinde bezeichnet.¹⁹³ Ein positiver Saldo entspricht einem Einpendlerüberschuss, d.h. es kommen mehr Menschen in die Gemeinde als Menschen die Gemeinde zum Arbeiten verlassen. Bezogen auf die Einpendler existieren die größten Interaktionen mit den Gemeinden Freital, Radebeul und Pirna. Von allen Einpendlern nach Dresden stammen 18 % aus den drei zuvor genannten Gemeinden.¹⁹⁴ Im Auspendler-Ranking stehen Radebeul, Pirna und Radeberg auf den oberen Plätzen. Dorthin pendeln gut 17 % der Auspendler aus Dresden.^{195,196}

4.1.2 Der Elbfluss – vergangene Hochwasserereignisse, Klimawandel und Hochwasserstrategie

„Die Elbe bildet mit einer Länge von 1.094 km und einem Einzugsgebiet von 148.268 km² nach Donau, Weichsel und Rhein das viertgrößte Flussgebiet Mitteleuropas und erstreckt sich über vier Staaten. Der größte Teil des Einzugsgebiets liegt in Deutschland (65,5 %) und der Tschechischen Republik (33,7 %), ein sehr kleiner Teil in Österreich (0,6 %) und in Polen (0,2 %).“¹⁹⁷ Das Elbeeinzugsgebiet umfasst die ostdeutschen Bundesländer Sachsen-Anhalt und den Freistaat Sachsen sowie Schleswig-Holstein und den Stadtstaat Hamburg. Sie entspringt im Riesengebirge in Tschechien. Im deutschen Elbeeinzugsgebiet befinden sich Städte wie Dresden, Meißen, Riesa, Magdeburg, Wittenberge und Hamburg. Folgende Abbildung 31 zeigt den Verlauf der Elbe.

¹⁹² Eigene Darstellung auf Basis von Statistisches Landesamt Sachsen, Statistik der Bundesagentur für Arbeit und Kommunale Statistikstelle (2021).

¹⁹³ Vgl. Statistisches Landesamt Sachsen, Statistik der Bundesagentur für Arbeit und Kommunale Statistikstelle (2021).

¹⁹⁴ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2018), S. 17, Tab. 4.

¹⁹⁵ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2018), S. 18, Tab. 5.

¹⁹⁶ Zum Vergleich: In Leipzig lag das Pendlersaldo 2017 bei +35.797 (vgl. Stadt Leipzig, Amt für Statistik und Wahlen (2018), S. 15).

¹⁹⁷ Vgl. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2015), S. 9.

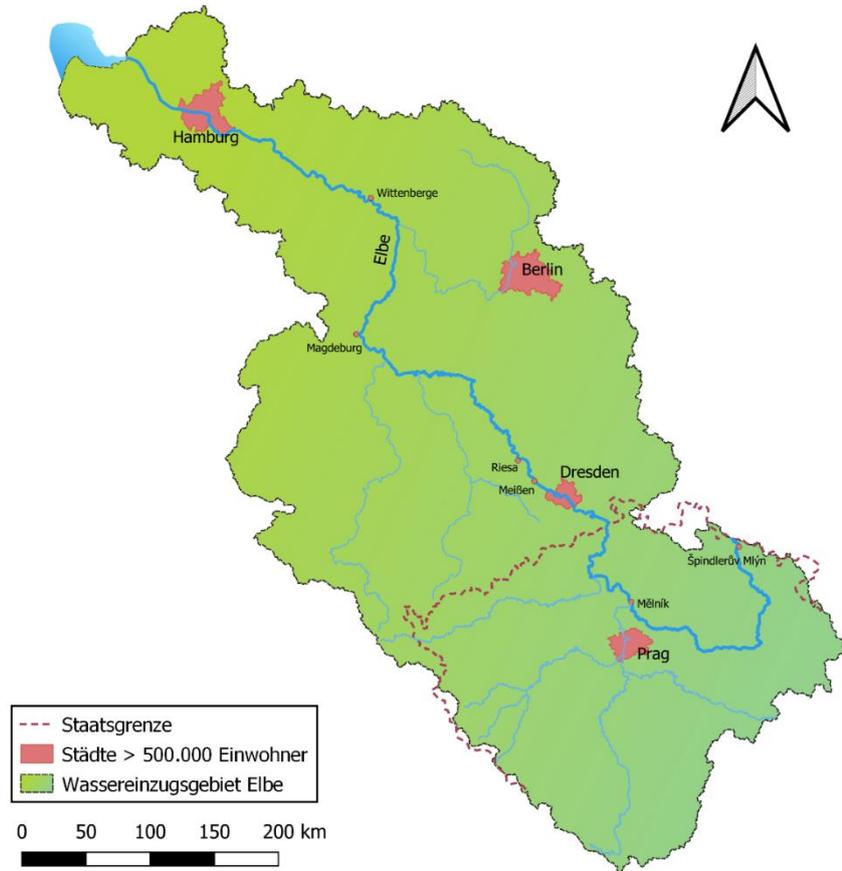


Abbildung 31: Verlauf der Elbe von der Quelle bis zur Mündung¹⁹⁸

Da 95 % des Elbeeinzugsgebietes oberhalb Dresdens in der Tschechischen Republik liegen, ist die dortige Situation für Dresden von hoher Bedeutung, weshalb eine enge grenzüberschreitende Zusammenarbeit notwendig ist. Der länderübergreifende Austausch wird als sehr gut eingeschätzt.¹⁹⁹

Bereits seit dem 12. Jahrhundert werden Deiche entlang der Elbe gebaut. Die Überschwemmungsfläche verringerte sich dadurch von früher 6.172 km² auf heute 838 km². Darüber hinaus wurde die Elbe im Laufe der Zeit um 55 km in der Tschechischen Republik und um 20 km in Deutschland verkürzt, indem Flussbögen abgetrennt wurden. Hierdurch erhöhen sich die Fließgeschwindigkeit des Flusses und damit auch die Fließgeschwindigkeit von möglichen Hochwasserwellen. Der Ausbau von Nebenflüssen führt zur zusätzlichen Gefahr der Überlagerung der Hochwasserwellen aus dem Hauptfluss mit Hochwasserwellen aus Nebenflüssen.²⁰⁰

Die Bundeswasserstraße Elbe durchfließt das Stadtgebiet Dresdens auf einer Länge von 30,5 km von Flusskilometer 39,80 in Zschießen bis zum Flusskilometer 70,25 in

¹⁹⁸ Eigene Darstellung basierend auf Copernicus Land Portal (2021), Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (2021) und OpenStreetMap (2021).

¹⁹⁹ Vgl. Landeshauptstadt Dresden (2011), S. 13f.

²⁰⁰ Vgl. Baumgarten et al. (2011), S. 23ff.

Niederwartha.²⁰¹ Aufgrund der starken Ost-West-Ausdehnung des Stadtgebietes entlang der Elbe sind die Stadtteile nördlich und südlich der Elbe durch mehrere Brücken miteinander verbunden. Die Elbaue stellt den zentralen Grünkorridor dar. Sie ist geprägt von Auenwiesen und -weiden mit Gehölzen, Wegen und Erholungsobjekten, „[...] was sich im Sinne des Hochwasserschutzes bereits mehrfach bewährt hat“.²⁰² Ca. 40 % des Wasserbedarfs werden aus dem Uferfiltrat der Elbe gedeckt, sodass sie eine wichtige Funktion in der Trinkwasserversorgung in der Region aufweist.²⁰³

Im Raum Dresden wurden nur geringfügige Veränderungen am Flusslauf der Elbe vorgenommen. Hauptsächlich bezogen sich durchgeführte Flussbaumaßnahmen auf die Stabilisierung des Flussbettes zur Schiffbarmachung. Dadurch kam es zu einer Erhöhung der Fließgeschwindigkeit und zur Eintiefung. Die Altelbarme wurden so immer seltener durchspült. Jedoch wurden keine Flusskurven durchstoßen, wie in anderen Stellen im Unterlauf der Elbe. Allerdings wurde die Mündung der Weißeritz, ein Zufluss der Elbe, Ende des 19. Jahrhunderts verlegt, um Platz für die Eisenbahnverbindung zwischen dem Dresdner Hauptbahnhof und dem Bahnhof Dresden-Neustadt zu schaffen.²⁰⁴

Hochwasser in der Elbe entstehen zu einem Großteil aus Schneeschmelzen in den Mittelgebirgen und großflächigem und ergiebigem Regen. Daher sind in den vergangenen 100 Jahren drei Viertel der jährlichen Hochwasser im Winterhalbjahr aufgetreten, insbesondere im März sind Häufungen zu beobachten. Hochwasser im Sommer entstehen durch großflächigen Regen über mehrere Tage, der in sog. Vb-Wetterlagen seinen Ursprung hat.^{205,206}

Eine Vb-Wetterlage oder ein Vb-Tief zieht meist von der Adria her Richtung Norden über Österreich und Ungarn, Tschechien und Polen. Das Vb-Tief wird von kräftigem Regenfall im Sommer und Schnellfall im Winter geprägt. Die starken Niederschläge ergeben sich dadurch, dass Vb-Tiefs südlich der Alpen feuchte und warme Luft aus dem Mittelmeerraum aufnehmen, diese nach Norden transportiert wird, dort der Wasserdampf kondensiert und als Niederschlag anfällt.²⁰⁷

²⁰¹ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Geschäftsbereich Wirtschaft, Umweltamt (2011a), S. 1/7.

²⁰² Vgl. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (o.J.), S. 10.

²⁰³ Vgl. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (o.J.), S. 12.

²⁰⁴ Vgl. Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat (BMI) (2021).

²⁰⁵ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Büro der Oberbürgermeisterin, Abteilung Öffentlichkeitsarbeit (2012), S. 6.

²⁰⁶ „Bereits 1891 hat Wilhelm Jacob van Bebbler festgestellt, dass die Zugbahnen der Tiefdruckgebiete über Europa zyklischen Schwankungen unterliegen. Van Bebbler nummerierte die am häufigsten vorkommenden Zugbahnen mit den römischen Ziffern I bis V, wobei bis heute bei den Meteorologen in Mitteleuropa vor allem die Zugbahn Vb ein Begriff ist“ (Vgl. Deutscher Wetterdienst (DWD) (2021b)).

²⁰⁷ Vgl. Deutscher Wetterdienst (DWD) (2002), S. 3.

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

Talsperren und Überschwemmungsgebiete mildern Hochwasserwellen ab. Für Dresden sind die tschechischen Talsperren besonders wichtig. Extreme Hochwasser drohen Dresden insbesondere dann, wenn die Talsperren zum Überlauf kommen, wie es beispielsweise im August 2002 der Fall war.

Neben der Elbe beeinflussen weitere Flüsse und Bäche das Hochwassergeschehen in Dresden. Die Weißeritz – ein Mittelgebirgsfluss, der von Süden her in die Elbe mündet – weist im Hochwasserfall hohe Fließgeschwindigkeiten auf. Sie transportiert dann auch Treibgut.

Der Lockwitzbach, der von Südosten kommend in das Stadtgebiet Dresden (auf Höhe des Stadtteils Lockwitz) fließt, ist ein weiterer Mittelgebirgsfluss, der in die Elbe mündet. Durch Starkniederschläge im Lockwitztal können Hochwasserwellen in Dresden mit sehr kurzen Fließzeiten und damit ohne Vorwarnung entstehen. In den Wintermonaten bildet sich Eis im Lockwitzbach, wodurch die Hochwasserabwehr erschwert wird.

Extreme Hochwasser in den Flüssen, die großflächig auftreten, können zudem für einen starken Anstieg des Grundwassers sorgen, sodass Bauwerke in Gefahr geraten. In Fällen extremer Hochwasser kann die Abwasserentsorgung problematisch werden.²⁰⁸

Für den Pegel der Elbe an der Messstelle Dresden liegen einige kennzeichnende Wasserstände vor. Der Mittelwert der Wasserstände zwischen 01.11.2010 und 31.10.2020 betrug 156 cm. Im selben Zeitraum lag der mittlere niedrigste Wasserstand bei 67 cm, während sich der mittlere höchste Wasserstand auf 458 cm belief. Allerdings sind die absoluten Extreme noch beeindruckender: Der höchste bekannte Wasserstand wurde am 17.08.2002 erreicht und lag bei 940 cm (vgl. auch Tabelle 10). Der niedrigste bekannte Wasserstand, der bei 21 cm lag, geht auf den 12.08.1947 zurück. Der höchste schiffbare Wasserstand liegt für den Elbabschnitt bei Dresden seit 05.11.2002 bei 500 cm.²⁰⁹

Hochwasser in der Vergangenheit

In den vergangenen 20 Jahren kam es zu drei großen Hochwasserereignissen²¹⁰, wobei zwei der drei Hochwasserereignisse zu den zehn stärksten Ereignissen seit Aufzeichnungsbeginn zählen. Im Jahresverlauf betrachtet treten Elbehochwasser häufiger im Winter und Frühjahr als im Sommer auf. Auch von den in Tabelle 10 zusammengefassten zehn größten Elbehochwasser am Pegel Dresden seit Beginn des 18. Jahrhunderts bis 2013 trat der Großteil im Winter auf.

²⁰⁸ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Büro der Oberbürgermeisterin, Abteilung Öffentlichkeitsarbeit (2012), S. 6f.

²⁰⁹ Vgl. Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) (2023).

²¹⁰ 2002, 2006 und 2013.

Tabelle 10: Die zehn größten Elbehochwasser am Pegel Dresden 1784 bis 2013²¹¹

Monat Jahr	Maximaler Wasserstand in cm
August 2002	940
Juni 2013	878
März 1845	877
März 1784	857
September 1890	837
Februar 1862	824
Februar 1799	824
März 1830	796
März 1940	788
Februar 1876	776

Klimawandel, Zuständigkeiten und Hochwasserstrategie

In Dresden und im Dresdner Umland macht sich wie überall der Klimawandel bemerkbar. Bei den Durchschnittstemperaturen und Niederschlägen sind bereits heute Veränderungen zu beobachten. Bernhofer, Schaller und Pluntke untersuchten, wie sich die Intensität und Auftrittshäufigkeit von Starkregenereignissen in Sachsen im Zeitraum von 1961 bis 2015 veränderte. Dabei konnte eine Zunahme der mittleren Intensität von Starkregenereignissen für die Stadt Dresden ermittelt werden.²¹² Auch für die Auftrittshäufigkeit von Starkregenereignissen konnte eine Zunahme für den Großraum Dresden beobachtet werden.²¹³

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Winter in Zukunft nasser werden, wobei mehr Regen- als Schneefälle erwartet werden. Im Sommer erwartet man mehr Trockenperioden, die durch seltene, aber starke lokale Niederschläge unterbrochen werden.²¹⁴

Temperaturbedingt kann die Wasserspeicherung nicht mehr so stark in Form von Schnee erfolgen. Dies führt zu erhöhten Flusswasserspiegeln und zu einer höheren Wahrscheinlichkeit für Hochwasserereignisse im Winter. Schneeschmelzen werden in Zukunft aber dadurch vielleicht weniger ein Problem bezogen auf Hochwasser sein. Verschiedene Untersuchungen gehen davon aus, dass Hochwasser im Einzugsgebiet der Elbe zukünftig höher ausfallen und öfter als bisher auftreten werden.²¹⁵

Mit Fragen zum Thema, welche Risiken durch den Klimawandel entstehen, befasst sich das Strategiekonzept zum Integrierten Regionalen Klimaanpassungsprogramm für die Region Dresden, welches 2013 veröffentlicht wurde.²¹⁶ Nach dem Hochwasser von 2002 legte die Stadtverwaltung einen gesamthaften Hochwasserschutzplan auf,

²¹¹ Eigene Darstellung auf Basis von Korndörfer et al. (2014), S. 19.

²¹² Vgl. Bernhofer et al. (2017), S. 17.

²¹³ Vgl. Bernhofer et al. (2017), S. 25.

²¹⁴ Vgl. Bernhofer et al. (2013), S. 3.

²¹⁵ Vgl. Hollmann et al. (2012), S. 24f.

²¹⁶ Vgl. Bernhofer et al. (2013).

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

in dem Flüsse, Bäche, Grund- und Abwasser Berücksichtigung finden. Im Plan Hochwasservorsorge Dresden (PHD) wurden Schutzziele für Stadtteile definiert und Maßnahmen aufgeführt, um diese Schutzziele zu erreichen.

Die Verantwortung für die Umsetzung als auch für die Finanzierung von Maßnahmen liegt in den Händen ganz unterschiedlicher Akteure.²¹⁷ Für den Hochwasserschutz in Dresden ist einerseits die Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, andererseits die Landeshauptstadt Dresden zuständig. Während die Zuständigkeit für die Planung und Errichtung von Hochwasserschutzanlagen an der Elbe, der Weißeritz und am Lockwitzbach bei der Landestalsperrenverwaltung liegt, übernimmt die Landeshauptstadt Dresden die Planung und Errichtung an Bächen und Gräben im Stadtgebiet. Die beiden Behörden teilen sich auch die Aufgabe des Ausbaus und der Unterhaltung von Gewässern. Die Stadt Dresden hält den PHD aktuell. Sie ist zudem die leitende Instanz bei der Planung und der Durchführung der Hochwasserabwehr.²¹⁸

Die durch den Klimawandel häufiger erwarteten Starkniederschläge führen zu Hochwasserspitzen, sogenannten Flash Floods. Wo möglich wurden Rückhaltebecken und Polder eingerichtet, Fluss- und Bachbetten renaturiert und leistungsfähiger gestaltet, sodass höhere Niederschlagsmengen bewältigt werden können. Elbehochwasser, welche für Dresden relevant sind, entstehen jedoch bereits im böhmischen Einzugsgebiet. Das bedeutet, dass Sachsen wenig aktive Einflussmöglichkeiten hat. Daher sind für Dresden in Bezug auf Elbehochwasser vor allem Deiche und Mauern unabdingbar, um dicht bebaute Stadtteile zu schützen. Dabei muss aber sichergestellt werden, dass das Hochwasser auch abfließen kann. Noch vorhandene natürliche Rückhalteräume müssen so gut es geht geschützt werden.²¹⁹

In Tschechien wurde in den vergangenen Jahren mehr für den Hochwasserschutz getan, was auch Dresden zu Gute kommt. Vor allem die Ertüchtigung von Stauanlagen und der Neubau von Poldern, der in Tschechien stattfand, beeinflussen die Hochwassersituation in Dresden. Weitere natürliche Überflutungsflächen sind hingegen nicht entstanden. Gründe hierfür liegen in der Oberflächenstruktur. In Tschechien existieren weniger breite Flussauen als in Deutschland. Der Bau weiterer Talsperren in Tschechien wurde in den vergangenen Jahren durch Umweltgruppen und die Bevölkerung blockiert. Durch die Sanierung und den Ausbau bestehender Anlagen konnte das Retentionspotenzial jedoch verbessert werden.²²⁰

Laut sächsischem Wassergesetz muss die Landestalsperrenverwaltung für den im Freistaat Sachsen liegenden Teil der Elbe und alle Gewässer erster Ordnung ein Hochwasserschutzkonzept entwickeln.²²¹ Nach dem Hochwasser von 2002 – schon während der Beseitigung der Schäden – wurden Hochwasserschutzkonzepte für die

²¹⁷ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Geschäftsbereich Wirtschaft, Umweltamt (2011b), S. 3/17.

²¹⁸ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt (2021a).

²¹⁹ Vgl. Bernhofer et al. (2013), S. 6.

²²⁰ Vgl. Neumann (2017).

²²¹ Vgl. Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) (2021a).

Elbe und Gewässer erster Ordnung aufgestellt. Über 6.000 Maßnahmen wurden dort vorgeschlagen. Die Maßnahmen werden nach einer Priorisierung seit 2006 umgesetzt. Im Jahr 2016 wurden die Konzepte überführt in sog. Risikomanagementpläne.²²²

In der sächsischen Hochwasserstrategie von 2007 wurden Richtwerte für angemessene Schutzziele definiert. Diese richten sich nach der Schutzwürdigkeit und unterscheiden sich je nach Flächennutzung. Sie werden in Bezug auf Wiederkehrzeiten von Hochwasserereignissen festgelegt. Bei Ortslagen liegt das festgelegte Schutzziel in der Regel bei einem Hochwasserereignis mit einem statistischen Wiederkehrintervall von 100 Jahren (sog. HQ100-Ereignis oder auch nur HQ100). Die Richtwerte sind entscheidend für das Niveau des öffentlichen Hochwasserschutzes, welches durch die Ergreifung von Maßnahmen realisiert werden soll.²²³ Das HQ100-Ereignis liegt für Dresden bei einem Pegel von 924 cm an der Augustusbrücke auf Höhe der Dresdner Altstadt. Es wurde nach dem Hochwasser von 2002 neu festgelegt. Bis dahin ging man davon aus, dass ein HQ100 einem Pegel von 817 cm entspricht.²²⁴

Auf Basis des festgelegten HQ100 wurden Überschwemmungsgebiete festgesetzt. In festgesetzten Überschwemmungsgebieten gibt es u.a. Beschränkungen zur Errichtung neuer und der Erweiterung bestehender Bauten. Zudem dürfen dort keine wassergefährdenden Stoffe gelagert werden. Es ist auch untersagt, Grünland in Ackerland umzuwandeln oder Auwald in andere Nutzungsarten zu überführen.^{225,226}

Die späteren großen Hochwasserereignisse zeigten, welchen Nutzen die Hochwasserschutzmaßnahmen hatten und haben, aber auch, dass das Schutzniveau technisch begrenzt ist. Wären die Hochwasserereignisse etwas stärker ausgefallen, wären Schutzanlagen überströmt worden.²²⁷

Das Aktionsprogramm für die Region Dresden, welches im Strategiekonzept angeführt wird, sieht vor, die kommunale Hochwasservorsorge auszubauen und das Problem der Kanalüberflutungen²²⁸ zu lösen. Dazu sollen Städte und Gemeinden Risikogebiete feststellen, bessere Versickerungsmöglichkeiten in der Fläche bieten und Infrastrukturen (Straßen- und Kanalnetz) dahingehend verändern, dass Schäden geringer ausfallen.²²⁹

²²² Vgl. Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (2021).

²²³ Vgl. Freistaat Sachsen, Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2007), S. 11.

²²⁴ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt (2019a), S. 1.

²²⁵ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt (2019a), S. 1f.

²²⁶ Das sächsische Wassergesetz (SächsWG) bildet hierzu die Grundlage (vgl. Rödel und Flores (2019), S. 9).

²²⁷ Vgl. Bernhofer et al. (2013), S. 6.

²²⁸ Die Kanalisation läuft bei großen Niederschlagsmengen in kurzer Zeit über. Dies soll verhindert werden, vgl. Bernhofer et al. (2013), S. 12.

²²⁹ Vgl. Bernhofer et al. (2013), S. 31f.

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

In einem Bericht zur Klimawandelanpassung in Sachsen werden drei Säulen des Hochwasserrisikomanagements genannt: Technische Lösungen, retentionsraum-schaffende Lösungen und vorsorgende Lösungen. Die technischen Lösungen umfassen alle Maßnahmen, die einen technischen oder baulichen Eingriff im oder am Gewässer angrenzenden Bereich notwendig machen. Dazu zählen z.B. Hochwasserrückhaltebecken, aber auch mobile Schutzwände, die ganz flexibel eingesetzt werden können.

Durch die Entsiegelung nicht mehr genutzter Flächen können frühere Überflutungsflächen wieder zurückgewonnen werden und neben der Aufgabe, Hochwassersituationen zu entschärfen, die Auenentwicklung vorantreiben. In den Auen können sich Tiere und Pflanzen gegen die durch den Klimawandel steigenden Temperaturen und Dürrephasen besser schützen.²³⁰

Die vorsorgenden Maßnahmen beinhalten insbesondere diverse Einschränkungen in der Flächennutzung in ausgewiesenen Überschwemmungsgebieten. Die Bevölkerung muss für das richtige Verhalten sensibilisiert werden und wissen, über welche Wege sie an Informationen zur Hochwassersituation gelangt. Zudem müssen Einsatzkräfte für entsprechende Situationen richtig ausgerüstet, geschult und vorbereitet sein, um einen reibungslosen Ablauf im Falle eines Hochwassers garantieren zu können.²³¹

Ein wichtiges Werkzeug für den Schutz von Siedlungen vor Elbehochwasser stellen Deiche und Deichersatzanlagen dar.²³² Es ist jedoch nicht möglich, für alle Siedlungsgebiete mit zusammenhängender Bebauung, Industrie und Gewerbe entlang der Elbe einen Schutzgrad eines 100-jährlichen Hochwassers zu erreichen.²³³ Neben Maßnahmen an der Elbe enthält der PHD auch Maßnahmen für die Weißeritz, den Lockwitzbach und Gewässer zweiter Ordnung. Gefahren, die vom Grundwasser ausgehen, werden auch thematisiert; es werden jedoch keine flächenbezogenen Schutzziele zum Grundwasser ausgegeben.

²³⁰ Vgl. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) (2015), S. 93 bis 97.

²³¹ Vgl. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) (2015), S. 96f.

²³² Deichersatzanlagen bestehen in der Regel aus stationären und mobilen Elementen. Neben dem Bau sind die langfristige Unterhaltung, Lagerung und der Betrieb der mobilen Elemente zu regeln, falls die Landestalsperrenverwaltung diese Aufgaben nicht selbst übernimmt. Grundsätzlich ist sie als Träger der Ausbau- und Unterhaltungslast dafür zuständig (vgl. Landeshauptstadt Dresden, Geschäftsbereich Wirtschaft, Umweltamt (2011b), S. 3/17).

²³³ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Geschäftsbereich Wirtschaft, Umweltamt (2011b), S. 3/17.

4.2 Experteninterviews

Aus Kapitel 3 ergaben sich Ideen zu in dieser Arbeit zu überprüfenden Hypothesen. Um diese Hypothesen zu schärfen und Anregungen zu weiteren interessanten Forschungsfragen zu erhalten, wurden im Januar und Februar 2019 Interviews mit Experten zu den Themen Hochwasser und Verkehr durchgeführt. Ziel war es, mit Vertretern aus unterschiedlichen Bereichen teilstrukturierte Gespräche zu führen, um die Auswirkungen eines Hochwassers möglichst vollumfänglich zu erfassen. Im Allgemeinen werden Experteninterviews zur Hypothesenfindung und Theoriebildung eingesetzt²³⁴ oder um sich „wenig bearbeiteten Forschungsfeldern explorativ zu nähern.“²³⁵ „Ziel eines Experteninterviews ist es, die Gesprächspartner möglichst ungestört zu Wort kommen zu lassen, damit sie ihre Erfahrungen und Wissenszusammenhänge frei entfalten können.“²³⁶ Als Experten werden Personen bezeichnet, die durch langjährige Erfahrung „bereichsspezifisches Wissen“ erlangt haben.²³⁷

Für die Rekrutierung der Interviewpartner wurden diverse Einrichtungen per Email kontaktiert. In der Email wurde das Forschungsvorhaben vorgestellt und um ein Interviewtermin gebeten. Kontaktiert wurden zum einen behördliche und operativ handelnde Einrichtungen (Landeshochwasserzentrum Sachsen, Umweltamt Dresden, Straßen- und Tiefbauamt Dresden, Stadtplanungsamt Dresden, Feuerwehr Dresden, Polizei Dresden, Technisches Hilfswerk Dresden). Zum anderen wurden Vertreter aus dem Verkehrsbereich (Dresdner Verkehrsbetriebe AG, Bahnhofsmanagement Dresden) und aus dem Wissenschaftsbereich (TU Dresden – Verkehrspsychologie, Deutsches Geoforschungszentrum Potsdam) angeschrieben.

Insgesamt konnten zwischen 29.01. und 01.02.2019 sieben Gespräche geführt werden. Zudem beantwortete eine der kontaktierten Personen die Fragen per Email. Die Interviewpartner stammten alle aus dem behördlichen oder wissenschaftlichen Umfeld. Der Interviewleitfaden war in vier Themenblöcke unterteilt:²³⁸ Der Hintergrund des Experteninterviews wurde im Anschreiben verdeutlicht. Nach einer erneuten Themenvorstellung und der persönlichen Vorstellung der Gesprächspartner befasste sich der erste Themenblock mit dem Verständnis von Alltagsmobilität²³⁹. Im zweiten Fragenblock wurde das Verkehrsangebot in und nach Extremsituationen thematisiert. Im dritten Block wurde die Verkehrsnachfrage in und nach Extremsituationen behandelt. Der vierte Themenblock beschäftigte sich mit der Bedeutung von Mobilität während und nach Extremsituationen.

Wie sich recht schnell in den Gesprächen abzeichnete, war es für die Qualität des Interviews besser, sich nicht strikt an den Fragenkatalog zu halten, sondern den Ge-

²³⁴ Vgl. Bogner und Menz (2009), S. 64.

²³⁵ Vgl. Kowald et al. (2012), S. 2.

²³⁶ Vgl. Kowald et al. (2012), S. 3.

²³⁷ Vgl. Mieg und Näf (2005), S. 7.

²³⁸ Der Leitfaden ist in Anhang C zu finden.

²³⁹ Mit Alltagsmobilität ist wieder die Mobilität ohne Einfluss extremer Ereignisse gemeint.

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

sprächspartner von sich aus von den eigenen in der Vergangenheit erlebten Hochwasserereignissen berichten zu lassen und jeweils nur, wenn die Erzählungen ins Stocken gerieten, konkrete Fragen zu stellen. Die einzelnen Gespräche wurden in Absprache mit den Gesprächspartnern mit einem Diktiergerät aufgezeichnet und im Nachgang transkribiert. Die für den weiteren Verlauf der Arbeit wichtigsten Erkenntnisse sind im Folgenden aufgeführt.

Dresden war in der jüngeren Vergangenheit mehrfach von Hochwasserereignissen betroffen. In den Gesprächen wurde auf die Hochwasserereignisse von 2002, 2006 und 2013 Bezug genommen, wobei das Ereignis 2002 ausnahmslos als das Ereignis mit den schwerwiegendsten Folgen bezeichnet wurde. Diese Einschätzung deckt sich mit den objektiv gemessenen Daten zu den Hochwasserereignissen der Vergangenheit (vgl. Tabelle 10).

Die außergewöhnliche Schwere dieses Ereignisses und die damit verbundenen Auswirkungen lassen sich aus der Verkettung unglücklicher Umstände ableiten. Zudem waren im Jahr 2002 aufgrund der großen zeitlichen Distanz zum letzten größeren Hochwasser in Dresden weder die Behörden noch die Bevölkerung auf ein Hochwasser dieser Größenordnung vorbereitet. Große Probleme entstanden damals insbesondere durch die Gebirgsflüsse. Diese sorgten für Überflutungen in untypischen Bereichen der Stadt, beispielsweise in der Altstadt. Seither konnte durch Ertüchtigungen der Flussläufe der Hochwasserschutz in Bereichen der Gebirgsflüsse, beispielsweise der Weißeritz, stark verbessert werden. Zudem waren die Wetterlagen, die in den Folgejahren zu Hochwassersituationen in Dresden führten, weniger dramatisch als 2002.

In den Folgejahren, in denen es wieder zu Hochwasserereignissen in Dresden kam, waren die Auswirkungen auf die gesamte Stadt betrachtet weniger dramatisch. Während die Situation 2002 laut den Experten dazu führte, dass Mobilität kaum mehr möglich war, also fast vollständig zum Erliegen kam, konnten in den übrigen Jahren andere Phänomene beobachtet werden.

Brücken- und Straßensperrungen führten dazu, dass sich das nutzbare Netz verkleinerte. Dies führte zu einer Veränderung der Erreichbarkeiten. Die Verbindung von Stadtteilen untereinander verschlechterte sich, Straßen mussten gesperrt werden. Der Verkehr musste auf Ausweichstrecken abgewickelt werden, wodurch die Verkehrsbelastung auf den nutzbaren Abschnitten zunahm und diese Zunahme letztendlich zu Stauphänomenen führte. Staus traten insbesondere dann ein, wenn komplette Stadtbereiche betroffen waren. Bezüglich des Verkehrsangebotes kam es darüber hinaus zu Einschränkungen im ÖPNV, insbesondere im schienengebundenen Verkehr. Im ÖPNV kam es zu Umleitungen oder zum Einsatz von Schienenersatzverkehr (SEV) sowie zu allgemeinen Einschränkungen des Verkehrsangebotes.

Neben den Veränderungen auf Seiten des Angebots wirkten sich die Hochwassersituationen auch wesentlich auf die Bevölkerung und ihre Verkehrsnachfrage aus.

Die aufgetretenen Veränderungen lassen sich folgendermaßen kategorisieren:

- Veränderungen der angesteuerten Ziele und der Bedeutung von Wegzwecken,
- Veränderungen der Bedeutung von Verkehrsmitteln,
- allgemeine Reaktionen der Bevölkerung ohne direkten Bezug zur Mobilität.

Veränderungen bei den angesteuerten Zielen und in der Bedeutung der Wegzwecke

Ziele und Wegzwecke wirken sich direkt auf das Verkehrsaufkommen und die Verkehrsleistung aus. Die Experten waren sich darüber einig, dass sich die Bedeutung der Wegzwecke in Hochwassersituationen im Vergleich zum Alltag verändert. Während die Bedeutung von Besorgungsfahrten (Kauf von Nahrungsmitteln, medizinische Versorgung) und im Hochwasserfall wichtig werdender Utensilien (Batterien, Gaskocher, aber auch Trinkwasser) an Bedeutung gewinnt, verlieren Freizeitaktivitäten an Bedeutung. Für die wichtiger werdenden Zwecke werden dann unter Umständen auch stärker als im Alltag Umwege in Kauf genommen, d.h. also, das Verkehrsaufkommen und die Verkehrsleistung, die sich auf Besorgungsfahrten zurückführen lässt, kann dann höher ausfallen.

Veränderungen in der Bedeutung von Verkehrsmitteln

Auch stimmten die Experten darin überein, dass sich die Bedeutung der Verkehrsmittel im Hochwasserfall anders darstellt als im Alltag. Mehrfach betont wurden die steigende Bedeutung der nicht-motorisierten Verkehrsmittel und damit die Vorteile des Zufußgehens und des Fahrradfahrens. Die Benutzung von Kfz sei in Hochwassersituationen zu gefährlich. In unsicheren Situationen wolle man nicht in die Situation gelangen, im Pkw „gefangen“ zu sein. Im Gegensatz zum Pkw könne das Fahrrad flexibler eingesetzt werden und ggf. vorhandene Straßensperrungen umfahren.

Allgemeine Reaktionen der Bevölkerung ohne direkten Bezug zur Mobilität

Neben konkreten Auswirkungen auf verkehrlicher Ebene wurden von den Experten auch allgemein beobachtete Reaktionen thematisiert.

Einen großen Themenkomplex stellen die Gefahrenwahrnehmung und der Umgang mit Gefahrensituationen dar. Beobachtet werden konnte u.a., dass Nicht-Betroffene teilweise wenig Verständnis für Einschränkungen im Verkehr aufbringen. Auch bei den Betroffenen ließ mit der Zeit das Verständnis beispielsweise für Sondersignale²⁴⁰ nach, während Umleitungen weitgehend akzeptiert wurden. Die Risikowahrnehmung könnte aus Sicht der Experten teilweise besser ausgeprägt sein. Die Gefahr, die vom Hochwasser ausgeht, wird nicht immer wahrgenommen, lediglich, wenn die Gefahr sichtbar ist. Ansonsten konnte häufig beobachtet werden, dass beispielsweise Radfahrer durch Verkehrsschilder angeordnete Sperrungen ignorierten und umfahren.

²⁴⁰ Dazu zählen die Nutzung von Blaulicht und des Einsatzhorns.

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

Auch die allgemeine Verkehrssituation wurde aus Sicht der Bevölkerung als ungewiss bezeichnet.

Darüber hinaus wurde über das Thema Evakuierung gesprochen. Mehrfach erwähnten die Experten die Angst vor Plünderungen, die die Bevölkerung dazu bringt, nicht ihr Heim zu verlassen. Insbesondere Eigenheimbesitzer sind in Sorge, beispielsweise um die Haustechnik, und kümmern sich um die Sicherung des Hauses (Stichwort Eigenvorsorge). Senioren und Haustierbesitzer sind weitere Personengruppen, die im Zusammenhang mit nicht erfolgter Evakuierung genannt wurden. Hilfsbedürftige benötigen besondere Unterstützung.

Die Bevölkerung in betroffenen Gebieten ist damit beschäftigt, Hausrat in höhere Stockwerke zu schaffen, um ihn vor Wasser und Schlamm zu schützen, oder stellt diesen auf die Straße, wenn bereits Schäden entstanden sind. Dies führt dazu, dass das Durchkommen von Einsatzkräften aus Unwissenheit erschwert wird.

Man fragt sich, wie es Angehörigen, Freunden und Bekannten geht. Überlastete Telefon- und Internetverbindungen beunruhigen die Bevölkerung zusätzlich, genauso wie Stromausfälle. Auf Personengruppen bezogen sind die jüngeren Personengruppen stärker mobil. Sie wollen helfen und mit anpacken. Dies führt zu anderen Mobilitätsmustern als im Alltag, d.h. es kommt zu anderen Mobilitätsaktivitäten oder zu Verlagerungen. Ältere sind tendenziell eher abwartend und weniger mobil.

Laut Experten ist das Ziel nach dem Hochwasser wieder den Alltag herzustellen. Es werden Aufräumarbeiten durchgeführt. In dieser Phase ist eine hohe Hilfsbereitschaft innerhalb der Bevölkerung zu beobachten.

Insgesamt betrachtet kann man sehen, dass bereits mehrfach betroffene Personen von Mal zu Mal besser vorbereitet sind. Die Gefahr lässt sich besser einschätzen, die nächsten Schritte sind bereits klar. Darüber hinaus hat sich die Zusammenarbeit der Behörden im Laufe der vergangenen Ereignisse und Jahre stark verbessert. Auch die Fortschritte in der Technik, einerseits die Verbreitung und Nutzung des Internets, andererseits das Aufkommen von Smartphones, führte laut den Experten dazu, dass sich die Bevölkerung in späteren Hochwasserjahren besser informiert fühlte.

Wichtig ist weiterhin, dass Hochwasserschutzkonzepte nicht überall akzeptiert werden. Dies unterstreicht die Äußerung mehrerer Experten, dass sich die Bevölkerung in hochwassergefährdeten Gebieten der Natur unterwirft und Hochwasser in Kauf nimmt. „Die schöne Landschaft entschädigt für die Gefahr durch den Fluss.“ Außerdem bleibt festzuhalten, dass sich Elbehochwasser mit einem recht großen zeitlichen Vorlauf ankündigen und daher rechtzeitig akute Maßnahmen ergriffen werden können, so dass sich die Bevölkerung nicht schutzlos und ohnmächtig fühlt.

4.3 Vorstellung des Stadtteils Laubegast

4.3.1 Allgemeine Beschreibung des Stadtteils

Der Stadtteil Laubegast befindet sich im Südosten der Landeshauptstadt Dresden. Die Entfernung zur inneren Altstadt beträgt etwa 9 km. Laubegast gehört zum Stadtbezirk Leuben, der wiederum aus den Stadtteilen Leuben, Laubegast, Kleinzschwitz und Großzschwitz besteht:²⁴¹ In der nachfolgenden Abbildung 32 ist die Lage Laubegasts in Bezug zum Stadtzentrum (Altstadt) zu erkennen.

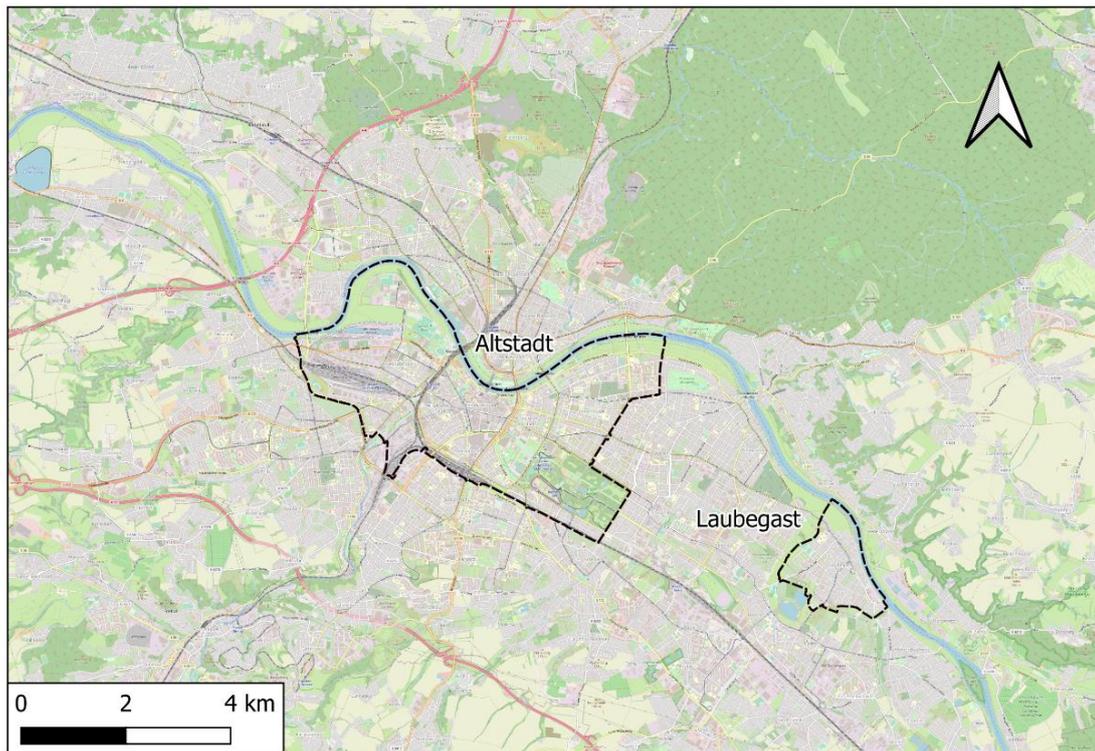


Abbildung 32: Lage von Laubegast in Dresden²⁴²

In Laubegast leben ca. 12.400 Einwohner. Die durchschnittliche Haushaltsgröße liegt bei 1,82 Personen, wobei etwa die Hälfte aller Haushalte Ein-Personen-Haushalte sind. Der Pkw-Besitz liegt bei 812 Pkw je 1.000 Haushalte.²⁴³ Laubegast verfügt über eine gute ÖPNV-Erreichbarkeit. Es besteht eine Direktverbindung mit einer Straßenbahn in die Dresdner Innenstadt. Der Stadtteil Laubegast wird aktuell (Stand: November 2022) von drei Linien bedient, zwei Tramlinien und einer Buslinie.²⁴⁴ Die Linie 4 verbindet Laubegast mit der Altstadt. Montags bis freitags besteht tagsüber eine 10-Minuten-Taktung, samstags und sonntags eine 15-Minuten-Taktung.²⁴⁵ Man benötigt mit der Straßenbahn an einem Werktag 25 Minuten in die Innenstadt. Die Linie 6 verbindet Laubegast mit Blasewitz und führt bis in die Neustadt. Hier besteht dieselbe

²⁴¹ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2021a), S. 4.

²⁴² Eigene Darstellung auf Basis von OpenStreetMap (2021).

²⁴³ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2021a), S. 149 – 152.

²⁴⁴ Dies sind die Straßenbahnlinien 4 und 6 und die Buslinie 86 (vgl. Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) (2022a)).

²⁴⁵ Vgl. Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) (2022b).

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

Taktung wie auf der Tramlinie 4.²⁴⁶ Darüber hinaus verkehrt eine Buslinie durch den Stadtteil. Mit dem Pkw ist man in 20 Minuten in der Innenstadt. Mit dem Fahrrad beträgt die Fahrzeit ins Zentrum etwa 30 Minuten. Laubegast besitzt den Charakter einer geschlossenen Kleinstadt. Die Bevölkerung und Bebauung kann als durchmischte bezeichnet werden. Von den Bewohnern wird die Lebensqualität als besonders gut eingeschätzt.

Die nachfolgende Abbildung 33 zeigt den Stadtteil Laubegast und die in sich geschlossene Siedlungsstruktur, die den Stadtteil auszeichnet.

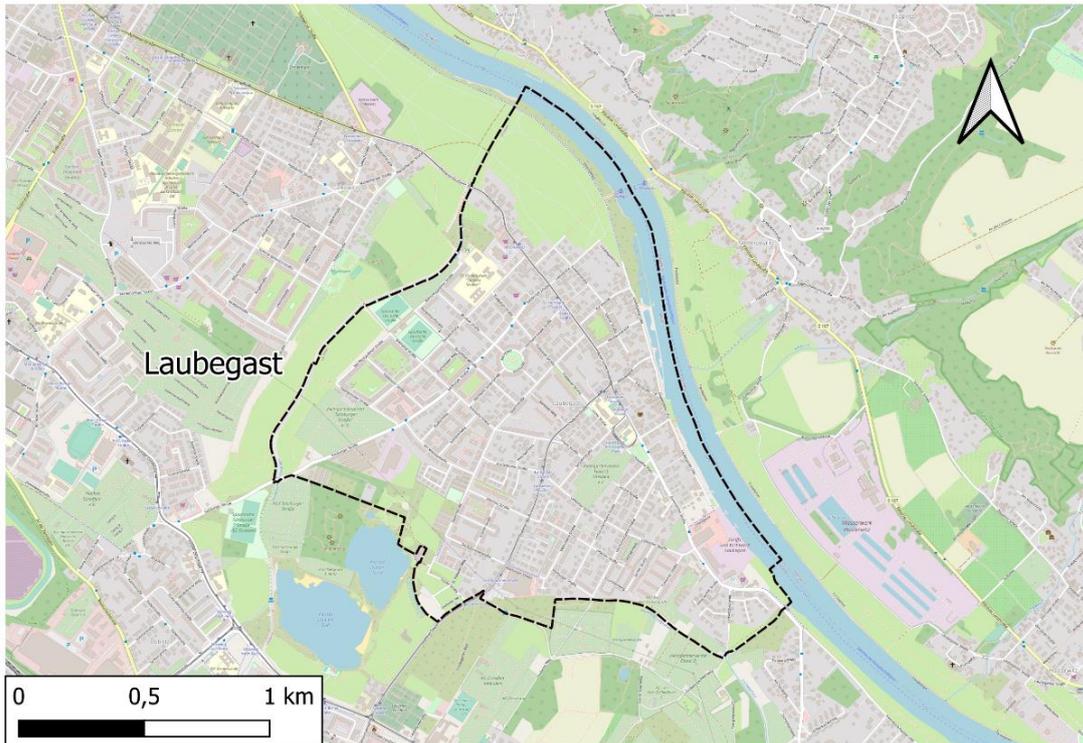


Abbildung 33: Der Stadtteil Laubegast in Dresden²⁴⁷

Der Stadtteilkatalog 2019 zählt 45 Einzelhandelsgeschäfte in Laubegast, darüber hinaus 4 Schulen und mehrere Kindergärten. Unter der Rubrik Gastgewerbe finden sich 21 Einträge. Es gibt 16 Ärzte, 6 Zahnärzte und 4 Apotheken im Stadtteil, außerdem mehrere Sportanlagen und Firmen. In Laubegast gibt es 224 Arbeitslose (ca. 3,7 %).²⁴⁸ Etwa 22 % der Bewohner sind in den Jahren 2017 bis 2019 in ihre jetzigen Wohnungen eingezogen. Die Wohndauer in der aktuellen Wohnung liegt für den Stadtteil Laubegast bei 13,3 Jahren.²⁴⁹

Beim Haushaltseinkommen sind kaum Unterschiede zwischen der Verteilung in der gesamten Stadt Dresden und im Bezirk Leuben zu sehen, zu dem Laubegast gehört (vgl. Tabelle 11).

²⁴⁶ Vgl. Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) (2022c).

²⁴⁷ Eigene Darstellung auf Basis von OpenStreetMap (2021).

²⁴⁸ In der gesamten Stadt Dresden lag die Arbeitslosenquote im Jahr 2019 bei 5,6 %, sodass Laubegast eine vergleichsweise geringe Arbeitslosigkeit aufweist (vgl. Bundesagentur für Arbeit (2021)).

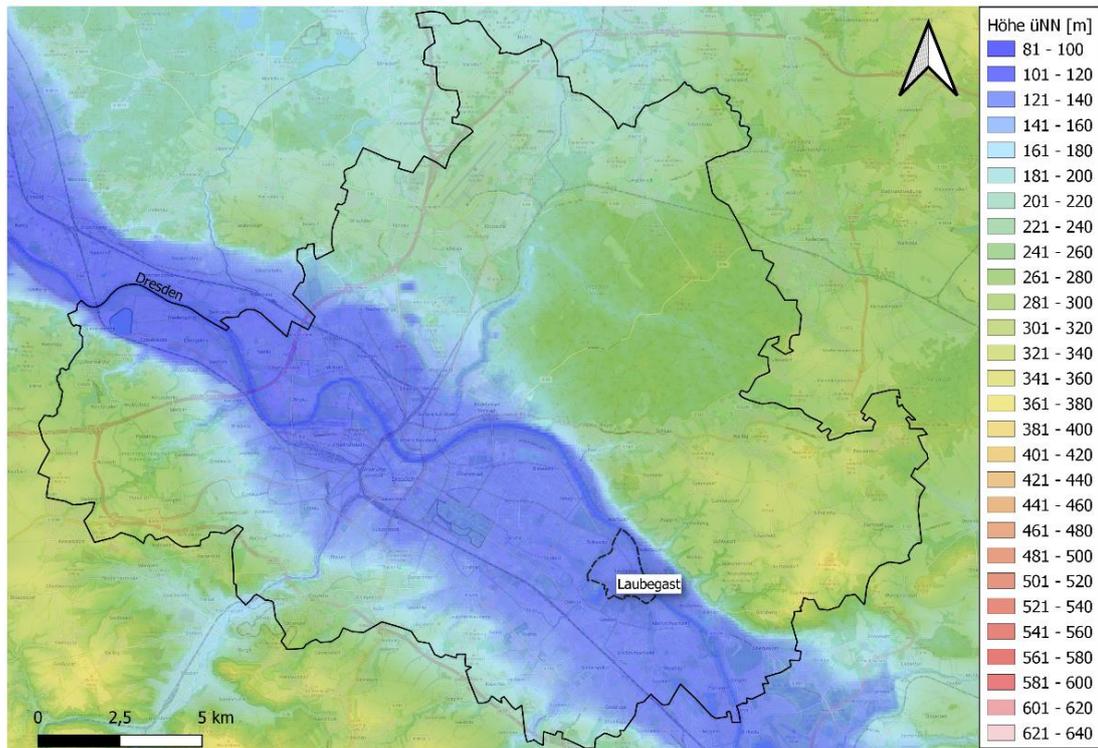
²⁴⁹ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2021a), S. 150.

Tabelle 11: Gegenüberstellung Haushaltseinkommen in Leuben und Dresden²⁵⁰

Netto-Haushalts-einkommen	Leuben	Dresden
Bis 1.000 €	10 %	12 %
1.001 bis 2.000 €	35 %	32 %
2.001 bis 3.000 €	28 %	26 %
3.001 bis 4.000 €	12 %	13 %
Mindestens 4.001 €	16 %	18 %

Die Anteile in den mittleren Netto-Haushaltseinkommensklassen (zwischen 1.000 und 3.000 €) sind in Leuben etwas höher im Vergleich zur Gesamtstadt. Zu den beiden wohlhabendsten Gruppen gehören in ganz Dresden anteilig mehr Haushalte als in Leuben.

Die Bevölkerungsdichte liegt 2019 im Stadtteil Laubegast bei 5.115 Einwohnern pro km².²⁵¹ Die nachfolgende Abbildung 34 zeigt die Höhenlage des Stadtteils Laubegast. Er liegt vollständig im Elbebecken, in dem viele Ortsteile von Dresden liegen.

Abbildung 34: Topografie des Stadtteils Laubegast²⁵²

²⁵⁰ Eigene Darstellung auf Basis von Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2020c), S. 152.

²⁵¹ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2021b).

²⁵² Eigene Darstellung auf Basis von Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (2021), NASA Earth Data Common Metadata Repository (CMR) (2022) und OpenStreetMap (2021).

Die Landnutzung im Stadtteil Laubegast ist in nachfolgender Tabelle 12 ersichtlich:

Tabelle 12: Landnutzung in Laubegast²⁵³

	Grünfläche	Agrarfläche	Industrie	Wohnfläche	Gewerbe- fläche	Sonstige	Gesamt
Absolute Fläche in km ²	0,41	0,00	0,05	1,31	0,06	0,45	2,29
Anteilige Fläche	18 %	0 %	2 %	58 %	3 %	20 %	100 %

Wie sich gut erkennen lässt, besteht Laubegast vorrangig aus Wohngebieten. Den zweitgrößten Anteil machen Grünflächen aus (nach der Kategorie „Sonstige“²⁵⁴). In Laubegast gibt es keine Agrarflächen (zum Vergleich: in Dresden liegt der Anteil an Agrarflächen bei 19 %, vgl. Tabelle 9). Die Landnutzung in Laubegast unterscheidet sich auch deutlich von zentral gelegenen Stadtteilen. Die Landnutzung im Stadtbezirk Altstadt, der sieben Stadtteile in der Dresdner Innenstadt umfasst, sieht folgendermaßen aus:

Tabelle 13: Landnutzung im Bezirk Altstadt²⁵⁵

	Grünfläche	Agrarfläche	Industrie	Wohnfläche	Gewerbe- fläche	Sonstige	Gesamt
Absolute Fläche in km ²	5,05	0,26	1,83	5,47	0,59	5,03	18,23
Anteilige Fläche	28 %	1 %	10 %	30 %	3 %	28 %	100 %

Die Gegenüberstellung der Landnutzungen in Laubegast mit der Nutzung im gesamten Stadtgebiet Dresden sowie im Bezirk Altstadt unterstreicht, inwiefern sich die Gebiete unterscheiden. Der Grünflächenanteil ist für das gesamte Stadtgebiet Dresden am höchsten (ca. 36 %), in Laubegast ist er gerade einmal halb so hoch und im Bezirk Altstadt liegt er bei 28 %. Umgekehrt verhält es sich bei der Kategorie Wohnfläche. Auf die gesamte Stadt bezogen ist knapp ein Viertel Wohnfläche, in Laubegast weit über die Hälfte und in der Altstadt sind es 30 %. In allen drei Gebieten (Stadtgebiet Dresden, Stadtteil Laubegast und Bezirk Altstadt) ist der Anteil an Gewerbefläche relativ konstant und niedrig.

²⁵³ Eigene Darstellung auf Basis von Geofabrik GmbH (2021).

²⁵⁴ Die Kategorie „Sonstige“ umfasst Friedhöfe, Kleingärten, Erholungsplätze, Militärgelände, Wasserflächen und Steinbrüche (vgl. Ramm (2019)).

²⁵⁵ Eigene Darstellung auf Basis von Geofabrik GmbH (2021).

4.3.2 Verkehrliche Situation in Laubegast

Um einen Eindruck von der verkehrlichen Situation in Laubegast zu erhalten, wurde der bereits in Kapitel 2.2.3 untersuchte Datensatz der SrV-Befragung für Dresden weiter unterteilt und nur der Teil des Datensatzes untersucht, der Bewohnern aus Laubegast zugeordnet werden kann. Der untersuchte Teildatensatz für Laubegast enthält die Angaben von 58 Personen (26 Haushalten).²⁵⁶ Abbildung 35 zeigt den Modal Split am Verkehrsaufkommen der Laubegaster Bevölkerung.²⁵⁷

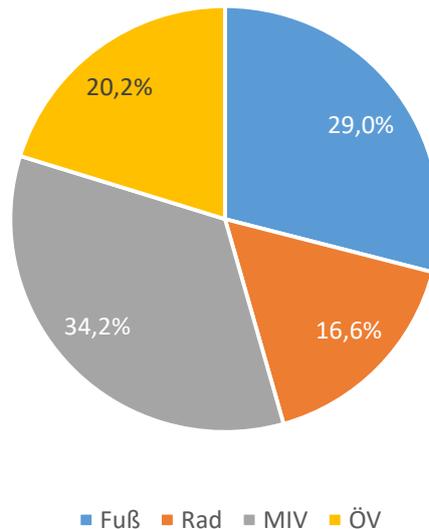


Abbildung 35: Modal Split am Verkehrsaufkommen in Laubegast²⁵⁸

Die Abbildung zeigt die anteilige Verkehrsmittelverwendung von Haushalten in Laubegast am Stichtag der SrV-Befragung. Grundlage sind 193 Angaben.

Wie sich erkennen lässt, wird etwa ein Drittel der Wege mit dem MIV zurückgelegt. Im Vergleich zur Gesamtstadt liegt der MIV-Anteil damit um etwa 3 Prozentpunkte (PP) niedriger.²⁵⁹ Der Anteil der ÖV-Fahrten liegt in Laubegast bei ca. 20 %. Dies entspricht dem ÖV-Anteil in der gesamten Stadt Dresden. Der Radverkehrsanteil in Laubegast liegt leicht unter dem Anteil in Dresden (18 %). Dafür liegt der Anteil an Fußwegen in Dresden bei 26 %, während er in Laubegast 29 % beträgt.

Abbildung 36 zeigt den prozentualen Anteil der unterschiedlichen Wegzwecke am Verkehrsaufkommen in Laubegast.

²⁵⁶ In Anhang D sind zentrale Kenngrößen für den Datensatz der SrV Dresden und für den Datensatz der Teilstichprobe der Bewohner von Laubegast (SrV Laubegast) gegenübergestellt worden. Zudem erfolgte dort ein Vergleich mit den Kenngrößen in der eigenen Erhebung. Es konnten keine deutlichen Unterschiede in den Kennwerten der beiden SrV-Stichproben (Dresden und Laubegast) festgestellt werden, weshalb in diesem Abschnitt 4.3.2 die Kennzahlen anhand der Teilstichprobe von Laubegast aus der SrV gezeigt werden.

²⁵⁷ Auswertungen, die auf dem Verkehrsaufkommen beruhen, basieren auf 273 Wegangaben.

²⁵⁸ Eigene Darstellung auf Basis eigener Berechnungen, Datengrundlage SrV 2018.

²⁵⁹ Vgl. hierzu auch Kapitel 2.2.3.

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

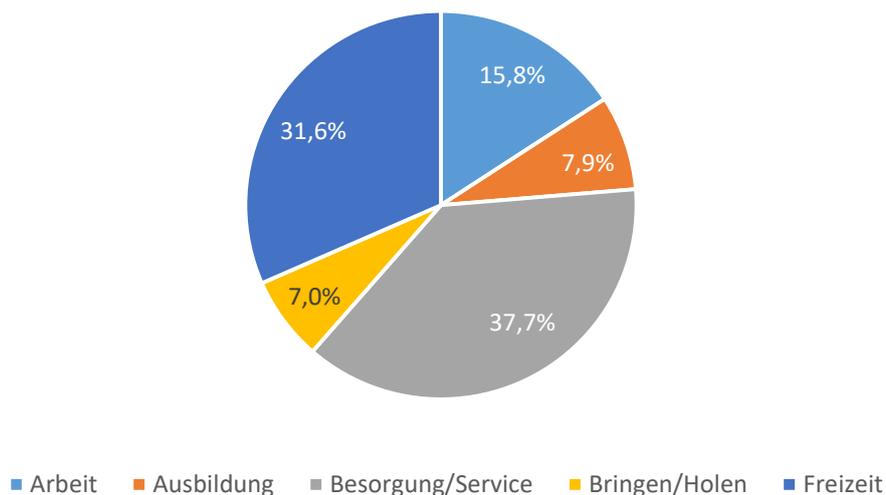


Abbildung 36: Wegzwecke am Verkehrsaufkommen in Laubegast²⁶⁰

Die Abbildung zeigt die anteilige Nennung an vorkommenden Wegzwecken von Haushalten in Laubegast am Stichtag der SrV-Befragung, bereinigt um Angaben mit Wegzweck Eigene Wohnung und unplausible Angaben. Grundlage sind 114 Angaben.

Die Anteile der unterschiedlichen Wegzwecke liegen bei Betrachtung des Datensatzes für Laubegast und Dresden etwas auseinander. Der Wegzweck Arbeit macht in Laubegast etwa 16 % der Wege aus, während es in ganz Dresden 22 % sind. Außerdem ist der Anteil der Ausbildungswege in Laubegast niedriger (8 % im Vergleich zu 13 % in Dresden). Der Großteil der Wege lässt sich sowohl in Laubegast als auch in der gesamten Stadt dem Wegzweck Besorgung und Service zuordnen. Jedoch liegt dessen Anteil in Laubegast etwa 10 Prozentpunkte höher als in ganz Dresden. Dafür nehmen Begleitwege (Bringen/Holen) in Laubegast einen geringeren Stellenwert ein als in der gesamten Stadt (7 % gegenüber 12 %). Freizeitwege sind sowohl in Laubegast als auch in Dresden der zweitwichtigste Grund für einen Weg. Deren Anteil liegt in Laubegast bei knapp 32 %, in Dresden bei 24 %.

Die folgende Tabelle 14 zeigt den Anteil unterschiedlicher ÖV-Karten des Verkehrsverbundes Oberelbe (VVO) in der SrV-Teilstichprobe aus Laubegast.²⁶¹

Tabelle 14: Verteilung der vorrangig genutzten ÖV-Fahrkarte in Laubegast²⁶²

Gelegenheitsnutzer	Zeitkartennutzer	Freifahrtberechtigung
41,4 %	44,8 %	8,6 %

²⁶⁰ Eigene Darstellung auf Basis eigener Berechnungen, Datengrundlage SrV 2018.

²⁶¹ In der Tabelle fehlen 5,2 % der Angaben (Sonstiges, unplausibel bzw. nicht erhoben).

²⁶² Eigene Darstellung auf Basis eigener Berechnungen, Datengrundlage SrV 2018.

Bei dem hier dargestellten Merkmal handelt es sich um ein Personenmerkmal. Dabei wurde erfasst, welche Fahrkartenart primär genutzt wird.²⁶³ Wie sich erkennen lässt, können etwa gleich viele Personen den Gelegenheitsnutzern wie den Zeitkartennutzern zugeordnet werden. In Dresden liegt der Anteil der Zeitkartennutzer bei einem Drittel, während die Hälfte zu den Gelegenheitsnutzern zählen.²⁶⁴

Darüber hinaus ist von Interesse, wo die normalerweise angesteuerten Ziele der Laubegaster liegen (vgl. Tabelle 15). Um eine räumliche Vorstellung der geografischen Lage der Bezirke zu erhalten, zeigt nachfolgende Abbildung 37 die räumliche Verteilung der angesteuerten Bezirke sowie die Lage des Stadtteils Laubegast.



Abbildung 37: Aufteilung Dresdens nach Bezirken in SrV 2018 und Lage Laubegasts²⁶⁵

Betrachtet man die letzte Spalte in Tabelle 15, erhält man einen Gesamtüberblick zu den von den Laubegastern angesteuerten Bezirken. Wie sich zeigt, führen über 40 % der Wege nach Leuben und damit in den eigenen Bezirk. In den Nachbarbezirk Blasewitz führt ein Fünftel der Wege. Darüber hinaus führen jeweils etwa 10 % in die Altstadt oder in die Neustadt. In den benachbarten Bezirk Prohlis führen etwa 6 %. Damit finden über 70 % der Wege im näheren Umfeld statt. Die angesteuerten Bezirke zeichnen sich neben der räumlichen Nähe zum untersuchten Stadtteil auch durch

²⁶³ Es wurden 58 Angaben dazu ausgewertet. Unter Gelegenheitsnutzer wurden folgende Fahrkarten zusammengefasst: Kurz-/Einzel-/4er-Karte Normalpreis, Einzel-/4er-Karte ermäßigt und Tages-/Familiertages-/Kleingruppenkarte. Unter Zeitkarten wurden folgende Karten subsummiert: Wochen-/Monats-/9-Uhr-Monatskarte Normalpreis, Wochen-/Monatskarte ermäßigt, Abo-/Jahreskarte ermäßigt, Jobticket und Semesterticket.

²⁶⁴ Rest: Freifahrtberechtigte (10 %) und Sonstiges/unplausibel/nicht erhoben (6 %).

²⁶⁵ Eigene Darstellung auf Basis von Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (2021) und OpenStreetMap (2021).

eine vergleichsweise hohe Bevölkerungsdichte aus (vgl. hierzu auch nochmals Abbildung 24). Die Auswertung nach Wegzwecken zeigt, dass die Neustadt und der Bezirk Blasewitz auf Arbeitswegen einen hohen Anteil einnehmen. Ausbildungswege führen meist in den eigenen Bezirk Leuben, ins benachbarte Blasewitz oder in die Altstadt. Besorgungs- und Servicewege werden meist innerhalb von Leuben durchgeführt, es finden dazu aber auch Wege nach Blasewitz und nach Prohlis statt. Auf Begleitwegen (Bringen/Holen) ist der Anteil der innerhalb von Leuben stattfindenden Wege im Vergleich mit den anderen Bezirken am größten. Zudem spielt hier der Bezirk Blasewitz eine Rolle. Die Anzahl der angesteuerten Bezirke ist auf Freizeitwegen am höchsten. Freizeitwege führen oft nach Blasewitz oder Leuben, oder in die Alt- und Neustadt.

Tabelle 15: Zielbezirke am Verkehrsaufkommen nach Wegzweck in Laubegast²⁶⁶

	Arbeit	Ausbildung	Besorgung/Service	Bringen/Holen	Freizeit	Gesamt
Leuben	1,0 %	4,8 %	27,6 %	4,8 %	6,7 %	44,8 %
Blasewitz	3,8 %	1,0 %	4,8 %	2,9 %	8,6 %	21,0 %
Prohlis	0,0 %	0,0 %	2,9 %	0,0 %	2,9 %	5,7 %
Altstadt	2,9 %	1,9 %	1,0 %	0,0 %	4,8 %	10,5 %
Neustadt	4,8 %	0,0 %	1,0 %	0,0 %	3,8 %	9,5 %
Loschwitz	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	2,9 %	2,9 %
Plauen	0,0 %	0,0 %	1,9 %	0,0 %	1,0 %	2,9 %
Pieschen	1,0 %	0,0 %	1,0 %	0,0 %	0,0 %	1,9 %
Cotta	1,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,0 %
Klotzsche	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Summe	14,3 %	7,6 %	40,0 %	7,6 %	30,5 %	100,0 %

Ein Vergleich der Zielwahl der Laubegaster Haushalte mit der Zielwahl aller Dresdner Haushalte zeigt, wo Unterschiede zu finden sind.²⁶⁷ Die Zielwahl der Laubegaster konzentriert sich stark auf den eigenen Bezirk – über 40 % der Wege führen nach Leuben. Die Betrachtung der Dresdner Gesamtstichprobe zeigt, dass sich insgesamt die Ziele auf sechs Bezirke konzentrieren.²⁶⁸ Die Bezirke, in die der Großteil der Wege in der Gesamtstichprobe führt, sind: Die Altstadt, die Neustadt, Pieschen, Blasewitz, Plauen und Cotta. Die Altstadt, die Neustadt und Blasewitz liegen zentraler als die anderen drei häufig angesteuerten Bezirke (vgl. Abbildung 33).

²⁶⁶ Alle Angaben summieren sich auf 100 %. Wegzwecke bereinigt um „Eigene Wohnung“ und „Sontiges“. Die Summe in der letzten Spalte weicht von den Werten in Abbildung 36 ab, weil Wegzweckangaben existieren, die in Abbildung 36 aufgeführt werden, für die jedoch keine Zuordnung zu einem Bezirk möglich ist. Die Datengrundlage umfasst 105 Angaben. Eigene Berechnungen, Datengrundlage SrV 2018.

²⁶⁷ Eigene Berechnungen auf Basis des SrV-Datensatzes von 2018.

²⁶⁸ Eigene Auswertungen auf Basis des SrV-Datensatzes von 2018. Die Auswertung erfolgte ohne Berücksichtigung von Rückwegen nach Hause (Datenbasis: 5.939 Wege).

In der Zielwahl nach Wegzweck sind folgende Beobachtungen anhand der Gesamtstichprobe interessant. Betrachtet man die gesamte SrV-Stichprobe, stellt man fest, dass die Hälfte aller Arbeitswege in die Altstadt, in die Neustadt oder nach Plauen führt. Die Ausbildungswege betreffend führt die Hälfte der Wege in die Altstadt, nach Blasewitz oder nach Plauen. Zudem zeigt sich, dass die meisten Besorgungs- und Servicewege in die Altstadt oder nach Blasewitz führen (gut ein Drittel der Wege). Begleitwege (Bringen/Holen) führen bei Betrachtung der Gesamtstichprobe in keinen Bereich überproportional stark. Mehr als ein Drittel der Freizeitwege in der Gesamtstichprobe führt in die Altstadt oder in die Neustadt. Jedoch sind die Freizeitwege am breitesten gestreut.

Nachdem zu Beginn des Unterkapitels der allgemeine Modal Split gezeigt wurde, erfolgt nun noch die Betrachtung nach Zielbezirk. Tabelle 16 zeigt die Hauptverkehrsmittelnutzung innerhalb und außerhalb von Leuben.

Tabelle 16: Hauptverkehrsmittelwahl der Laubegaster am Verkehrsaufkommen²⁶⁹

	Zu Fuß	Fahrrad	MIV	ÖV	Gesamt
Innerhalb Leuben	37,1 %	16,1 %	30,6 %	16,1 %	68,1 %
Außerhalb Leuben	12,1 %	20,7 %	37,9 %	29,3 %	31,9 %

Wie sich erkennen lässt, wird innerhalb des eigenen Bezirks stärker auf die nicht-motorisierten Verkehrsmittel zurückgegriffen. Insbesondere das Zufußgehen ist auf Wegen innerhalb Leubens deutlich wichtiger als außerhalb. Dies hängt mit den geringeren Entfernungen zusammen, die dann auf den einzelnen Wegen zurückgelegt werden. Der MIV und der ÖV erfahren auf Wegen, die nach außerhalb von Leuben führen, eine deutlich höhere Bedeutung als innerhalb von Leuben.

Die nachfolgende Abbildung 38 gibt einen Überblick über die Verkehrsmengen, die in Laubegast zu beobachten sind. Es liegen Daten für die drei bedeutendsten Straßen im Stadtteil vor. Dabei handelt es sich um die Österreicher Straße, die parallel zur Elbe verläuft, außerdem um die Salzburger Straße und die Leubener Straße, die parallel zueinander verlaufen.

²⁶⁹ Eigene Darstellung auf Basis eigener Berechnungen, Datengrundlage SrV 2018.

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

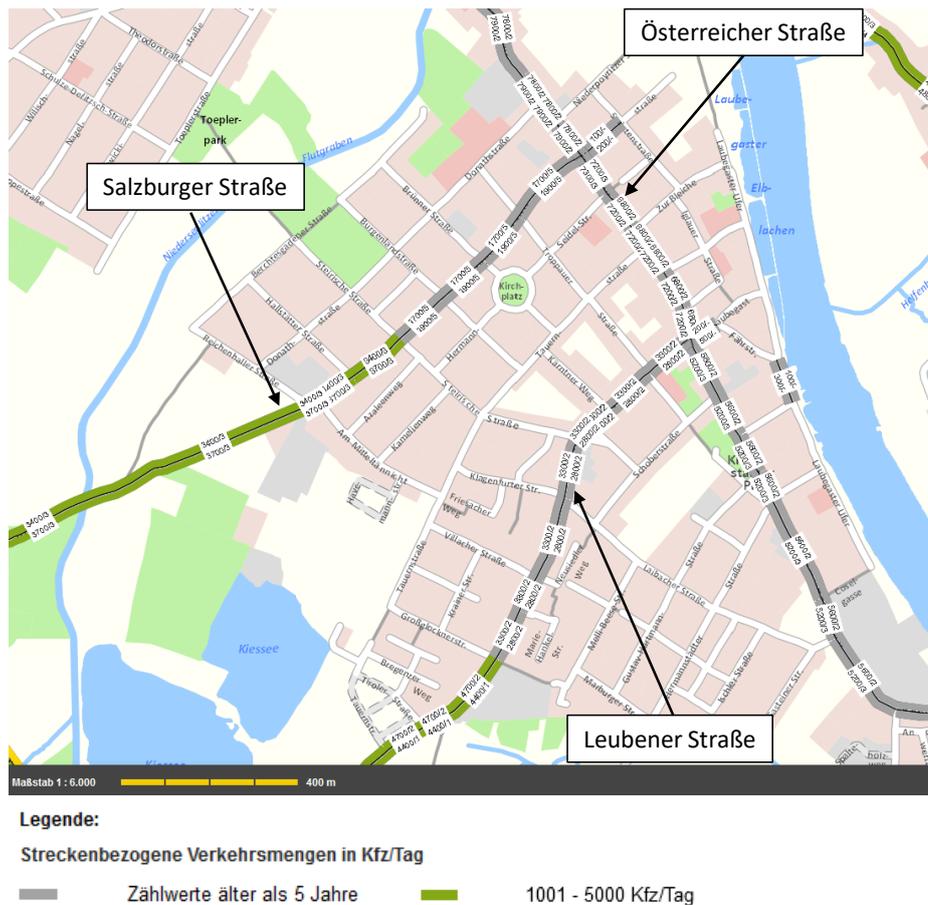


Abbildung 38: Verkehrsmengen in Kfz pro Tag in Laubegast²⁷⁰

Datengrundlage sind manuelle Zählungen, aber auch automatische Zählungen werden verwendet. Die Belastungen sind in Abbildung 38 richtungstrennt ausgewiesen. Im direkten Vergleich mit der Verkehrsmengenkarte in Abschnitt 4.1.1 zeigt sich, dass Laubegast grundsätzlich nicht zu den hochbelasteten Gebieten Dresdens zählt. Die am stärksten belasteten Straßen in Laubegast weisen eine Belastung in Höhe von bis zu 8.000 Kfz pro Tag je Richtung auf. Allerdings liegen diese Werte deutlich unterhalb der verkehrlich stark belasteten Abschnitte im Dresdner Stadtgebiet. Auf großen Einfallstraßen oder den Elbbrücken sind Belastungen bis 25.000 Kfz pro Tag zu beobachten.

Durch Laubegast führen keine Hauptverkehrsstraßen im engeren Sinne. Die Salzburger Straße, die Österreicher Straße und die Leubener Straße sind die wichtigsten Straßen zur Anbindung des Stadtteils. Die Salzburger Straße führt in den südlichen Nachbarstadtteil Dobritz, die Leubener Straße in den Stadtteil Leuben. Über die Österreicher Straße gelangt man in den nordwestlich gelegenen Nachbarstadtteil Tolkewitz und Richtung Stadtzentrum. In 4.1.1 wurden die drei Gemeinden mit den meisten Ein- oder Auspendlern im Raum Dresden betrachtet. Bei keiner der Gemeinden, mit

²⁷⁰ Eigene Darstellung auf Basis von Landeshauptstadt Dresden, Straßen- und Tiefbauamt (2021).

denen die meisten Pendlerinteraktionen bestehen, führt die Route durch Laubegast.²⁷¹

4.3.3 Betroffenheit Laubegasts im Hochwasserfall

Der Stadtteil Laubegast grenzt südwestlich an die Elbe. Der Lockwitzbach ist einer der linkselbischen Zuflüsse der Elbe. Er entspringt in Oberfrauendorf etwa 20 km südlich von Laubegast. Bis zur Ortschaft Reinhardtsgrμμα – das sind etwa die ersten 6 km – zählt der Lockwitzbach zu den Gewässern zweiter Ordnung, im weiteren Verlauf wird er als Gewässer erster Ordnung kategorisiert.^{272,273} Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde der Niedersedlitzer Flutgraben gebaut, um die Stadtteile Niedersedlitz, Großschachwitz und Kleinschachwitz bei Hochwasser zu entlasten (siehe Abbildung 39). Der Niedersedlitzer Flutgraben führt an der Westseite des Stadtteils Laubegast entlang. Der Lockwitzbach mündet südöstlich von Laubegast in die Elbe.

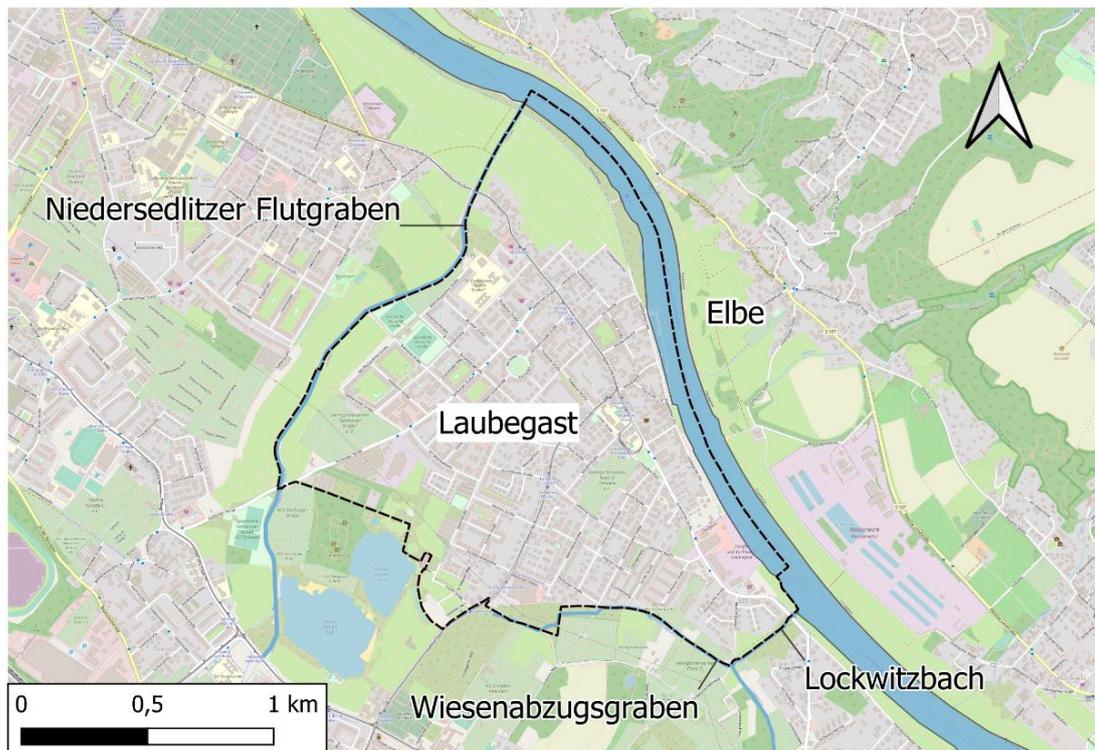


Abbildung 39: Lockwitzbach und Niedersedlitzer Flutgraben²⁷⁴

²⁷¹ Für die Relation DD → Pirna bzw. Pirna → Dresden empfiehlt die Streckenführung die Nutzung der BAB 17 oder die Route führt nördlich entlang der Elbe, d.h. auf der anderen Elbseite (vgl. Google Maps (2021)).

²⁷² Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt (2011a), S. 2.

²⁷³ Das Sächsische Wasserschutzgesetz regelt in § 32 Absatz 1, wer für die Gewässerunterhaltung zuständig ist. Die Zuständigkeit für Gewässer erster Ordnung liegt beim Freistaat Sachsen. Die übrigen natürlichen Gewässer, die also nicht als Gewässer erster Ordnung bezeichnet werden, sind Gewässer zweiter Ordnung. Für diese sind im Regelfall die Gemeinden und Gewässerunterhaltsverbände zuständig. Die Elbe gehört zu den Bundeswasserstraßen. Sie wird von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes unterhalten (vgl. Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) (2021b)).

²⁷⁴ Eigene Darstellung auf Basis von OpenStreetMap (2021).

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

Potenziell können aus allen Richtungen Überschwemmungsgefahren drohen. Laubegast war in der Vergangenheit regelmäßig von Hochwasserereignissen betroffen. Gefahr droht einerseits durch das oberflächliche Hochwasser, das über die Wasserläufe in den Stadtteil eindringt. Andererseits kann auch der steigende Grundwasserspiegel für Probleme sorgen. Die Hochwasserereignisse der Jahre 2002 und 2013 führten zur Inselbildung in Laubegast.²⁷⁵

Der sog. Altelbarm (vgl. Abbildung 40) spielt aus Sicht des Hochwasserschutzes eine zentrale Rolle. Er dient als Überschwemmungsfläche im Hochwasserfall.

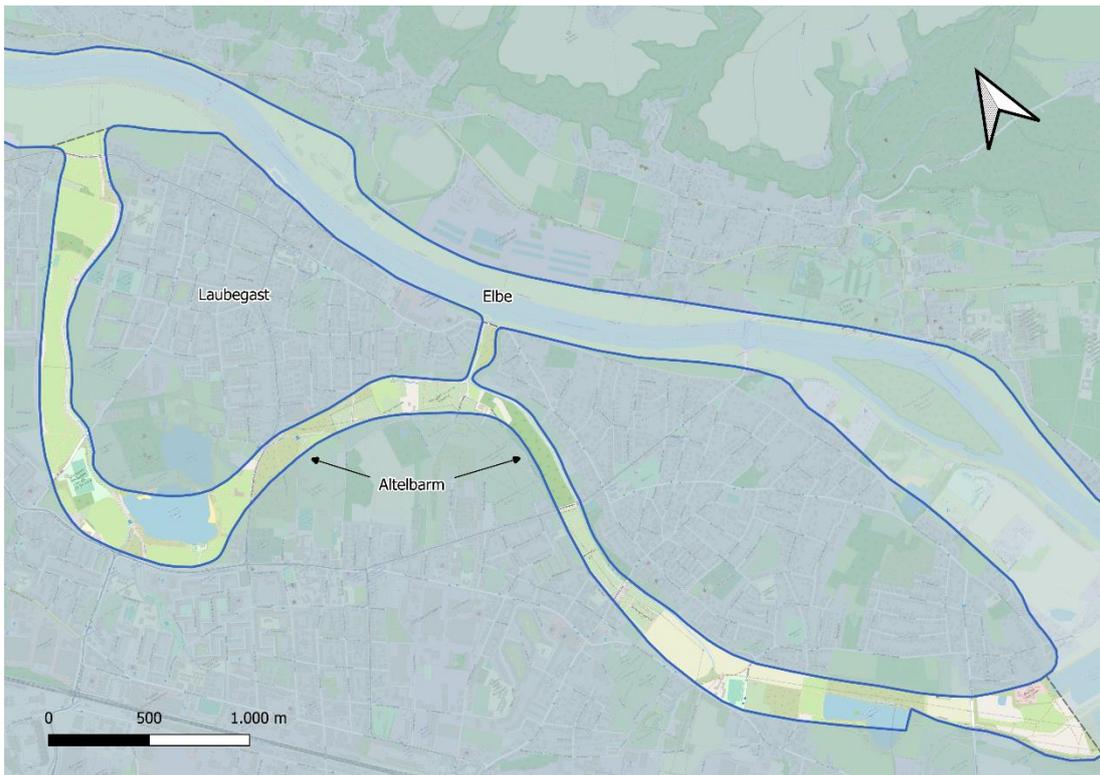


Abbildung 40: Altelbarm²⁷⁶

Bereits ab einem Pegel von 650 cm kommt es zu Einströmungen von Elbewasser in den Altelbarm. Auch über die Mündung des Lockwitzbaches strömt die Elbe dann in den Altelbarm (mittleres Verbindungsstück in Abbildung 40). Dasselbe gilt für die Mündung des Niedersedlitzer Flutgrabens (linker Bildrand in Abbildung 40). Zu diesem Zeitpunkt kommt es bereits zu Überschwemmungen zwischen Leubener Straße (im Stadtteil Laubegast, vgl. Abbildung 38) und Bahnhofstraße (im Stadtteil Großschachwitz südöstlich von Laubegast). Bei weiter steigendem Pegel breiten sich die Überschwemmungsflächen weiter aus. Ab einem Pegel von 880 cm bilden sich geschlossene Wasserflächen, sodass es zu Insellagen in Laubegast, aber auch in Kleinschachwitz kommt. Ein weiter ansteigender Pegel hat zur Folge, dass insbe-

²⁷⁵ Vgl. Pohl (2017).

²⁷⁶ Eigene Darstellung auf Basis von Landschaftsarchitektur-Büro Grohmann (2021) und OpenStreet-Map (2022).

sondere in den Randbereichen des Altelbarms Siedlungsgebiete großflächig überflutet werden. Bei Pegelständen über 900 cm wird der Altelbarm vollständig durchströmt.²⁷⁷

Normalerweise liegt der Altelbarm trocken. In ihm sind verschiedene Nutzungsarten vorzufinden, beispielsweise Kleingärten, Sportanlagen, aber auch Straßenzüge. Durch Bebauung des Altelbarms in der Vergangenheit wurde der natürliche Rückhalteraum wesentlich verkleinert. Vor allem kreuzende Verkehrswege stellen Abflusshindernisse dar. Ab einem Pegel von 850 cm liegt in Laubegast die Salzburger Straße im Überflutungsgebiet, bei weiter steigendem Pegel auch die Leubener Straße.²⁷⁸

Neben den Gefahren durch oberirdische Überschwemmungen, bestehen Risiken durch steigendes Grundwasser. Grundwasser ist nach DIN 4049 als unterirdisches Wasser definiert, welches die „Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung ausschließlich von der Schwerkraft bestimmt wird.“²⁷⁹ Grundhochwasser entsteht durch häufige Starkniederschlagsereignisse, lang andauernde Niederschlagsereignisse mit hohen Niederschlagsmengen oder die Schmelze großer Schneemengen. Tückisch ist, dass der Anstieg des Grundwassers dabei häufig erst um einige Tage oder Wochen zeitlich versetzt auftritt. Darüber hinaus kann ein Grundhochwasser auch über mehrere Monate andauern. Um gesamthafte Aussagen zum Verlauf eines Hochwassers treffen zu können, ist es notwendig, die Interaktion zwischen Grund- und Oberflächenwasser zu betrachten. Die normalerweise beobachtete Fließrichtung geht vom Grundwasser aus in Richtung des Oberflächenwassers (vgl. Abbildung 41, Fließrichtung durch Pfeile angedeutet).



Abbildung 41: Zusammenspiel von Grund- und Oberflächenwasser im Normalfall²⁸⁰

²⁷⁷ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt (2011b), S. 1.

²⁷⁸ Bei einem Pegel von 850 cm stellt die Salzburger Straße ein Hindernis dar, bei weiter steigendem Pegel wird sie überströmt (vgl. Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt (2011b), S. 1f.).

²⁷⁹ Vgl. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (1996): DIN 4049 Teil 1/09.79.

²⁸⁰ Eigene Darstellung basierend auf Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR (2012), S. 1.

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

Liegt eine Hochwassersituation vor, kehrt sich die Fließrichtung jedoch um. Dies geschieht, wenn sich der Wasserstand des Oberflächenwassers über dem Grundwasser befindet. Dadurch wird das Wasser in den Boden gedrückt (vgl. Abbildung 42).²⁸¹



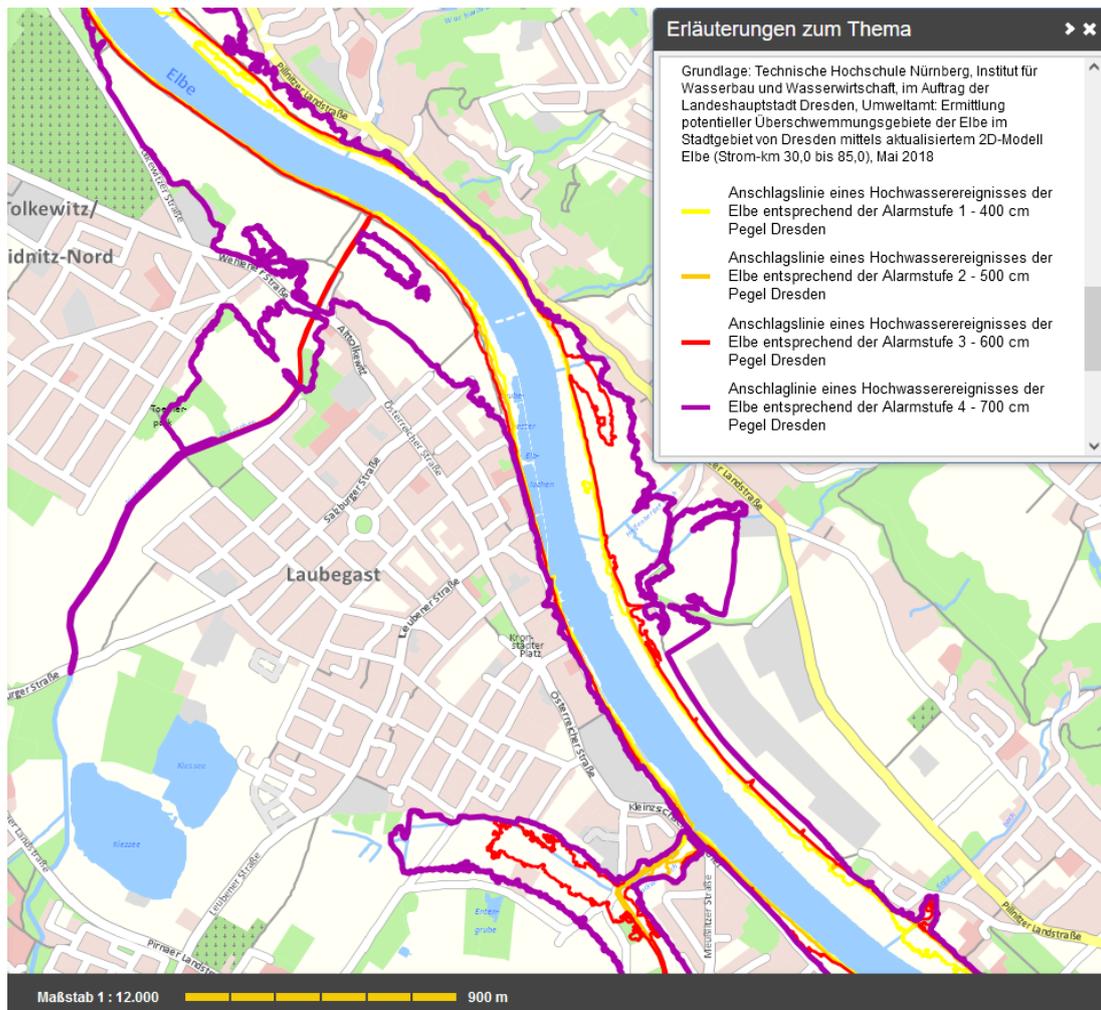
Abbildung 42: Zusammenspiel von Grund- und Oberflächenwasser im Hochwasserfall²⁸²

Bei vergangenen Hochwasserereignissen waren diverse Auswirkungen auf den Verkehr zu beobachten. Wie bereits beschrieben wurde, kommt es ab bestimmten Pegelhöhen zur Überströmung von Straßen und Wegen im Siedlungsgebiet. Die nachfolgende Abbildung 43 zeigt die Anschlaglinien²⁸³ der sog. Alarmstufen 1 bis 4 für den Stadtteil Laubegast. Die Alarmstufen korrespondieren mit unterschiedlichen Pegelständen.

²⁸¹ Vgl. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2015), S. 109f und Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR (2012), S. 1.

²⁸² Eigene Darstellung basierend auf Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR (2012), S. 1.

²⁸³ Die Anschlaglinie bezeichnet die Verschneidungslinie zwischen Überflutungsfläche und dem Gelände. Bei Hochwasser bildet sie die Grenze zwischen den mit Wasser benetzten und den im Trockenen liegenden Geländeflächen (vgl. Hochwasserschutz Pulkautal (2021)).

Abbildung 43: Anschlaglinien in Laubegast²⁸⁴

Wie sich erkennen lässt, führt bereits ein Pegelstand von 700 cm dazu, dass von den drei Hauptverkehrsachsen in Laubegast lediglich die Leubener Straße als Verbindung erhalten bleibt. Bei einem HQ50²⁸⁵ kann die Leubener Straße als Evakuierungs- und Versorgungsweg noch dienen.²⁸⁶ Auswirkungen des Hochwassers von 2013 zeigt die nachfolgende Abbildung 44. Das Hochwasserereignis von 2013 entsprach gerade einem HQ50.

²⁸⁴ Die Ermittlung der Anschlaglinien erfolgte ohne Berücksichtigung von „Wechselwirkungen der betreffenden potentiellen Hochwasserereignisse der Elbe mit anderen, ggf. ebenso Hochwasser führenden Fließgewässern, mit dem Grundwasser, mit der Kanalisation, mit in Bau oder Planung befindlichen Hochwasserschutzanlagen sowie mit operativen Maßnahmen der Hochwasserabwehr (Sand-sack- oder BigBag-Verbaulinien)“ (vgl. Landeshauptstadt Dresden (2021c)). Abbildung aus Landeshauptstadt Dresden (2021b).

²⁸⁵ Das entspricht einem Pegel von 878 cm (vgl. Landeshauptstadt Dresden (2021c) und Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt (2021b)). Das heißt dieser Pegel wird statistisch einmal in 50 Jahren erwartet.

²⁸⁶ Vgl. Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (2006), S. 12.

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

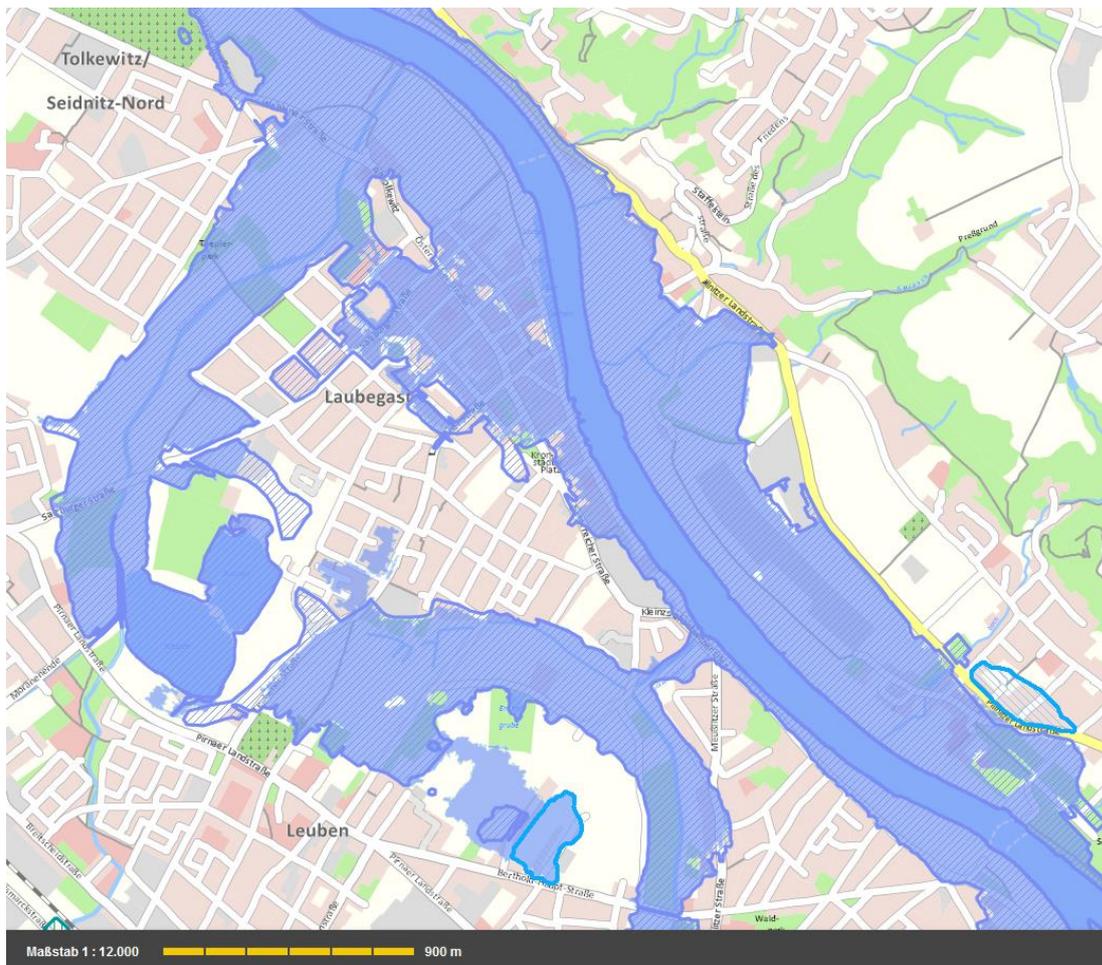


Abbildung 44: Potenziell überschwemmte Flächen bei HQ50 und tatsächlich überschwemmte Flächen 2013²⁸⁷

Die durchgängig blau hinterlegten Flächen entsprechen den potenziell überschwemmten Flächen bei einem HQ50. Die blau schraffierten Bereiche zeigen die tatsächlich während des Hochwassers 2013 überschwemmten Gebiete.

Man sieht, dass die beiden Flächen sehr gut übereinstimmen. Wie sich außerdem erkennen lässt, breitete sich das Wasser damals recht stark in der Fläche aus. Einige Wohngebiete in der Nähe der Elbe lagen im Überschwemmungsgebiet. Im Öffentlichen Nahverkehr kam es 2013 ebenfalls zu Einschränkungen (vgl. Abbildung 45).

²⁸⁷ Vgl. Landeshauptstadt Dresden (2021c). In hellblau: Tatsächlich überschwemmte Fläche aus der Kanalisation.

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

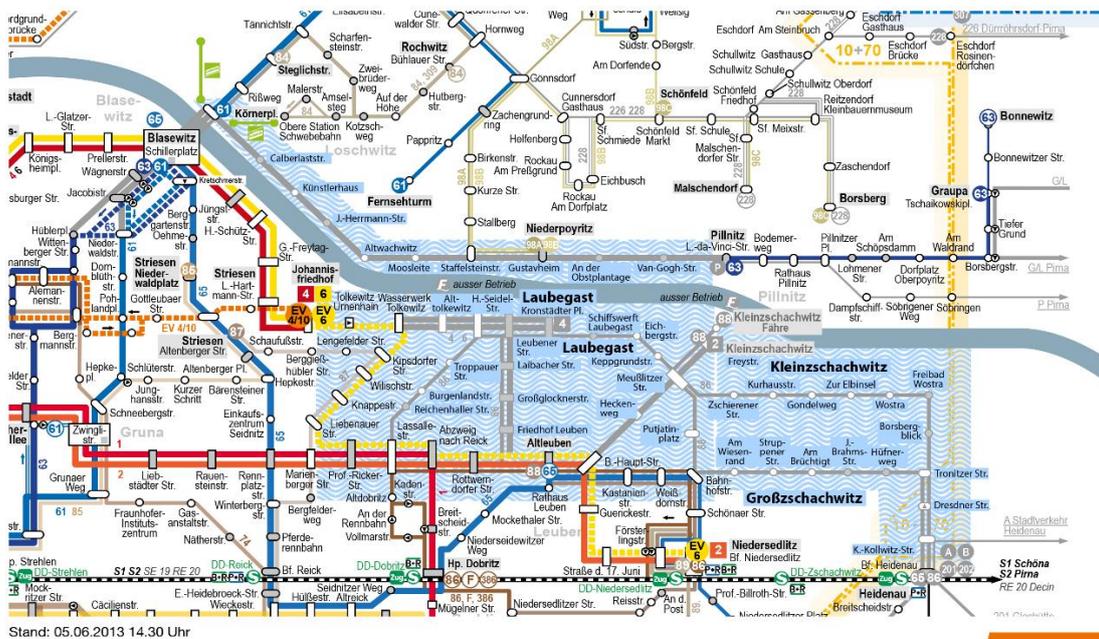


Abbildung 45: DVB-Liniennetzplan während des Hochwassers 2013²⁸⁸

Die gefärbte Fläche in Abbildung 45 zeigt die Bereiche des Liniennetzes, in denen es zu Auswirkungen des Ereignisses und in Folge dessen zu Einschränkungen im ÖPNV kam.

Die Straßenbahnlinie 4 fuhr planmäßig nur noch bis zur Haltestelle Fetscherplatz (etwa 6 km westlich von Laubegast), danach umgeleitet bis Tolkewitz. Dies ist der Stadtteil, der an Laubegast im Westen angrenzt. Ab Tolkewitz war es möglich in einen Ersatzbus umzusteigen, der über die Leubener Straße nach Laubegast fuhr. Die Linie 6, die normalerweise Laubegast bedient, musste ebenfalls umgeleitet werden. Die Buslinie 86 fährt eigentlich über die Salzburger Straße. Das Hochwasser hatte zur Folge, dass die Linie anstatt der Salzburger Straße die Leubener Straße nutzen musste.²⁸⁹

Die Hochwasservorsorge wird auch im aktuell gültigen Verkehrsentwicklungsplan (VEP) aufgegriffen. Der VEP enthält verschiedene bauliche Maßnahmen. Diese sollen mit dem Hochwasservorsorgeplan abgeglichen werden, vor allem, wenn sie in Überschwemmungsbereichen liegen. Dort geht es um die Höherlegung von Bestandsstraßen. Grundsätzlich sollen die verkehrstechnischen Anlagen im Hochwasserfall gesichert sein. Darüber hinaus ist ein funktionierendes Verkehrsmanagement bei Hochwasser besonders wichtig, d.h. Umleitungstrecken für Kfz und Radverkehr sowie die Steuerung der Lichtsignalanlagen müssen funktionieren. Die Infrastruktur soll im Hochwasserfall möglichst flexibel nutzbar sein. Der ÖPNV soll nach Möglichkeit ohne Störungen betrieben werden können. Rettungsfahrzeuge sollen darüber hinaus Gleistrassen mitbenutzen können. Der „wichtige[n] Rolle von Rad- und Fußverkehr im Katastrophenfall“ muss die nötige Aufmerksamkeit zuteilwerden.²⁹⁰

²⁸⁸ Eigene Darstellung basierend auf Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) (2013a).

²⁸⁹ Vgl. Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) (2013b).

²⁹⁰ Vgl. Schwarz et al. (2015), S. 94f.

4.3.4 Hochwasserschutzmaßnahmen in Laubegast – Aktuelle Situation und Planungsstand

Einige Bereiche in Laubegast sind als Überflutungsgebiete gekennzeichnet. In diesen sog. festgesetzten Überschwemmungsgebieten ist es gemäß § 78 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) untersagt, neue Baugebiete im Außenbereich in Bauleitplänen oder sonstigen Satzungen nach dem Baugesetzbuch auszuweisen. Allerdings werden auch einige Ausnahmen aufgeführt, beispielsweise sind neue Baugebiete erlaubt, wenn sie unmittelbar an bestehende Baugebiete angrenzen. Zudem bestehen eine Reihe weiterer Verbote für festgesetzte Überschwemmungsgebiete (vgl. § 78a WHG). „Jede Person, die durch Hochwasser betroffen sein kann, ist im Rahmen des ihr Möglichen und Zumutbaren verpflichtet, geeignete Vorsorgemaßnahmen zum Schutz vor nachteiligen Hochwasserfolgen und zur Schadensminimierung zu treffen [...]“.²⁹¹

Im Jahr 2013 führte das Hochwasser zu folgender Situation: Im Einsatzabschnitt Laubegast bestand zum Zeitpunkt des Hochwassers kein Grundschutz, weder durch stationäre noch durch mobile Elemente. Im Rahmen eines Bürgerbeteiligungsverfahrens wurden vor dem Hochwasser Aufgabenstellungen für entsprechende Planungen erarbeitet. Im Altelbarm hatte die Landeshauptstadt Dresden bereits konkrete Maßnahmen geplant. An der Stromelbe konnte das Land Sachsen mit den Planungen noch nicht beginnen, da das sächsische Wassergesetz zu dieser Zeit novelliert wurde.²⁹²

Die Einsatzkräfte konnten daher hier nur erforderliche Evakuierungsmaßnahmen begleiten. Im Zentrum von Laubegast konnte der angestrebte Schutz mit Verbauen nicht erreicht werden. Die Villacher Siedlung im Süden von Laubegast konnte durch einen Sandsackverbau jedoch weitgehend geschützt werden. Durch Pumpmaßnahmen konnte das ansteigende Grundwasser im Einsatzabschnitt Laubegast in Schach gehalten werden. Nach dem Hochwasser folgten die Aufräumarbeiten.²⁹³

In einem Beteiligungsprozess mit der Bevölkerung wurden Anforderungen an Untersuchungen zum Hochwasserschutz in Laubegast zusammengetragen. Diese Anforderungen wurden im April 2012 vom Stadtrat beschlossen. Sie beinhalten die Prüfung des baulich-technischen Schutzes von Laubegast vor Hochwasser der Elbe aus dem Altelbarm und der Stromelbe. Außerdem ging es um die Hochwasservorsorge im alten Elbarm und um Möglichkeiten, die Evakuierbarkeit zu verbessern.^{294,295}

²⁹¹ Vgl. Wasserhaushaltsgesetz (WHG), § 5, zugegriffen am 15.08.2022.

²⁹² Die Landestalsperrenverwaltung stimmte der erweiterten Grundlagenermittlung im August 2012 nicht zu. Als Begründung wurden zwei Punkte angeführt: Es bestehe „keine rechtliche Klarheit zur Zuständigkeit für Betrieb und Unterhaltung“ mobiler Elemente, die zum gegenwärtigen Bestand hinzukämen. Daher sei derzeit keine Klarheit für die Finanzierung gegeben (vgl. Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt (2013), S. 9).

²⁹³ Korndörfer et al. (2014), S. 46f.

²⁹⁴ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt (2021c).

²⁹⁵ Die Hochwasserschutzmaßnahme vor Hochwasser der Elbe aus dem Altelbarm wird als Maßnahme M30 bezeichnet, die Maßnahme an der Stromelbe nennt sich Maßnahme Z1.

Im Juni 2019 wurde die Stadtverwaltung vom Stadtrat beauftragt, ein Konzept für zukünftige Planungen und Entscheidungen zur „hochwasserangepassten Gestaltung des Abflussgebietes im Altelbarm“ zu erarbeiten. Das überarbeitete Gestaltungskonzept wurde im Juni 2020 vom Stadtrat beschlossen. Im Konzept wird zwischen Flächen, deren Nutzungen weiterbestehen können, und abflussrelevanten Bereichen unterschieden, in denen ein möglichst ungehinderter Hochwasserabfluss erreicht werden soll. Die abflussrelevanten Bereiche sollen langfristig hochwasserangepasst umgestaltet werden. Dies beinhaltet auch den Rückbau baulicher Anlagen und die „Freihaltung von dichten Gehölzstrukturen“. Außerdem sind „Handlungsansätze zur Verringerung abflusshemmender Strukturen“ enthalten, die innerhalb einzelner Maßnahmen im Altelbarm berücksichtigt werden sollen.²⁹⁶

Grundlegend werden im Konzept drei verschiedene Bereiche des Altelbarms definiert. Die „Kernfläche“ soll vorrangig hochwassergerecht umgestaltet werden. Abflusshemmende Nutzungen sollen rückgebaut oder technisch angepasst werden, z.B. durch umlegbare Zäune. Die zweite Kategorie umfasst „Flächen mit Gestaltungspotenzial“. Aus der Kernzone können abflusshemmende Nutzungen grundsätzlich in die Flächen mit Gestaltungspotenzial verlagert werden. Im „Randbereich“ der Kernfläche können die Nutzungen im Allgemeinen so verbleiben, wie sie aktuell ausgestaltet sind, einzelne Bereiche können umgestaltet werden. Der Altelbarm ist als Landschaftsschutzgebiet ausgewiesen. Daher sind Handlungsansätze mit der unteren Naturschutzbehörde abzuklären.²⁹⁷ Auch der Artenschutz spielt eine Rolle, v.a. die Handlungsansätze, die beinhalten, dass Unterholz entfernt²⁹⁸, Gelände eingeebnet oder profiliert oder Kleingärten zurückgebaut oder verlagert werden sollen.²⁹⁹

Als baulich-technische Maßnahme wird eine Hochwasserschutzanlage in Laubegast geplant, die sog. Maßnahme M30 aus dem Hochwasserschutzkonzept Elbe des Freistaates Sachsen von 2004. Sie soll nahe der Leubener Straße verlaufen und überflutungsgefährdete Wohn- und Gewerbeflächen im südlichen Teil Laubegasts vor Hochwasser der Elbe aus dem Altelbarm kommend schützen.

Zur Hochwasserschutzmaßnahme M30 wurde am 26.06.2021 der Planfeststellungsbeschluss durch die Landesdirektion Sachsen an die Landeshauptstadt Dresden übergeben. Der Beschluss und die Plandokumente lagen vom 20.07. bis 02.08.2021 öffentlich aus. Es ist ein Klageverfahren gegen die Landesdirektion Sachsen als planfeststellende Behörde anhängig, „dessen Ausgang abzuwarten ist“. Die Ausführungsplanung wurde beauftragt, zur Vergabe der Bauleistungen kann derzeit keine terminliche Aussage getroffen werden.³⁰⁰

²⁹⁶ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt (2021d).

²⁹⁷ Vgl. Rödel und Flores (2019), S. 6, 12, 13f, 43 und 17.

²⁹⁸ Hier brüten Vögel und Fledermausarten, die zu den nach Europarecht geschützten Arten zählen (vgl. Rödel und Flores (2019), S. 40).

²⁹⁹ Vgl. Rödel und Flores (2019), S. 19.

³⁰⁰ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt (2022a), Stand: Februar 2022.

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

Die nachfolgende Abbildung 46 zeigt alle baulich-technischen Maßnahmen, die dem Hochwasserschutz in Laubegast dienen sollen, auch die Maßnahme M30.

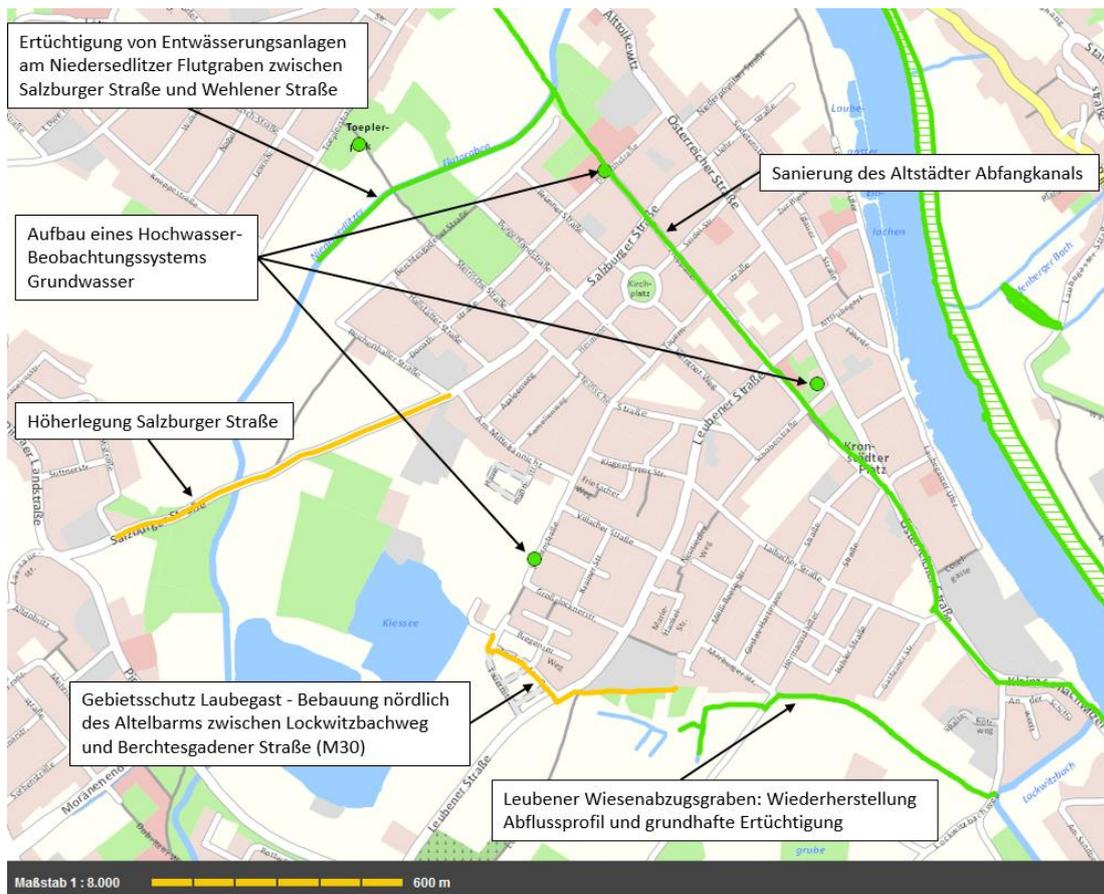


Abbildung 46: Baulich-technische Maßnahmen des Hochwasserrisikomanagements in Laubegast³⁰¹

Grün dargestellt sind die bereits umgesetzten Maßnahmen, orange markiert sind die Maßnahmen, die sich in der Planung befinden.

Für den Gebietsschutz wurden unterschiedliche Gestaltungs- und Ausbauvarianten – unterteilt in verschiedene Abschnitte – untersucht und zudem auch die Kosten geschätzt. Um eine anschließende Nutzen-Kosten-Untersuchung durchzuführen, musste der Nutzen der geplanten Maßnahmen bewertet werden. Hierzu wurden das Gefährdungs- und Schadenspotenzial basierend auf der „Abschätzung der Auswirkungen von Hochwasser auf die Bausubstanz in Dresden-Laubegast“ bestimmt. Außerdem wurden Schadenspotenziale für die Straßenflächen basierend auf Empfehlungen der Landestalsperrenverwaltung Sachsen ermittelt.³⁰² Die Nutzen-Kosten-Untersuchung (NKU) ergab lediglich für einen der drei Abschnitte Quotienten größer 1. Für die anderen beiden Abschnitte wurde empfohlen, durch Objektschutzmaßnahmen das Schadenspotenzial zu verringern. Für den Abschnitt, der laut NKU realisiert werden könnte, wurde anschließend noch eine Nutzwertanalyse für verschiedene Varianten durchgeführt.

³⁰¹ Eigene Darstellung auf Basis von Landeshauptstadt Dresden (2021c).

³⁰² Vgl. Toscano GmbH (2012), S. 13.

Hieraus ergab sich eine Vorzugslösung: Es sollte eine Hochwasserschutzlinie entlang der Trassenvariante 1 für das Schutzziel HQ100 errichtet werden. Die Schutzlinie verläuft dann zwischen dem Parkplatz am Baumarkt an der Leubener Straße und der Wohnbebauung am Fuchsbau entlang der Tiroler Straße.³⁰³ Im Durchschnitt hätte die Hochwasserschutzanlage eine Höhe von ca. 1 m. Im Hochwasserfall würde die Straßenquerung mit der Leubener Straße mit mobilen Elementen verschlossen.

Im Beteiligungsprozess „Leben mit dem Fluss“³⁰⁴ wurden die Randbedingungen geklärt, unter welchen ein Gebietsschutz für den Bereich zwischen Werft im Osten Laubegasts und Berchtesgadener Straße im Westen von Laubegast möglich ist. Als Ergebnis erarbeitete die Stadtverwaltung 2012 eine entsprechende Aufgabenstellung. Im November 2021 wurde der öffentliche Beteiligungsprozess wieder gestartet und im Juni 2022 beendet. In der zweiten Jahreshälfte 2022 sollen die Leistungen beauftragt werden. Ab 2025 könnten die Planungen für einen baulich-technischen Gebietschutz beginnen, sofern dieser sinnvoll erscheint und wirtschaftlich ist.³⁰⁵

Seit 2008 wird über einen Gebietsschutz von Laubegast durch ein technisches Bauwerk am Laubegaster Ufer diskutiert. Der Stadtrat beauftragte die Oberbürgermeisterin, „als Voraussetzung für Planungen zur Verbesserung des Schutzes des Stadtteils Laubegast vor Hochwasser der Elbe in einem intensiven partizipatorischen Verfahren die Schutzziele zu definieren sowie grundsätzliche Anforderungen an Lage, Form und Gestalt entsprechender Schutzanlagen unter Berücksichtigung städtebaulicher, gestalterischer und naturräumlicher Randbedingungen auszuarbeiten“.³⁰⁶

Im Beteiligungsprozess ging es um die Bereiche Laubegaster Ufer und den Altelbarm. Das Laubegaster Ufer verläuft, wie der Name bereits andeutet, unmittelbar am Ufer der Elbe. Bereits auf dem zweiten Forum Laubegast wurde die klare Position der Bürger festgehalten: Ein stationärer Hochwasserschutz gegen ein HQ100 direkt am Laubegaster Ufer wird abgelehnt. Ein Grund liegt in der landschaftlichen Gestaltung. Der Uferbereich mit Blick auf die Elbhänge wird als Kulturlandschaft mit hohem identitätsstiftenden Wert gesehen. Stattdessen soll ein HQ100-Schutz in einem Korridor bis zur Österreicher Straße hin untersucht werden. Folgende Abbildung 47 zeigt die Lage im Stadtteil:

³⁰³ Dies entspricht genau der im unteren Bildbereich gelb eingezeichneten Maßnahme in Abbildung 46.

³⁰⁴ Dieser fand zwischen 2011 und 2012 statt (vgl. Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt (2022b)).

³⁰⁵ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt (2022b).

³⁰⁶ Vgl. Landeshauptstadt Dresden (2011), S. A3.

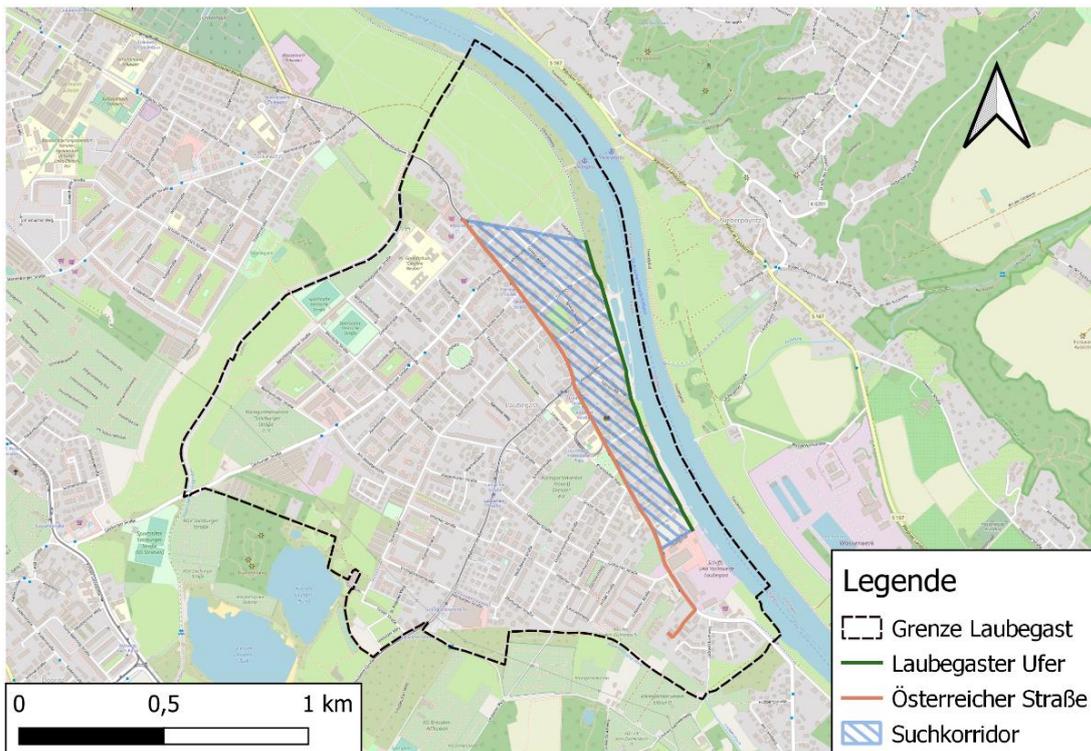


Abbildung 47: Suchkorridor für Hochwasserschutz entlang der Stromelbe zwischen Laubegaster Ufer und Österreicher Straße³⁰⁷

Die Bürger sehen einen Lösungsansatz darin, mit differenzierten Schutzstrategien für Laubegast, d.h. mit unterschiedlichen Schutzziele für verschiedene Bereiche zu arbeiten:

- entlang des Laubegaster Ufers bis Alttolkewitz im Norden von Laubegast ein moderater Schutz zur Elbe,
- in einem Korridor zwischen Laubegaster Ufer und Österreicher Straße eine von der Elbe zurückgesetzte Schutzlinie,
- ergänzende individuelle oder gemeinschaftliche Objektschutzmaßnahmen als Konsequenz einer zurückgesetzten Schutzlinie für den dann ungeschützten Bereich bis zur Elbe.³⁰⁸

Ein moderater Schutz, d.h. vor Hochwasserereignissen mit einem Wiederkehrintervall von 20 Jahren³⁰⁹ soll weiter untersucht werden. Ein solcher Schutz muss aber derart erfolgen, dass der Eingriff behutsam, wirtschaftlich und machbar ist. Bei der Bestimmung von Nutzen-Kosten-Verhältnissen sollen auch nicht-monetäre Kriterien Berücksichtigung finden. Die teilweise Höherlegung des Laubegaster Ufers wurde ausführlich diskutiert und soll in verschiedenen Varianten geprüft werden. Das Laubegaster Ufer wurde in verschiedene Abschnitte unterteilt und es wurde erläutert, welche Maßnahmen dort sinnvoll erscheinen. Im Ergebnis sollen im Weiteren verschiedene Schutzziele zwischen 700 und 800 cm geprüft werden.

³⁰⁷ Eigene Darstellung auf Basis von OpenStreetMap (2021).

³⁰⁸ Vgl. Landeshauptstadt Dresden (2011), S. 19.

³⁰⁹ Dies entspricht einem Pegel von 811 cm (vgl. Landeshauptstadt Dresden (2021c)).

Die zurückgesetzte Schutzlinie zwischen Österreicher Straße und Elbe ergibt sich aus der Ablehnung eines hohen Schutzziels direkt an der Elbe. Außerhalb des Korridors (d.h. südlich davon) ergeben sich Gefahren ab einem Pegel von 880 cm. Daher wird ein Schutzziel von 900 bis 950 cm als sinnvoll erachtet, das weiter untersucht werden soll. Je nachdem, wo genau die zurückgesetzte Schutzlinie verlaufen soll, ist die Zustimmung zahlreicher Anwohner und Eigentümer unabdingbar. Neben baulich-technischen Lösungsansätzen sollen auch andere Mittel der Hochwasserabwehr näher betrachtet werden, z.B. Stellwandsysteme.

Für die Gebäude zwischen Elbe und der zurückgesetzten Schutzlinie ergibt sich hieraus die Notwendigkeit über Objektschutzmaßnahmen die Situation der Anwohner zu verbessern.

Für den Fall eines Hochwassers müssen Rettungswege gesichert sein. Dazu wurde die Ertüchtigung der Salzburger Straße angeregt. Es wurde vorgeschlagen, dass die Salzburger Straße baulich erhöht wird, um die Überschwemmungsgefahr zu verringern und neben der Leubener Straße einen zweiten Rettungsweg zu haben. Dadurch könnten Evakuierungen vermieden oder verzögert werden. „Es ist zu klären, aus welchen Quellen die Mittel für Maßnahmen zur Bewältigung von Hochwasserereignissen, wie z.B. dem Ausbau der Salzburger Straße [...] gewonnen werden können.“

Auch die stadt- und nachrichtentechnische Versorgung muss in Laubegast so lange wie möglich aufrechterhalten werden. Dabei muss geklärt werden, welche Anpassungen diesbezüglich ggf. vorgenommen werden müssen. In der Energieversorgung des Stadtteils wird eine Entflechtung angestrebt, so dass hier notwendige Abschaltungen abschnittsweise erfolgen können. Zudem muss die Kanalisation im Blick behalten werden.³¹⁰

Im Juli 2014 hatte der Stadtrat beschlossen, die Machbarkeit der Höherlegung der Salzburger Straße zu prüfen. Es soll eine Vorplanung erarbeitet werden. Allerdings müssen bereits laufende Untersuchungen für andere Maßnahmen zunächst abgewartet werden, da diese die Ausgangssituation für eine Höherlegung der Salzburger Straße beeinflussen. Die Ergebnisse der Vorplanung werden dem Stadtrat zur Beschlussfassung vorgelegt (Stand: Februar 2022).³¹¹

Die Informationslage zu diesem Vorhaben ist relativ dünn. Aus einer Präsentation für die Stadtbezirksbeiräte Blasewitz und Leuben von 2019 geht hervor, dass eine Höherlegung bis zu einem HQ200 machbar ist. Die Salzburger Straße soll dazu im gesamten Abflussbereich, das sind ca. 300 m, aufgeständert werden.³¹²

³¹⁰ Vgl. Landeshauptstadt Dresden (2011), S. 33.

³¹¹ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt (2022c).

³¹² Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt (2019b), S. 7.

4. Fallstudie Dresden-Laubegast - Einführung

Neben der allgemeinen Diskussion über Hochwasserschutzkonzepte wurden auch Überlegungen speziell den Verkehr betreffend angestellt. Ein besonders großes Anliegen stellt die „Verbesserung der Querungen“ zur Erreichbarkeit des Stadtteils dar. Zunächst soll in diesem Zusammenhang die Salzburger Straße ertüchtigt werden, anschließend die Steirische Straße (Gänsewiesenweg) sowie die Leubener Straße, „wobei die Ablaufverhältnisse nicht verschlechtert werden dürfen“. Jedoch wird von Seiten der Landeshauptstadt Dresden auch darauf hingewiesen, dass die finanziellen Mittel „aus den entsprechenden Förderquellen“ hierfür nicht ausreichen werden. Andere Fördermittel müssen dementsprechend aufgetan werden.³¹³

Für bebaute Gebiete strebt die Landeshauptstadt Dresden einen Schutz gegenüber HQ100-Ereignissen an. „Es gibt jedoch Gebiete, in denen der bestehende Schutzgrad nicht verbessert werden kann oder trotz bereits ergriffener oder noch zu realisierender Maßnahmen unterhalb dieses angestrebten Schutzgrades verbleiben wird“, sog. Defizitbereiche.³¹⁴ Diese sind für Laubegast in der nachfolgenden Abbildung 48 ersichtlich.³¹⁵

³¹³ Vgl. Landeshauptstadt Dresden (2011), S. 29.

³¹⁴ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt (2021e).

³¹⁵ Die unterschiedlichen Farben zeigen, zu welchem Gewässer die Defizitbereiche gehören (dunkles orange: Elbe, helles orange: Lockwitzbach).

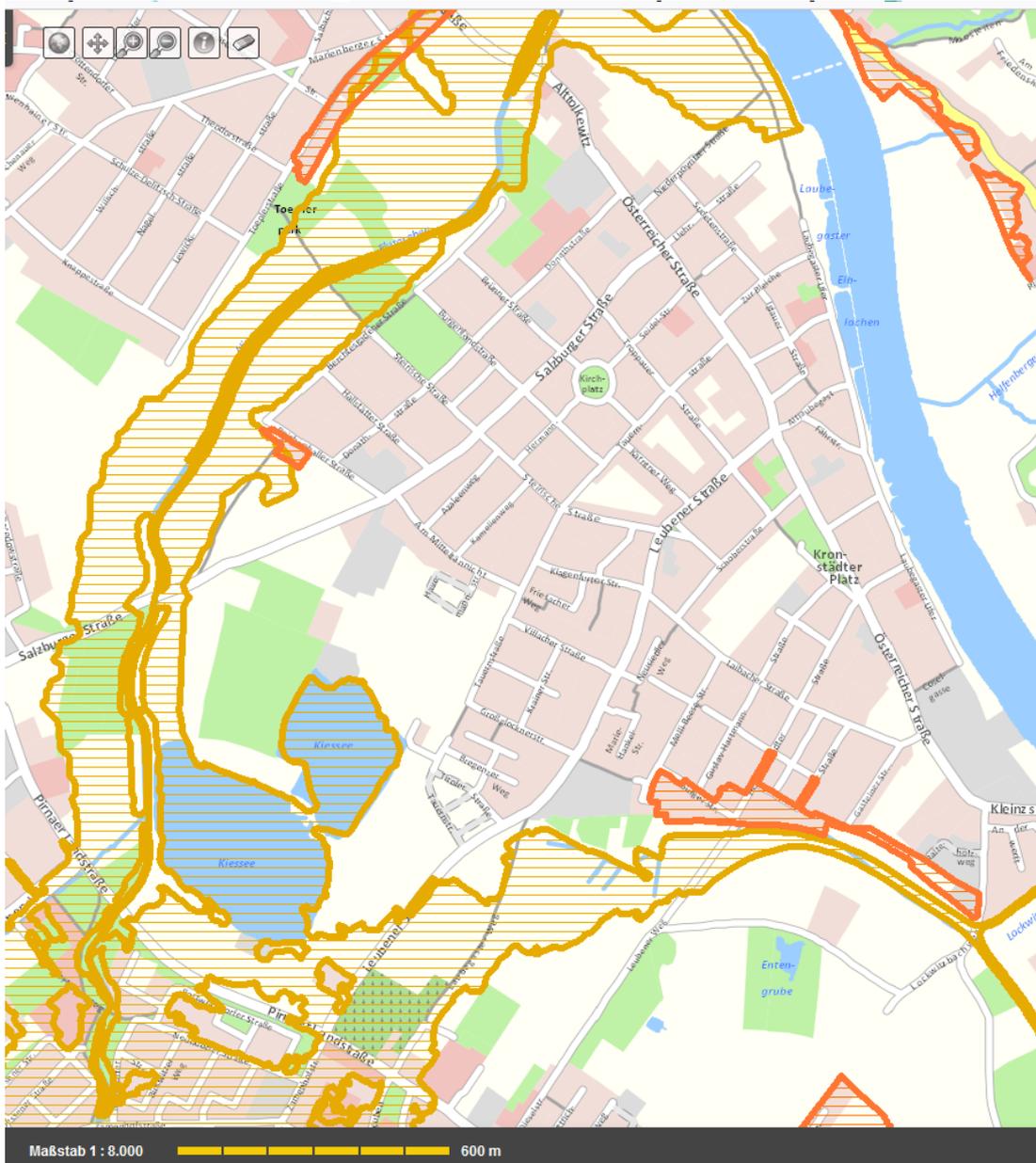


Abbildung 48: Defizitbereiche in Laubegast³¹⁶

Die unterschiedlichen Farben zeigen, welchem Gewässer die Defizitbereiche zugeordnet werden (in dunklem orange Defizitbereich der Elbe, in hellem orange Defizitbereich des Lockwitzbachs).

³¹⁶ Abbildung aus Landeshauptstadt Dresden (2021c).

4.4 Zusammenfassung der Erkenntnisse zum Untersuchungsraum und Diskussion möglicher Untersuchungsschwerpunkte

In Kapitel 4 wurde zunächst Dresden als Stadt mit ihrer überregionalen Bedeutung als Untersuchungsraum näher vorgestellt. Durch die Stadt fließt die Elbe, einer der bedeutendsten Flüsse Deutschlands. Die Stadt hat bereits mehrfach schlimme Hochwasser erlebt. In einigen Gebieten, z.B. auf Höhe der Altstadt, wurde der Hochwasserschutz stark verbessert. Es existieren aber weiterhin Stadtteile, die durch ein Hochwasser, welches statistisch betrachtet einmal in 100 Jahren oder einmal in 50 Jahren vorkommt, stark beeinträchtigt werden.

Durch Experteninterviews konnte ein tiefgehender Einblick in die Situation gewonnen werden, in der sich betroffene Personen befinden. Welche Dinge beschäftigen Betroffene? Welche Wege sind in einem Krisenfall bedeutsam, welche nicht? Welche Verkehrsmittel sind wichtig, welche nicht? Zudem konnte anhand der Experteninterviews ein Stadtteil identifiziert werden, der auch heute noch durch Hochwasserereignisse gefährdet ist.

Der Stadtteil Laubegast liegt im Südosten von Dresden in Stadtrandlage, aber dennoch gut erschlossen. Sowohl mit dem ÖV als auch mit dem Pkw bestehen gute Verbindungen in das etwa 10 km entfernte Stadtzentrum. Die Altstadt befindet sich, wie Laubegast, südlich der Elbe. Die Bevölkerung und Bebauung von Laubegast kann als durchmischte bezeichnet werden. Läden des täglichen Bedarfs sind fußläufig oder mit dem Fahrrad sehr gut zu erreichen. Durch die direkte Lage an der Elbe sind auch viele Freizeitmöglichkeiten geboten.

Durch Hochwasser kann es jedoch dazu kommen, dass der Stadtteil von den übrigen Stadtteilen abgeschnitten wird. Man spricht dann von der Insellage Laubegasts. Bei einem Hochwasser mit einem 50-jährigen Wiederkehrintervall sind bereits wichtige Verbindungsstraßen aus und nach Laubegast überflutet. Die laufende Diskussion über Verbesserungen des Hochwasserschutzes in Laubegast zeigen, dass solche Bestrebungen dauerhaft an Grenzen stoßen und daher auch in Zukunft in Laubegast mit stärkeren Beeinträchtigungen durch Hochwasser zu rechnen ist. Aus diesem Wissen heraus stellt sich die Frage: Welche verkehrlichen Auswirkungen ergeben sich in einem Hochwasserfall für die Bewohner von Laubegast? Diese sehr umfassende Frage soll in Fragen- oder Themenbereiche aufgeteilt werden. Um die verkehrlichen Auswirkungen analysieren zu können, ist es notwendig, das Verhalten im Normalfall und im Hochwasserfall zu erfassen, um anschließend Unterschiede ausmachen zu können.

5. Erhebung zum Mobilitätsverhalten – Methodik

5.1 Forschungsfragen

Aus den vorherigen Erkenntnissen heraus wurde beschlossen, den Stadtteil Laubegast genauer zu untersuchen. Aufbauend auf den bisherigen Erkenntnissen, insbesondere aus der explorativen Umfrage, aus den geführten Experteninterviews, sowie anhand der vorhandenen Literatur wurden interessierende Forschungsbereiche abgeleitet, die in diesem Teilkapitel vorgestellt werden.

Themenbereich 1: Mobilität in Laubegast und verkehrliche Verflechtungen innerhalb Dresdens ohne Hochwasser.

Das Hauptaugenmerk dieser Arbeit ist, die Mobilität unter Hochwasserbedingungen zu analysieren. Um Auswirkungen eines Hochwassers auf das Mobilitätsverhalten möglichst gut untersuchen zu können, ist es unerlässlich, das Mobilitätsverhalten im Normalfall zu kennen.

Durch die SrV-Erhebung konnten Erkenntnisse zum Mobilitätsverhalten an einem mittleren Werktag für die gesamte Stadt Dresden gewonnen werden, zudem für die Teilstichprobe derjenigen, die in Laubegast wohnen und im Rahmen der SrV zu ihrem Mobilitätsverhalten befragt wurden. Die Analyse des Verhaltens der Dresdner stützt sich auf die Auswertung von über 3.000 Personen. Die Teilstichprobe der in Laubegast Ansässigen beläuft sich auf 58 Personen. Die Datenbasis für die Teilgruppe der Laubegaster anhand des SrV-Datensatzes ist relativ klein. Zudem werden durch die Festlegung der Erhebungstichtage auf mittlere Werktage Informationen zum Verhalten an den übrigen Wochentagen nicht erfasst.

Es ist schwierig, die Qualität dieser Teilstichprobe für vergleichende Auswertungen zwischen Normalfall und Hochwasserfall zu beurteilen und wie aussagekräftig ein entsprechender Vergleich wäre. Um eine möglichst stimmige Datenbasis für den Normalfall zu erhalten, soll daher zunächst das Mobilitätsverhalten der Laubegaster im Normalfall, parallel zur Befragung für den Hochwasserfall, untersucht werden.

Durch eine Erhebung zum allgemeinen Mobilitätsverhalten der laubegaster Bevölkerung können dann unterschiedliche Fragestellungen untersucht werden. Grundsätzlich können Informationen darüber gewonnen werden, wie sich die Mobilität der Laubegaster in einer normalen Woche darstellt. Darüber hinaus lässt sich untersuchen, welche verkehrlichen Verflechtungen zwischen Laubegast und Dresden insgesamt bestehen. Vor allem die räumlichen Muster sollen hier untersucht werden. Zudem interessiert, ob Unterschiede im Mobilitätsverhalten der in der eigenen Erhebung befragten Laubegaster und im Verhalten der Befragten anderer Erhebungen bestehen.

Themenbereich 2: Verhalten im Hochwasserfall.

Ziel der Analyse ist es, Abweichungen zwischen dem Mobilitätsverhalten im Normalfall und im Hochwasserfall herauszuarbeiten und zu untersuchen. Aufbauend auf den Erkenntnissen aus Themenbereich 1 lässt sich in Themenbereich 2 das Verhalten im Hochwasserfall analysieren. Zunächst soll analog zum Vorgehen in Themenbereich 1 eine rein beschreibende Untersuchung des Hochwasserfalls vorgenommen werden. Im Weiteren erfolgt eine Gegenüberstellung des Verhaltens im Hochwasserfall mit dem Verhalten im Normalfall. Für den Vergleich von Normalfall und Hochwasserfall können einzelne Aspekte und Kennzahlen des Mobilitätsverhaltens für Teilgruppen ermittelt und verglichen werden.

In Kapitel 3 wurde bestehende Literatur ausgewertet und es wurden anhand des Vier-Stufen-Modells der Verkehrsmodellierung Überlegungen zu möglichen Auswirkungen eines Hochwassers angestellt. Aufbauend auf diesen Überlegungen, einer im Vorfeld durchgeführten explorativen Umfrage, die ebenfalls in Kapitel 3 vorgestellt wurde, und Experteninterviews wurden einige Forschungshypothesen formuliert. Diese sollen innerhalb des Themenbereichs 2 als Leitfragen eine Orientierung für die in Kapitel 6 diskutierten Ergebnisse liefern.

Forschungshypothese 1: Im Hochwasserfall geht das Verkehrsaufkommen im Vergleich zum Normalfall deutlich zurück.

Forschungshypothese 2: Im Falle eines Hochwassers steigen die Anteile der Wege für die Verkehrszwecke Besorgung/Service und Bringen/Holen, während die Anteile für die Zwecke Arbeit, Ausbildung und Freizeit sinken. Ziele im Nahbereich gewinnen an Bedeutung: Nur für Zwecke, die weiterhin wichtig sind und die nicht an einem näher gelegenen Ort erfüllt werden können, werden noch weite Wege in Kauf genommen.

Forschungshypothese 3: Im Falle eines Hochwassers steigt die Bedeutung des Zu Fußgehens und des Fahrradfahrens, gemessen am Verkehrsaufkommen. ÖV und Pkw verlieren an Bedeutung. Wechselverhalten: Wer vorher zu Fuß und mit dem Fahrrad unterwegs war, bleibt eher dabei. Vom Pkw und ÖV wird mehr gewechselt. Von Pkw und ÖV zu Fuß und Fahrrad gibt es ebenfalls mehr Wechsel als umgekehrt.

Forschungshypothese 4: Die mittlere Wegedauer nimmt signifikant und deutlich zu, allerdings auch deren Streuung.

Forschungshypothese 5: Bei der mittleren Anzahl der Wege gibt es keine signifikante und deutliche Änderung, allerdings bei deren Streuung.

Die Forschungshypothesen 1 bis 5 wurden aufbauend auf den vorliegenden Erkenntnissen aus Kapitel 3 und Kapitel 4.2 konzipiert. Eine Veränderung in der Anzahl und

Häufigkeit an Wegen wurde sowohl in der Literatur als auch in der explorativen Umfrage und in den Experteninterviews genannt.³¹⁷ Darüber hinaus führten Überlegungen anhand der vier Stufen der Verkehrsmodellierung zu dem Schluss, dass Auswirkungen im Aufkommen insbesondere bei Betroffenheit der Quellverkehrszelle entstehen können. Änderungen in der Bedeutung der Wegzwecke konnten in Cools und Creemers (2013), aber auch in der explorativen Umfrage gezeigt werden. Die Betroffenheit von Zielverkehrszellen lässt die Vermutung zu, dass Unterschiede in der Zielwahl auftreten können. Auch in Gray und Mueller (2012) konnte festgestellt werden, dass sich die Mobilität nach einer Flut lokaler abspielt. Zudem konnten in Koetse und Rietveld (2009) und in Lu et al. (2012) sowie in den Experteninterviews Hinweise dazu gefunden werden.

Verschiebungen in der Bedeutung der Verkehrsmittel konnten in zahlreichen Untersuchungen gezeigt werden.³¹⁸ Auch die explorative Umfrage gab Hinweise auf eine Verschiebung in der Verkehrsmittelverwendung, genauso wie das Vier Stufen Modell der Verkehrsmodellierung bei einer Betroffenheit des Weges oder der Route den Verdacht zulässt, dass die Modalwahl beeinflusst wird. Dass es bei der Mobilitätszeit zu Verschiebungen kommen kann, zeigt die explorative Umfrage, außerdem finden sich Hinweise in der Literatur.³¹⁹

Neben der rein qualitativen Beantwortung der Forschungshypothesen sollen auch die quantitativen Effekte geschätzt werden, soweit dies anhand der Daten möglich ist. Zudem sollen ausgewählte statistische Erkenntnisse durch Signifikanztests geprüft werden.

Die Erkenntnisse, die durch die Erhebung in Laubegast gewonnen wurden, sollen als Grundlage für Abschätzungen zu Verhaltensänderungen in anderen Städten und Stadtteilen, die in Zukunft von Hochwasser betroffen sein könnten, dienen. Dementsprechend wird ein besonderes Augenmerk darauf gelegt, welche Implikationen sich einerseits anhand der Erkenntnisse für Laubegast für andere Orte ergeben und andererseits welche Erfordernisse Daten erfüllen müssen, um eine Übertragbarkeit der Ergebnisse für Laubegast auf andere Orte vornehmen zu können. Zudem sollen die Änderungen im Mengengerüst eine Grundlage liefern, um volkswirtschaftliche Kosten aus Änderungen im Mobilitätsverhalten in Folge eines Hochwassers abschätzen und Handlungsempfehlungen für die Politik liefern zu können.

5.2 Aufbau des Fragebogens

Bei der Fragebogenerstellung ist wichtig, die sog. Programmfragen in Testfragen zu übersetzen. Die Programmfragen sind die Fragen, die sich der Forschende stellt und

³¹⁷ Vgl. Koetse und Rietveld (2009), Liu et al. (2015a), Madre et al. (2007), Song et al. (2014).

³¹⁸ Vgl. Abad und Fillone (2020), Anta et al. (2016), Arana et al. (2014), Koetse und Rietveld (2009), Liu et al. (2015a), Liu et al. (2015b) und Zhu et al. (2010).

³¹⁹ Vgl. Abad und Fillone (2020).

anhand seiner Erhebung beantworten möchte. Die Testfragen beinhalten den „Wortlaut der Frage, wie sie einheitlich an die Befragten gerichtet wird.“³²⁰ Die im Fragebogen gestellten Fragen können offen formuliert oder in gewisser Weise standardisiert werden. Durch die Standardisierung lässt sich eine bessere Vergleichbarkeit der Antworten der einzelnen Umfrageteilnehmer erreichen. Das Stellen offener Fragen führt oft zu einer besseren Erforschung, da sich bei dieser Fragemethodik der Befragte vollständig öffnen und seine Gedanken teilen kann. Auf Seiten der Befragten ist der Nachteil offener Fragen, dass diese zeitaufwändiger und anstrengender zu beantworten sind. Für die Forschenden stellt das erforderliche Maß der Nachbereitung der Antworten auf offene Fragen einen Nachteil dar. Darüber hinaus werden durch offene Fragen eher die Antwortbereitschaft und Ausdrucksfähigkeit als das Wissen oder die Einstellungen von Individuen erfasst.

Der vollständige Fragebogen in der schriftlichen Version findet sich in Anhang E. Der Fragebogen besteht aus fünf Teilen. Vor dem ersten Befragungsteil findet sich eine kurze Einleitung. Hier werden Angaben zur ungefähren Bearbeitungsdauer und zum Datenschutz gemacht.³²¹ Zudem wird hier auf die Möglichkeit hingewiesen, den Fragebogen auch online ausfüllen zu können.

In Abschnitt 5.4 wird die Durchführung der Umfrage ausführlich beschrieben. Bereits an dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass die Fragebögen zwar an Haushalte verteilt wurden, jedoch jede Personen des ausgewählten Haushalts einen eigenen Fragebogen ausfüllen sollte.

In Teil 1 des Fragebogens werden allgemeine Fragen zum Haushalt und zur Person abgefragt. Zu den abgefragten Merkmalen zählen:

- Anzahl und Alter der im Haushalt lebenden Personen,
- Ausstattung des Haushalts mit Verkehrsmitteln und Zeitfahrkarten,
- Wohnverhältnis (Eigentümer oder Mieter),
- berufliche Tätigkeit,
- räumliche Zuordnung des Wohngebietes in Laubegast zu vordefinierten Gebieten,
- monatliches Nettoeinkommen.

³²⁰ Vgl. Noelle-Neumann und Petersen (2005), S. 93f.

³²¹ Die Forschungsgesellschaft für Verkehr- und Straßenwesen (FGSV) gibt ein Regelwerk „Empfehlungen für Verkehrserhebungen“ heraus, in dem unter anderem auch auf die Wichtigkeit des Datenschutzes hingewiesen wird (vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) (2012), Kapitel 9). Hier heißt es, dass bei Erhebungen grundsätzlich möglichst früh ein Datenschutzkonzept erarbeitet und mit Datenschutzbeauftragten abgestimmt werden muss (vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) (2012), S. 102). Zudem sind einige Grundsätze einzuhalten, u.a. Datensparsamkeit, Anonymisierung und Zweckbindung (vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) (2012), S. 103). Diesen Grundsätzen wurde auch in dieser Erhebung Rechnung getragen.

Außer bei den Fragen zur Ausstattung des Haushaltes mit Verkehrsmitteln und Fahrkarten und der Frage zur Haushaltsgröße sind in diesem Teil des Fragebogens Antwortkategorien vorgegeben, die angekreuzt werden können. Durch die Abfrage dieser Merkmale kann ein Vergleich der Stichprobe zu ganz Laubegast und all seinen Einwohnern gezogen werden. Zudem lässt sich hierdurch auch womöglich das Mobilitätsverhalten im zweiten Teil des Fragebogens erklären. Das alltägliche Mobilitätsverhalten ist, wie in Abschnitt 2.1 gezeigt wurde, von einer Reihe von äußeren und personenbezogenen Faktoren abhängig.

Die Überflutungsgefahr im Stadtteil ist kleinräumig relativ unterschiedlich. Daher wurde er in fünf Gebiete unterteilt (siehe Abbildung 49).

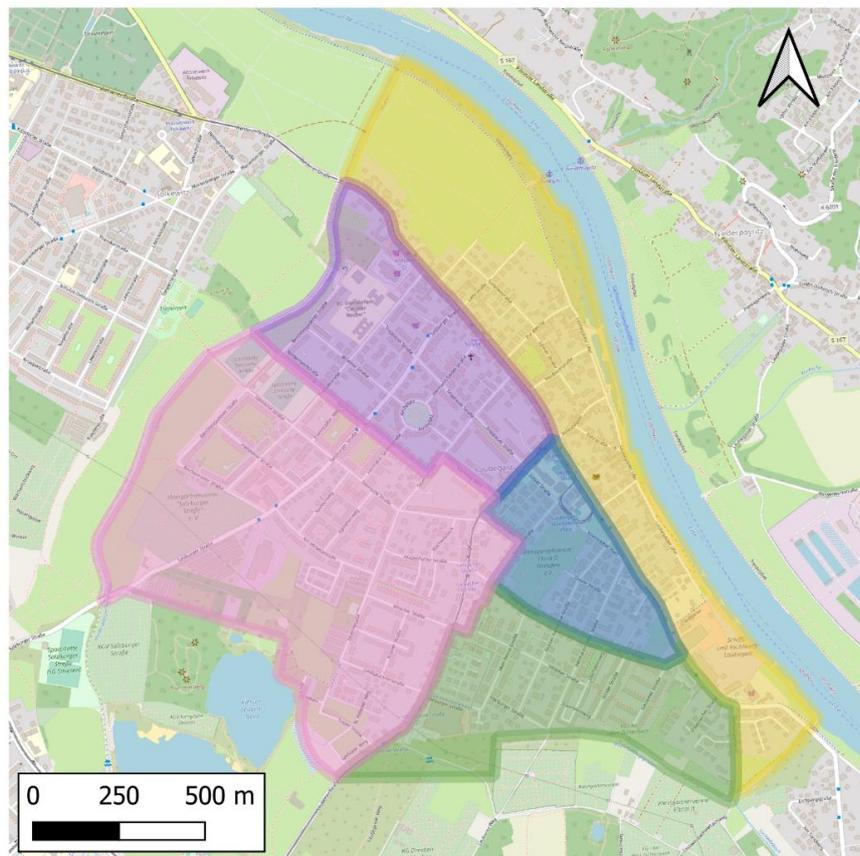


Abbildung 49: Einteilung Laubegasts in Wohngebiete³²²

Wie sich erkennen lässt, gibt es ein gelb gefärbtes Ufergebiet. In Richtung Stadtteilern schließen sich ein violett gefärbtes und ein blau gefärbtes Gebiet an. Weiter südlich befinden sich ein pink gefärbtes und ein grünes Gebiet. Die den Befragten vorgelegte Karte sollte einen guten Kompromiss zwischen Überflutungsgefahr und Überflutungsursache sowie verständlichen zusammenhängenden Gebieten darstellen.

In Teil 2 des Fragebogens wird das Mobilitätsverhalten in einer typischen Woche (ohne Hochwasser) abgefragt. Von Interesse ist, welche Wegzwecke grundsätzlich

³²² Eigene Darstellung basierend auf OpenStreetMap (2021).

zum Verhalten der Personen in einer normalen Woche gehören und wie bedeutend diese sind. Darüber hinaus wird erfasst, welche Verkehrsmittel für die abgefragten Wegzwecke verwendet werden, wo sich das Ziel befindet, die Dauer und Häufigkeit des Weges. In dieser Art und Weise werden die folgenden Wegzwecke abgefragt:

- Arbeitsweg,
- Ausbildungsweg,
- Besorgungs- und Serviceweg,
- Bring- oder Holweg,
- Freizeitweg.

Da bei den drei letztgenannten Wegzwecken davon auszugehen ist, dass in einer typischen Woche verschiedene Ziele angesteuert werden, wird hier die Möglichkeit geboten, die zwei für einen persönlich wichtigsten Wege anzugeben.

Die Variable Ziel wurde als freies Textfeld gestaltet, so dass hier sämtliche Arten von Angaben möglich sind. Hier kann beispielsweise ein Stadtteil, eine Postleitzahl, eine Straße oder der Name eines Ziels genannt werden, z.B. Kanuverein Laubegast e.V. Es sind aber auch unspezifische Angaben möglich, wie beispielsweise Supermarkt.

Mit den erhobenen Daten sollen Erkenntnisse zum Verhalten der Laubegaster in einer normalen Woche gewonnen werden. Hierzu sind die Angaben aus Teil 1 und Teil 2 des Fragebogens von Bedeutung.

In Teil 3 wird die Mobilität in einer Woche mit Hochwasser abgefragt. Aufgrund der Abfrage des Verhaltens einer hypothetischen Situation wurde weder in Teil 2 noch in Teil 3 der Befragung ein Wegetagebuch verwendet, was in der Mobilitätsforschung typischerweise Verwendung findet. Um die Antwortgenauigkeit zu verbessern, wurde den Befragten für die hypothetische Woche eine möglichst konkrete Hochwassersituation vorgelegt. Dazu wurden zwei Karten in den Fragebogen integriert, die eine Hochwassersituation zeigen. Auf dieser Basis sollten die Befragten ihr hypothetisches Mobilitätsverhalten beschreiben. Die erste Karte zeigt, welche Straßen für den Fragenblock durch das Hochwasser als betroffen angenommen werden sollen. Die zweite Karte stellt das Liniennetz des öffentlichen Verkehrs in dieser Hochwassersituation dar. Beide Pläne beziehen sich auf das tatsächlich stattgefundenere Hochwasserereignis von 2013.³²³

Aufbauend auf Teil 2 wurden dieselben Fragen in Teil 3 gestellt, diesmal jedoch die Mobilität in einer Hochwasserwoche abgefragt. Durch den analogen Aufbau der Teile 2 und 3 können die konkreten Forschungshypothesen 1 bis 5 am besten überprüft werden.

³²³ Vgl. hierzu auch die beiden Abbildungen Abbildung 46 und Abbildung 47.

Im vorletzten Teil des Fragebogens, Teil 4, werden Hochwasser-Erfahrungen und Hochwasser-Auswirkungen abgefragt. Beispielsweise wird gefragt, wie die Erwartungen zu zukünftigen Hochwasserereignissen sind oder aber auf welchen Ebenen Auswirkungen zukünftig erwartet werden (Wohnort, Ziele, Wege).

Abschließend können die Befragten in Teil 5 eine allgemeine Einschätzung der verkehrlichen Situation im Alltag³²⁴ und im Hochwasserfall abgeben. Zudem existiert ein freies Textfeld für weitere Anmerkungen und Kommentare. Die Teile 4 und 5 können Informationen zum Risikobewusstsein liefern.

Der Fragebogen schließt mit einer Danksagung für die Teilnahme an der Befragung und der Bitte, dass möglichst alle Haushaltsmitglieder an der Befragung teilnehmen sollen, indem sie entweder über den angegebenen Link online teilnehmen oder sich in ausgewiesenen Geschäften im Stadtteil weitere Blanks-Fragebögen besorgen. Darüber hinaus findet sich hier ein letzter Hinweis zur Einhaltung des Datenschutzes.

5.3 Stichprobenauswahl

Die Stichprobenauswahl ist ein wesentlicher Meilenstein im Laufe der Erhebungsplanung. Die Stichprobenauswahl hängt im Wesentlichen davon ab, über welche Untersuchungsobjekte eine Aussage getroffen werden soll. Oft wird aus zeitlichen und finanziellen Gründen eine Teilerhebung durchgeführt. Im Bereich der Teilerhebungen wird grundsätzlich in zufällige und nicht-zufällige Auswahlverfahren unterschieden.

5.3.1 Theoretische und begriffliche Grundlagen

In diesem Abschnitt werden grundlegende methodische Fragen, die sich im Zusammenhang mit empirischen Erhebungen ergeben, angesprochen.³²⁵ Die Begriffe und Konzepte, die relevant sind, werden anhand sehr allgemeiner illustrativer Beispiele sowie anhand des hier interessierenden Falles erläutert oder auf den vorliegenden Fall bezogen.

Grundgesamtheit

Ziel von Erhebungen ist es, zu allgemeingültigen Aussagen zu gelangen. Da es nicht möglich ist, „die Welt in ihrer Gesamtheit“³²⁶ zu untersuchen, muss ein Ausschnitt untersucht werden. Dieser Ausschnitt wird als Grundgesamtheit bezeichnet. Die Grundgesamtheit muss räumlich, sachlich und zeitlich definiert werden.³²⁷

Die Grundgesamtheit in der vorliegenden Erhebung umfasst im räumlichen Sinne den Stadtteil Laubegast der Landeshauptstadt Dresden. Im sachlichen Sinne definiert sich die Grundgesamtheit in der Gesamtheit aller in Laubegast mit Erstwohnsitz gemelde-

³²⁴ Das heißt ohne den Einfluss extremer Ereignisse.

³²⁵ Das folgende Teilkapitel 5.3.1 beruht auf Tausendpfund (2018), Kapitel 10, und weiterer, im Einzelnen angegebener Literatur.

³²⁶ Vgl. Behnke et al. (2010), S. 139.

³²⁷ Vgl. von der Heyde (2014), S. 25.

ten Einwohner. Die zeitliche Komponente bestimmt den Zeitraum der Erhebungsdurchführung mit. Da sich die Bevölkerung ständig verändert, stellt diese Dimension eine besondere Herausforderung dar. Im Vorlauf der Erhebung, die im November und Dezember 2019 stattfand, stammen die aktuellsten vorliegenden Zahlen zur Bevölkerung in Laubegast vom 30.06.2019. Aus dem Melderegister sind Daten zur Anzahl an Bewohnern mit Erstwohnsitz nach Straßen verfügbar. Zudem ist die Anzahl an Haushalten nach Straßen in Laubegast bekannt. Die Informationen zur Anzahl an Haushalten liegen im Vorfeld der Erhebung mit Stand 31.12.2017 vor.

Vollerhebung

Grundsätzlich gibt es die Möglichkeit, entweder eine Vollerhebung oder eine Teilerhebung durchzuführen. Bei einer Vollerhebung werden Informationen von allen Untersuchungsobjekten erhoben. Diese Vorgehensweise bietet sich bei einer überschaubaren Grundgesamtheit an. Vorteile einer Vollerhebung sind:

- „Die gesamte Verteilung der Merkmale der Elemente ist bekannt.“³²⁸
- Beschreibende Lagemaße der Grundgesamtheit können berechnet werden, z.B. Modus, Median, Mittelwert. Im Gegensatz dazu können diese Merkmale bei einer Teilerhebung nur geschätzt werden. Schätzungen sind jedoch per Definition fehlerbehaftet, d.h. sie weichen mehr oder weniger von ihrem wahren Wert ab.³²⁹

Allerdings gibt es auch Nachteile, die mit einer Vollerhebung einhergehen:

- Grundsätzlich höhere Kosten im Vergleich zur Teilerhebung. Zudem: Je größer die Grundgesamtheit, desto höher die Kosten.
- Zeitintensiver als Teilerhebung; darunter kann die Aktualität von Ergebnissen leiden.
- Vollerhebung kann destruktiv sein, beispielsweise bei einer Qualitätskontrolle in einer Brauerei. Dann könnte die Brauerei Insolvenz anmelden.

Zudem sind Vollerhebungen nicht grundsätzlich Teilerhebungen überlegen. Teilerhebungen können auch präzisere Ergebnisse als Vollerhebungen liefern, wenn besonders geschultes Personal eingesetzt wird.

Im Stadtteil leben etwa 12.000 Personen. Angesichts der Bevölkerung in Laubegast kann man eine Vollerhebung grundsätzlich in Betracht ziehen. Daher wurde die Machbarkeit einer Vollerhebung geprüft. Für die Erhebungsdurchführung liegt kein vollständiges Einwohnerverzeichnis vor. Das heißt, es sind keine Informationen darüber vorhanden, welche Einwohner in Laubegast (Namen der Einwohner) unter welcher Anschrift wohnen. Daher kann eine postalische Zustellung an jeden einzelnen Bewohner nicht erfolgen. Selbst wenn eine entsprechende Liste vorläge, müsste der finanzielle Aufwand in Relation zum erwarteten Nutzen bewertet werden. Gegen die händische Zustellung des Fragebogens an jeden einzelnen Einwohner sprechen

³²⁸ Vgl. Schnell et al. (2013), S. 258.

³²⁹ Beruht die Teilerhebung auf einem zufälligen Auswahlverfahren, so kann die erwartete Abweichung vom wahren Wert berechnet werden. Bei Vollerhebungen existiert keine Abweichung vom „wahren Wert“.

ebenfalls die unzureichenden Informationen zur Einwohnerstruktur im Stadtteil. Es ist nicht a priori bekannt, wie viele Personen sich hinter einem Briefkastenschild verbergen. Daher stellt eine Vollerhebung keine machbare Alternative dar.

Teilerhebung und Auswahlgesamtheit

Teilerhebungen zeichnen sich dadurch aus, dass empirische Informationen nur bei einer Teilmenge der Grundgesamtheit erhoben werden. Häufig wird zwischen den Begriffen Grundgesamtheit, Auswahlgesamtheit und Stichprobe unterschieden. Außerdem sind die Begriffe Befragte und Antwortende relevant. Nachfolgend aufgelistet finden sich die für die Arbeit bedeutenden Begriffe und zugehörige Definitionen:

- Grundgesamtheit: Der im Rahmen einer Erhebung untersuchte Ausschnitt der Realität wird als Grundgesamtheit bezeichnet. Die Grundgesamtheit wird räumlich, sachlich und zeitlich abgegrenzt (vgl. hierzu den ersten Abschnitt in 5.3.1). Die Grundgesamtheit umfasst die Menge an Objekten oder Individuen, über die Aussagen getroffen werden sollen.
- Stichprobe: Eine Stichprobe ist eine Auswahl von Elementen aus der Auswahlgesamtheit. Auswahlseinheiten sind Einheiten, die sich auf das Auswahlverfahren, also den Auswahlplan beziehen. Im Gegensatz hierzu sind Erhebungseinheiten Einheiten, bei denen die gesuchte Information konkret erhoben werden kann. Die Auswahlgesamtheit umfasst alle Individuen, die die Chance haben, in die Stichprobe zu gelangen. Idealerweise sind Grundgesamtheit und Auswahlgesamtheit identisch. Ist dies nicht der Fall, spricht man von Over- oder Undercoverage. Diese beiden Zustände werden später noch erklärt.
- Befragte: Zu den Befragten zählen alle Personen, die einen Fragebogen erhalten haben und die Möglichkeit haben, diesen zu beantworten.
- Antwortende: Die Antwortenden stellen die Gruppe der Befragten, die den Fragebogen ausgefüllt haben, sodass dieser ausgewertet werden kann. Man spricht meist auch vom sog. Rücklauf.

Overcoverage

Overcoverage bezeichnet die Menge, die in die Stichprobe gelangen kann, obwohl sie nicht zur Grundgesamtheit gehört. Im vorliegenden Fall würden zu dieser Gruppe beispielsweise Menschen zählen, die an der Befragung teilnehmen, obwohl sie keinen Erstwohnsitz in Laubegast haben.

Undercoverage

Als Undercoverage wird die Menge bezeichnet, die eine Chance haben sollte, in die Stichprobe zu gelangen, aber faktisch nicht in der Auswahlgesamtheit repräsentiert ist. Dies beträfe beispielsweise bei einer Online-Umfrage alle Personen, die zwar zur Grundgesamtheit gehören, aber keinen Internetzugang besitzen. In der vorliegenden Studie sind hierzu beispielsweise Personen zu zählen, die zwar in Laubegast ihren Erstwohnsitz haben, jedoch im Erhebungszeitraum im Urlaub sind.

Auswahl- und Erhebungseinheiten

Wie bereits angedeutet wurde, gibt es Auswahl- und Erhebungseinheiten. Der Unterschied lässt sich mit folgendem Beispiel verdeutlichen: Bei einer Studie zu den mathematischen Fähigkeiten von Schülern bilden zunächst alle Schulen die Grundgesamtheit. Aus dieser Grundgesamtheit werden einige Schulen ausgewählt. In diesem Fall stellen die Schulen die Auswahlseinheiten dar, die mathematischen Kompetenzen werden jedoch bei den Schülern erfasst. Die Schüler sind daher die Erhebungseinheiten. Das heißt, hier unterscheiden sich Auswahl- und Erhebungseinheiten. Existiert eine Namensliste aller Schüler der Grundgesamtheit, dann kann diese Liste für die Stichprobenziehung genutzt werden. Dann wären Auswahl- und Erhebungseinheiten identisch. Diese Informationen liegen in der Praxis zumeist jedoch nicht vor.

Auch in der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Erhebung liegt eine derartige Liste nicht vor. Bekannt ist die Anzahl der Einwohner mit Erstwohnsitz in Laubegast zum 30.06.2019 und die Anzahl an Haushalten zum 31.12.2017. Durch den zeitlichen Versatz der vorliegenden Informationen zum Erhebungszeitraum zeigt sich hier eine erste mögliche Fehlerquelle, bezogen auf die Bestimmung der Grundgesamtheit. Aufbauend auf der Grundgesamtheit wird im nächsten Schritt die Auswahlgesamtheit konstruiert. Hierauf aufbauend wird eine Stichprobe gezogen, die befragt wird. Aufgrund der sehr aggregierten Informationen – insbesondere der Tatsache, dass Namen- oder Adressinformationen fehlen – soll das sog. Random Route Verfahren bei der Stichprobenauswahl Verwendung finden, welches später noch erklärt wird. In diesem Schritt können Over- und Undercoverage ganz grundsätzlich mögliche Fehlerquellen darstellen.

In der Erhebung in Laubegast führt das Random Route Verfahren dazu, dass der schriftliche Fragebogen nach einem vorher festgelegten Schema in ausgewählte Briefkästen geworfen wird. Daher bilden die Haushalte in Laubegast, genauer die Briefkästen, die laut dem Schema ausgewählt werden könnten, die Auswahlgesamtheit. Der Fragebogen soll nach Möglichkeit von allen Mitgliedern des ausgewählten Haushalts ausgefüllt werden. Damit stellen die in den ausgewählten Haushalten lebenden Haushaltsmitglieder die Erhebungseinheiten dar. Das bedeutet, dass die Auswahl- und die Erhebungseinheiten hier nicht identisch sind. Diese Tatsache wird im Weiteren in der Planung der Anzahl der Kontaktaufnahmen eine Rolle spielen.

Zufällige und nicht-zufällige Auswahlverfahren

Die Entscheidung für ein Auswahlverfahren stellt einen wichtigen Schritt in der Planung und Durchführung der Feldarbeit dar. Unterschieden wird in zufällige und nicht-zufällige Verfahren. Dabei ist die Forschungsfrage, die beantwortet werden soll, ausschlaggebend dafür, welches Verfahren am besten geeignet ist. In der Regel sollen Erkenntnisse, die in einer Stichprobe gewonnen werden, auf die Grundgesamtheit übertragen werden. Dafür ist ein zufälliges Auswahlverfahren notwendig. Nur Zufallsstichproben stellen sicher, dass von Ergebnissen in einer Stichprobe – im Rahmen gewisser Fehlertoleranzen – auf eine Grundgesamtheit geschlossen werden kann.

In der hier geplanten Erhebung soll ein zufälliges Auswahlverfahren verwendet werden. Zufällige Auswahlverfahren lassen sich in drei Gruppen unterteilen:

- Einfache Zufallsstichprobe,
- geschichtete Zufallsstichprobe,
- Klumpenstichprobe.

In der Praxis werden die genannten Verfahren manchmal auch kombiniert.

Einfache Zufallsstichprobe

Bei Anwendung einer einfachen Zufallsstichprobe hat jedes Element die gleiche, echt positive Wahrscheinlichkeit, in die Stichprobe zu gelangen. Man spricht hier von einem Urnenmodell. Die einfache Zufallsstichprobe kann nur gezogen werden, wenn eine Liste aller Elemente der Grundgesamtheit vorliegt. Dies führt dazu, dass die einfache Zufallsstichprobe in der Praxis eine untergeordnete Rolle spielt. Meistens werden mehrstufige Auswahlverfahren verwendet, zu denen z.B. die geschichteten Zufallsstichproben gehören.

Geschichtete Zufallsstichprobe

Die Idee hinter einer geschichteten Zufallsstichprobe ist, dass die Grundgesamtheit zunächst in Gruppen (Schichten) unterteilt wird und anschließend aus jeder dieser Gruppen eine Zufallsstichprobe gezogen wird. Verwendet wird dieses Verfahren, wenn sichergestellt werden soll, dass aus jeder Schicht ausreichend viele Beobachtungen gewonnen werden. Ein Beispiel: Bei einer Erhebung unter Studierenden kann sich die Zahl der Studierenden nach Fakultäten stark unterscheiden. Daher kann es in solch einem Szenario Sinn machen, die Fakultäten als Schichten anzusehen und dann innerhalb der Schichten, also innerhalb der Fakultäten, zufällig Studierende für die Erhebung auszuwählen.

Die geschichtete Stichprobe lässt sich in proportional und disproportional geschichtete Stichproben unterscheiden. Bei der proportional geschichteten Stichprobe wird bei der Stichprobenziehung der Anteil der Elemente einer Schicht an der Grundgesamtheit berücksichtigt. Auf das obige Beispiel übertragen würde eine geschichtete Stichprobenauswahl eine höhere Auswahlwahrscheinlichkeit für Studierende einer zahlenmäßig größeren Fakultät implizieren als für Studierende einer kleineren Fakultät. Wenn die Fallzahl der Schichten nicht den Anteilen an der Grundgesamtheit entspricht, spricht man von einer disproportional geschichteten Stichprobe.

Der Stadtteil Laubegast zeichnet sich durch eine direkte Lage an der Elbe aus. Um Informationen darüber zu erlangen, ob sich das Verhalten derjenigen, die nah zur Elbe wohnen, vom Verhalten der übrigen Bewohner unterscheidet, wurde der Stadtteil in unterschiedliche Gebiete unterteilt (siehe Abbildung 49, gelber Bereich und restliche Bereiche). Jedes der fünf Gebiete stellt daher eine Schicht dar. Um sicherzustellen, dass aus den unterschiedlichen Gebieten ein Mindestrücklauf erreicht wird, stellt eine geschichtete Zufallsstichprobe eine geeignete Wahl dar. Es wurde davon ausgegangen, dass die Akzeptanz der Erhebung in allen Gebieten ähnlich hoch ist. Zudem wurde von ähnlichen Bevölkerungsdichten in den verschiedenen Gebieten ausgegangen.³³⁰ Aufgrund dieser Annahmen ist ein geschichtetes proportionales

³³⁰ Es lagen zwar Informationen zur Anzahl an Haushalten und Einwohnern nach Straßen vor, jedoch ließen sich diese nicht exakt auf die definierten Gebiete übertragen.

Stichprobenauswahlverfahren geeignet. Das Auswahlverfahren Random Route, welches für diese Erhebung verwendet wurde und später genauer erläutert wird, führt zu einer proportionalen Auswahl der kontaktierten Haushalte.

Klumpenstichprobe

„Als ‚Klumpenstichprobe‘ [...] wird eine einfache Zufallsstichprobe dann bezeichnet, wenn die Auswahlregeln nicht auf die Elemente der Grundgesamtheit, sondern auf zusammengefasste Elemente (‚Klumpen‘, Cluster) angewendet werden und jeweils die Daten aller Elemente eines Clusters erhoben werden.“³³¹ Beispiel: Es liegt keine Namensliste für eine Zufallsauswahl von Schülern vor. Allerdings liegt der durchführenden Befragungseinrichtung eine Liste der Schulen vor. Von dieser Schulliste werden einige Schulen ausgewählt und in diesen Schulen alle Schüler befragt.

Nicht-zufällige Auswahlverfahren

Das Gegenstück zu den bisher vorgestellten zufälligen Auswahlverfahren sind die nicht-zufälligen Auswahlverfahren. Hier wird eine bewusste (nicht-zufällige) Auswahl getroffen. Die Kriterien der Fallauswahl werden explizit offengelegt. Ein wichtiger Vertreter dieser Klasse ist die Quotenauswahl.

Quotenauswahl

Bei der Quotenauswahl werden Informationen aus amtlichen Statistiken, beispielsweise dazu, wie hoch der Anteil an ledigen, verheirateten und geschiedenen Personen in Deutschland ist, herangezogen. Diese Informationen werden verwendet, um eine Stichprobe zu konstruieren, die möglichst genau mit den bekannten Merkmalen der angestrebten Grundgesamtheit übereinstimmt. Es können nicht alle Merkmale der Grundgesamtheit zeitgleich berücksichtigt werden. Meist werden Geschlecht, Alter, Bildung und Berufstätigkeit verwendet. Es handelt sich jedoch um eine bewusste Auswahl von Zielpersonen und daher nicht um ein rein zufälliges Verfahren. Daher ist die Anwendung von Inferenzstatistik „erschwert, falls nicht unmöglich.“³³²

Auch wenn der hier formulierte Anspruch, dass aus jeder der fünf definierten Schichten ein Mindestrücklauf erzielt werden soll, zunächst den Eindruck vermitteln könnte, dass diese Anforderung womöglich eine Quotenauswahl erfordert, ist dies nicht der Fall. Der entscheidende Unterschied liegt in der zufälligen bzw. in der bewussten Auswahl der Stichprobe. In den einzelnen Schichten, d.h. Gebieten, werden zufällig Haushalte ausgewählt. Eine Quotenstichprobe läge vor, wenn man beispielsweise auf der Straße Passanten anhalten würde, diese zunächst danach fragen würde, in welchem Gebiet von Laubegast sie wohnen, und anschließend entscheiden würde, ob der Passant an der Befragung teilnehmen soll.

Auch die Klumpenauswahl soll nochmals klar vom angewandten Verfahren abgegrenzt werden. Beim Klumpenverfahren teilt man die Grundgesamtheit in sog. Klum-

³³¹ Vgl. Schnell et al. (2013), S. 270f.

³³² Vgl. Schnell et al. (2013), S. 295.

pen ein, die in sich relativ heterogen sind und zueinander homogen. Im Weiteren werden einige Klumpen ausgewählt und innerhalb der Klumpen eine zufällige Stichprobe gezogen. Man möchte Informationen zur Grundgesamtheit in den ausgewählten Klumpen sammeln. Dies widerspricht den Schichten (Gebieten), die in sich homogen und zueinander heterogen sind.

Vorgehen in der Praxis

In der praktischen Umsetzung ist es selten möglich, eine einfache Zufallsstichprobe zu ziehen, da in der Regel keine vollständige Liste der Grundgesamtheit zur Verfügung steht. Daher kommen meist mehrstufige Auswahlverfahren zum Einsatz. Ein häufig eingesetztes Verfahren ist das Verfahren des Arbeitskreises Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute e.V. (sog. ADM-Verfahren). Hierdurch wird ein Stichprobensystem zur Verfügung gestellt, das es möglich macht, zufällige Stichproben der Privathaushalte und der darin wohnenden Personen in Deutschland zu erstellen. Das im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Auswahlverfahren orientiert sich am ADM-Verfahren. Das ADM-Auswahlverfahren besteht aus drei Schritten:

1. Gebiete auswählen,
2. Haushalte auswählen,
3. Zielperson auswählen.³³³

In jedem der drei Schritte wird eine zufällige Auswahl angestrebt, damit inferenzstatistische Verfahren anschließend durchgeführt werden können.

Die Gebiete, die dem ADM-Verfahren zugrunde gelegt werden, sind die Stimmbezirke in Deutschland. Im ersten Schritt werden Stimmbezirke ausgewählt. Die Auswahlwahrscheinlichkeit ist proportional zur Größe der Stimmbezirke. Das heißt je größer ein Stimmbezirk, desto höher die Wahrscheinlichkeit, dass dieser ausgewählt wird.³³⁴

In dieser Studie wurde im ersten Schritt das Erhebungsgebiet in fünf Gebiete unterteilt, die aufgrund ihrer unterschiedlichen Lage relativ zum Wasser Hochwassergefahren unterschiedlich stark ausgesetzt sind (siehe Abbildung 49). Diese fünf Gebiete entsprechen den im ersten Schritt des ADM-Verfahrens angeführten Gebieten. Wie bereits erwähnt, wird davon ausgegangen, dass sich die Einwohnerdichte, die Haushaltsgröße und die Akzeptanz der Umfrage in den fünf Gebieten nicht stark voneinander unterscheiden.

Der zweite Schritt des ADM-Verfahrens beinhaltet die Auswahl der Haushalte. Dazu wird das Random Route Verfahren, auch als Random Walk Verfahren bekannt, verwendet. Beim Random Route Verfahren wird eine allgemeine Begehungsvorschrift festgelegt. „Das Prinzip des Random Walk basiert darauf, dass ein Interviewer zu einem vorgegebenen Startpunkt gebeten wird, von dem aus er mit Hilfe festgelegter Gehregeln (z.B. Hausnummernabwärts; bei Kreuzungen abbiegen und dabei die Straße überqueren; bei Sackgassen auf der gegenüberliegenden Seite umdrehen; etc.) in jedem x-ten (z.B. dritten) Haushalt befragt.“³³⁵ Die Idee des Random Route

³³³ Vgl. Heckel und Hofmann (2014), Kap. 5.6.

³³⁴ Vgl. Paier (2006), S. 28.

³³⁵ Vgl. Heckel und Hofmann (2014), S. 107.

Verfahrens ist es, aufgrund der strengen Begehungsvorschrift zu einer Zufallsauswahl der Haushalte zu gelangen. Wichtig ist, im Vorfeld bereits für jede ggf. vorkommende räumliche Situation eine klare Regelung zu definieren, sodass der Interviewer zu keinem Zeitpunkt von der zufällig ausgewählten Route abweichen muss.

Das Random Route Verfahren kann entweder mit Adressvorlauf oder ohne Adressvorlauf durchgeführt werden. Beim Random Route Verfahren mit Adressvorlauf wird in zwei Schritten gearbeitet. Zunächst listet ein Interviewer nach vorgegebenen Anweisungen zur durchzuführenden Begehung Klingelschildadressen auf. Es erfolgt jedoch keine Kontaktaufnahme. Die erhobene Liste wird vom Erhebungsinstitut mittels Straßen- und Telefonverzeichnissen auf Plausibilität und Vollständigkeit geprüft. Die aufbereiteten Adressen werden anschließend einem anderen Interviewer zur Verfügung gestellt, um die Kontaktaufnahme durchzuführen.³³⁶ Beim Random Route Verfahren ohne Adressvorlauf findet nur eine einzige Begehung des Gebietes statt, indem den Anweisungen folgend Haushalte, oder genauer, gesagt Klingelschildadressen, ausgewählt und diese Haushalte kontaktiert werden. Das Random Route Verfahren ohne Adressvorlauf ist das zeit- und kostengünstigere Verfahren. Allerdings ist hier die Gefahr größer, dass der Interviewer „ungünstige“ Haushalte aussortiert. Das Erhebungsinstitut hat bei diesem Vorgehen weniger Kontrollmöglichkeiten, was die Einhaltung des vorgegebenen Begehungsplans betrifft.

In der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Befragung wird aus Zeit- und Kostengründen das Random Route Verfahren ohne Adressvorlauf durchgeführt.³³⁷ Da es sich nicht im engeren Sinn um eine Kontaktaufnahme mit dem nach Random Route Verfahren bestimmten Haushalt handelt, sondern lediglich der Fragebogen in den Briefkasten eingeworfen werden soll, ist ein Abweichen vom Verteilungsplan sehr unwahrscheinlich, sodass dies ein weiterer Grund ist, warum kein Adressvorlauf erfolgt. Es wurden Abschätzungen zum zeitlichen Aufwand für die Verteilung der Erhebungsunterlagen vorgenommen und der Einsatz der Verteiler dementsprechend geplant. In Kapitel 5.4 erfolgt eine ausführlichere Beschreibung des Erhebungsverfahrens im vorliegenden Fall.

Im dritten Schritt des ADM-Verfahrens wird eine Zielperson im Haushalt ausgewählt, um an der Befragung teilzunehmen. Hierbei verwendete Verfahren werden an dieser Stelle nicht weiter vertieft. Da im vorliegenden Erhebungsvorhaben alle Haushaltsmitglieder an der Erhebung teilnehmen sollen, muss auf Personenebene keine Auswahl vorgenommen werden.

5.3.2 Bestimmung der Anzahl der zu verteilenden Fragebögen

Die Akzeptanz und Bereitschaft, an einer geplanten Erhebung teilzunehmen, sind die beiden wesentlichen Faktoren, die den Erfolg der Erhebung bestimmen. Da im Vorfeld unklar ist, wie stark die Akzeptanz und Bereitschaft bei den Bewohnern sein

³³⁶ Vgl. Steinacker und Schmidt (2014), S. 10.

³³⁷ Das Random Route Verfahren wird auch von der FGSV empfohlen, wenn keine Stichprobenziehung anhand des Einwohnermeldeamts-Registers vorgenommen werden kann (vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) (2012), S. 66).

würde, wurde zunächst ermittelt, welche Größenordnung der Rücklauf aus der Befragung mindestens haben muss, um mit hinreichender Sicherheit Aussagen über die Grundgesamtheit treffen zu können.

In diesem Teilkapitel wird der benötigte Rücklauf bestimmt, um bezogen auf die Grundgesamtheit der Bevölkerung Laubegasts hinreichend sichere Aussagen treffen zu können. Zur Berechnung des erforderlichen Rücklaufs existieren mehrere Formeln. Für die Berechnung sind fast immer die folgenden Größen relevant.³³⁸

- Größe der Grundgesamtheit (engl. Population size): N

Die Grundgesamtheit ist die Menge, über die Aussagen getroffen werden sollen. Im vorliegenden Fall entspricht die Grundgesamtheit der Einwohnerzahl von Laubegast ($N = 12.375$).

- Fehlermarge oder –bereich (engl. Margin of Error/level of precision/sampling error): e

Die Fehlermarge wird als Prozentsatz definiert und gibt an, wie genau Ergebnisse der ausgewählten Stichprobe an den wahren Wert in der Grundgesamtheit heranreichen. Je kleiner die Fehlermarge, desto präziser die Ergebnisse. Durch Erhöhung des Stichprobenumfangs kann die Fehlermarge gesenkt werden. Standardmäßig wird ein Wert von etwa 5 % angestrebt. Der Wert von 5 % ($e = 0,05$) soll auch hier in der Berechnung des benötigten Rücklaufs verwendet werden.

Anhand eines Beispiels lässt sich die Bedeutung der Fehlermarge am besten verdeutlichen: Wenn 70 % der Teilnehmer einer Umfrage unter Bauern angibt, eine bestimmte Methode A in der Landwirtschaft zu verwenden und die Fehlermarge +/- 5 % beträgt, bedeutet das, dass die Studienleiter davon ausgehen, dass zwischen 65 und 75 % der Grundgesamtheit (aller Bauern) die Methode A anwenden.

- Konfidenzniveau und Z-Wert: z

Das Konfidenzniveau hängt eng mit dem Konzept der Fehlermarge zusammen. Das Konfidenzniveau gibt an, wie hoch die Sicherheit ist, dass die Grundgesamtheit gut von der Stichprobe repräsentiert wird, und damit, wie sicher es ist, dass die Ergebnisse innerhalb einer bestimmten Fehlermarge bleiben. Überlegungen zum Konfidenzniveau beruhen auf dem Zentralen Grenzwertsatz. Der Grundgedanke ist, dass bei wiederholten Stichprobenziehungen aus einer Grundgesamtheit der Durchschnittswert des aus diesen Stichproben erhaltenen Attributs dem wahren Wert der Grundgesamtheit entspricht. Die Werte des Attributs, die sich anhand der vielen Stichproben ergeben, werden als normalverteilt um den wahren Wert angenommen (Zentraler Grenzwertsatz). Unterstellt man eine Normalverteilung, liegen etwa 95 % der Werte aus den Stichproben in einem Intervall mit einer Länge von plus/minus zwei Standardabweichungen. Das bedeutet, wenn in 100 Stichproben das interessierende Attribut erfasst wird, liegen 95 der 100 erfassten Werte im eben definierten Intervall um den wahren Wert des Attributs, der für die Grundgesamtheit gilt.

³³⁸ Vgl. Israel (1992).

Aufbauend auf dem zuvor eingeführten Beispiel bedeutet das: Wenn unter Einberechnung der Fehlermarge zwischen 65 % und 75 % der Grundgesamtheit der Bauern Methode A anwenden und das Konfidenzniveau mit 90 % angegeben wird, kann man mit 90 % Sicherheit sagen, dass zwischen 65 % und 75 % tatsächlich diese Wahl treffen. In der Praxis werden Konfidenzniveaus von 90, 95 oder 99 % angestrebt. Im vorliegenden Fall wird das Konfidenzniveau auf 95 % festgelegt.

Der Z-Wert, der im Rahmen der Berechnung benötigt wird, bezeichnet die Anzahl an Standardabweichungen, die zwischen dem gewählten Wert und dem Durchschnitt der Grundgesamtheit liegt. Der Z-Wert, der zum Konfidenzniveau von 0,95 gehört, liegt bei 1,96.

- Grad der Variabilität (engl. Degree of Variability): p

Der Grad der Variabilität in den zu messenden Attributen bezieht sich auf die Verteilung der Attribute in der Grundgesamtheit. Je heterogener eine Grundgesamtheit ist, desto größer ist der erforderliche Stichprobenumfang, um ein bestimmtes Präzisionsniveau zu erreichen. Umgekehrt gilt: Je homogener eine Grundgesamtheit ist, desto geringer ist der erforderliche Stichprobenumfang. Der Wert $p = 0,5$ steht für die größtmögliche angenommene Variabilität, höher als beispielsweise 20 % und 80 %, denn die Werte 20 % und 80 % stünden dafür, dass eine große Mehrheit das betrachtete Merkmal besitzt bzw. nicht besitzt. Da ein Anteil von $p = 0,5$ die maximale Variabilität in einer Population angibt, wird er häufig zur Bestimmung eines konservativeren Stichprobenumfangs verwendet, d. h. der Stichprobenumfang kann größer sein, als wenn die wahre Variabilität des Populationsattributs verwendet würde. Im vorliegenden Fall wird ebenfalls vom schlechtesten Fall mit $p = 0,5$ ausgegangen, da keine näheren Informationen zur Heterogenität der Bevölkerung vorliegen.

Zur Berechnung des erforderlichen Rücklaufs entwickelte Cochran folgende Rechenvorschrift³³⁹:

$$n_{basic} = \frac{z^2 * p * (1 - p)}{e^2}$$

Wie sich erkennen lässt, ist diese Rechenvorschrift unabhängig von der Größe der Grundgesamtheit. Laut Israel ist diese Rechenvorschrift vor allem für große Grundgesamtheiten passend.³⁴⁰

Für kleinere Grundgesamtheiten schlägt Israel eine angepasste Rechenvorschrift vor.³⁴¹

$$n_{adopted} = \frac{n_{basic}}{1 + \frac{(n_{basic} - 1)}{N}}$$

³³⁹ Vgl. Cochran (1977), S. 75.

³⁴⁰ Vgl. Israel (1992), S. 3.

³⁴¹ Vgl. Israel (1992), S. 3. Für $N \rightarrow \infty$ gilt $n_{adopted} = n_{basic}$. Außerdem steigt $n_{adopted}$ in N .

Der Stichprobenumfang kann bei kleiner Grundgesamtheit verringert werden, weil ein bestimmter Stichprobenumfang in diesem Fall verhältnismäßig mehr Informationen liefert als bei einer großen Grundgesamtheit.³⁴²

Für die geplante Erhebung wurden beide Rechenvorschriften verwendet, um Zahlen zum benötigten Rücklauf zu erhalten. Durch Einsetzen der Werte $e = 0,05$ und $z = 1,96$ ergaben sich die Werte $n_{\text{basic}} = 384$ und $n_{\text{adopted}} = 373$. Gerundet auf volle Zehner ist also ein Rücklauf von etwa 380 Fragebögen notwendig, um Aussagen zur Fehlermarge von 5 % und zum Konfidenzniveau von 95 % treffen zu können.

Nachdem der benötigte Rücklauf bestimmt wurde, muss im nächsten Schritt die Anzahl an zu verteilenden Fragebögen ermittelt werden. Die Anzahl an verteilten Fragebögen richtet sich nach der erwarteten Rücklaufquote. Die Rücklaufquote gibt an, wie groß der Anteil der beantworteten Fragebögen an der Menge an insgesamt ausgegebenen Fragebögen ist.

Die Rücklaufquote hängt vom Aufwand, an der Befragung teilzunehmen, ab. Sie sinkt proportional zur Länge und Komplexität des Fragebogens.³⁴³

„Die Befragung muss das Vertrauen und die Kooperationsbereitschaft des Gesprächspartners, hier des Befragten, gewinnen, indem die Befragung ihn davon überzeugt, dass die Befragung wichtig für den Auftraggeber ist und dass sie in den legitimen Aufgabenbereich des Auftraggebers fällt. Die Inhalte und die Sprache der Fragen/Aufgaben müssen in ihrer Komplexität der von den Befragten wahrgenommenen Schwierigkeit der Aufgabe der Befragung entsprechen.“³⁴⁴

Die Annahmen an die Rücklaufquote sind entscheidend für den weiteren Verlauf der Erhebungsdurchführung. Wird eine geringe Rücklaufquote angenommen, impliziert dies, dass mehr Haushalte angeschrieben werden müssen und somit die Erhebung zeit- und kostenintensiver wird. Wird eine zu hohe Rücklaufquote angenommen, d.h. also die Rücklaufquote überschätzt, wird die erforderliche Rücklaufzahl nicht erreicht. Damit müssen entweder Einbußen bezüglich der Genauigkeit der Ergebnisse in Kauf genommen werden oder es muss eine zweite Erhebungswelle (sog. Nacherhebung) durchgeführt werden.

Bei einer angenommenen Rücklaufquote in Höhe von 15 % würde die Anzahl der kontaktierten Personen bei 2.533 liegen. Eine angenommene Rücklaufquote in Höhe von 10 % würde den Kontakt zu 3.800 Personen implizieren.^{345,346}

³⁴² Vgl. Israel (1992), S. 3.

³⁴³ Vgl. Axhausen et al. (2015), S. 3, und Heberlein und Baumgartner (1978), S. 447.

³⁴⁴ Vgl. Axhausen (2019), S. 27.

³⁴⁵ $380/0,15 = 2.533$ bzw. $380/0,1 = 3.800$.

³⁴⁶ In Axhausen (2019) wird ein Bewertungsschema für die Antwortlast, die sich aus der Beantwortung einer Umfrage ergibt, vorgestellt. Basierend auf diesem Bewertungsschema, auf durchgeführten Befragungen und den jeweiligen Rückläufen ergibt sich ein Regressionsmodell für den Rücklauf in Abhängigkeit der Antwortlast (vgl. Axhausen (2019), S. 31). Die Werte aus dem Regressionsmodell wurden für eine erste grobe Schätzung verwendet. Allerdings ist zu beachten, dass im vorliegenden

In der Planung der Kontaktaufnahmen muss berücksichtigt werden, dass die Auswahl- und Erhebungseinheiten im vorliegenden Fall nicht identisch sind. Es werden Haushalte kontaktiert. Diese bestehen aus einer Person oder aus mehreren Personen, und es werden alle Personen des Haushalts dazu aufgefordert, an der Befragung teilzunehmen.³⁴⁷ Geht man von einer durchschnittlichen Haushaltsgröße von 1,82 Personen aus, würde eine Kontaktaufnahme in Höhe von 15 % auf Haushaltsebene die Kontaktaufnahme mit 2.533 Haushalten und damit mit 4.610 Personen auf Personenebene bedeuten. Dies entspräche 37 % der Bewohner von Laubegast.³⁴⁸

Für die Verteilung der Erhebungsunterlagen wird das bereits beschriebene Random Route Verfahren verwendet. Für eine möglichst praktikable Umsetzung des Verfahrens ist eine geeignete Begehungsvorschrift für das Untersuchungsgebiet festzulegen. Bezieht man die Rücklaufquote auf die Haushaltsebene anstatt auf die Personenebene, ergibt sich ein konservativerer Ansatz und damit ein Sicherheitspuffer für die tatsächlich zu erreichende Rücklaufquote und man verringert so die Gefahr einer Nacherhebung. Dementsprechend erfolgt eine Orientierung an den Haushalten bei Erstellung der Begehungsvorschrift, die eine geringere als die von Axhausen ermittelte Rücklaufquote notwendig macht.³⁴⁹

Die durchgeführte Erhebung mittels Random Route Verfahren führte letztlich auf einen Gesamtrücklauf von 544 Fragebögen (schriftlich und online), was einem Anteil von 4,4 % an der Laubegaster Bevölkerung entspricht.

5.4 Durchführung der Umfrage

Bevor die konkrete Durchführung der Umfrage dargestellt wird, sollen die methodischen Vorentscheidungen, die in Kapitel 5.3 erarbeitet wurden, zusammenfassend dargestellt werden.

Im vorliegenden Fall kann keine einfache Zufallsstichprobe gezogen werden, sondern es muss ein mehrstufiges Auswahlverfahren zum Einsatz kommen. Die Auswahl soll zufällig erfolgen. Die Menge der Auswahleinheiten bezieht sich auf Haushalte (Briefkästen) in Laubegast, wohingegen die Erhebungseinheiten die in den ausgewählten Haushalten lebenden Personen umfassen.

Der Stadtteil Laubegast wurde in fünf Gebiete unterteilt, um später ggf. untersuchen zu können, welchen Einfluss die Wohnortslage innerhalb des untersuchten Stadtteils

Fall keine allgemeine Antwortlast ermittelt werden kann. Sie hängt stark davon ab, ob Filterfragen bejaht oder verneint werden, und ist damit individuell unterschiedlich hoch.

³⁴⁷ In jeden ausgewählten Briefkasten wird ein Fragebogen eingeworfen. Es besteht jedoch die Möglichkeit, auch online an der Befragung teilzunehmen, im Internet weitere Fragebögen herunterzuladen, oder sich in einigen Geschäften zusätzliche Fragebögen zu besorgen (siehe Abschnitt 5.4), so dass alle Personen im Haushalt an der Befragung teilnehmen können.

³⁴⁸ Bei einer angenommenen Rücklaufquote von 10 % läge unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Haushaltsgröße von 1,82 Personen eine Kontaktaufnahme von 6.916 Personen vor (entspricht 59 % der Bewohner Laubegasts).

³⁴⁹ Vgl. Axhausen (2019), S. 31.

hat. Es wird davon ausgegangen, dass die Akzeptanz der Erhebung und die Bereitschaft an der Umfrage teilzunehmen in allen fünf Gebieten in etwa gleich hoch ist. Der erforderliche Rücklauf von 380 Fragebögen soll daher aus einem geschichteten proportionalen Auswahlverfahren gewonnen werden.

Um die geplante Erhebung bei den Bewohnern Laubegasts anzukündigen und das Forschungsvorhaben publik zu machen, wurde im Vorfeld ein Zeitungsartikel in der Stadtteilzeitung veröffentlicht. Zudem wurde eine Internetpräsenz aufgebaut, über die interessierte Bürger nähere Informationen zur Erhebung und zum Forschungskontext beziehen konnten (siehe Abbildung 50).³⁵⁰ Diese Internetpräsenz wurde weitergepflegt und dort wurden nach der Erhebung auch erste Ergebnisse veröffentlicht.

The screenshot shows the website 'Befragung Laubegast'. On the left is a navigation menu with items like 'Suche', 'Institut', 'Lehrstuhl Netzwerkökonomie', 'Unser Profil', 'Mitarbeiter', 'Studium und Lehre', 'Forschung', 'Working Paper Series in Economics', 'Stellenausschreibungen', 'Anreise', 'Spezial/Intern', 'Ehemalige', 'Befragung Laubegast' (highlighted), 'TransportNET Research Seminar', '4th TransportNET', and '4th TransportNET Dokumente'. The main content area has a title 'Herzlich Willkommen beim Forschungsprojekt „Befragung Laubegast – Mobil trotz Hochwasser“'. Below the title is a welcome message from Christina Wisotzky and Prof. Kay Mitusch, explaining the survey's purpose. A prominent green button says 'Hier geht es direkt zur Befragung'. Further down, there are sections titled 'Wobei hilft Ihre Teilnahme?' and 'Was muss ich tun?', providing details about the survey's goals and how to participate. At the bottom, there are links for 'Vorstellung und Kontakt' and 'Hintergrundinformationen', and a note about the FAQ section.

Abbildung 50: Aufbau der Hauptseite der Internetpräsenz zum Zeitpunkt der Erhebung

Wie bereits in Kapitel 5.3 beschrieben wurde, wurde das Random Route Verfahren zur Verteilung der Fragebögen genutzt. Das Random Route Verfahren liefert eine Begehungsvorschrift, die festlegt, welche Haushalte kontaktiert bzw. in welche Briefkästen ein Fragebogen eingeworfen werden soll. Ziel ist es, eine möglichst praktische Begehungsvorschrift festzulegen und so den Vorgang des Verteilens einfach zu gestalten. Die Begehungsvorschrift muss aber auch so ausgestaltet sein, dass der ermittelte benötigte Rücklauf erreicht werden kann und eine zufällige Auswahl erfolgt.

³⁵⁰ Die FGSV empfiehlt Öffentlichkeitsarbeit vor und nach der Erhebung durchzuführen, um die Teilnahmebereitschaft zu erhöhen. Auch ein Internetauftritt wird als sinnvolle Ergänzung vorgesehen (vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) (2012), S. 65).

Als konservativer Ansatz und aus praktischen Gründen erfolgt zunächst eine Orientierung an den Auswahlinheiten (Haushalten/Briefkästen) und nicht an den Erhebungseinheiten (Einwohnern).

Für das Random Route Verfahren wurden folgende Überlegungen angestellt. Die Einwohnerzahl belief sich laut der verfügbaren Statistik zum Zeitpunkt der Erhebung auf etwa 12.375 Personen. Eine durchschnittliche Haushaltsgröße von 1,82 Personen führt auf 6.800 Haushalte, die sich in Laubegast befinden. Eine zunächst beliebig wirkende Begehungsvorschrift, die jeden zweiten Briefkasten auswählen würde, stellt einen praktikablen Ansatz für die Verteilung dar. Dieser Ansatz führt auch in Hinblick auf den angestrebten Rücklauf zu einer geeigneten Wahl. Die Auswahl von jedem zweiten Briefkasten würde bedeuten, dass man dann insgesamt 3.400 Fragebögen in die Briefkästen einwerfen würde, also 3.400 Haushalte einen Fragebogen erhalten würden. Wenn in jedem Haushalt ein Fragebogen ausgefüllt würde, entspräche dieses Vorgehen, wenn 380 Fragebögen ausgefüllt würden, einer Rücklaufquote von 11 %. Da davon ausgegangen wird, dass in einem Haushalt durchschnittlich 1,82 Personen leben, würden durch dieses Random Route Verfahren 6.188 Personen kontaktiert werden. Wenn von diesen 6.188 Personen 380 Fragebögen ausgefüllt würden, entspräche dies einer Rücklaufquote von 6 %.

Die 3.400 Fragebögen sollten händisch in die Briefkästen eingeworfen werden. Jeder Umschlag enthielt neben dem Fragebogen ein Begleitschreiben und ein kleines Dankeschön, sog. Incentive.³⁵¹ Die Verteilung der Fragebögen erfolgte durch vier Personen. Die Begehungsvorschrift wurde so umgesetzt, dass in jeder Straße bzw. in jedem Straßenabschnitt, der zu Laubegast gehört, in jeden zweiten Briefkasten ein Fragebogen eingeworfen wurde. Somit wurde das Wohngebiet von Laubegast vollständig abgedeckt; man könnte auch von einer „hälftigen Vollerhebung auf Haushaltsebene“ sprechen.³⁵² Die Briefkästen sollten von links oben nach rechts unten durchgezählt werden und in jede ungerade Nummer ein Fragebogen eingeworfen werden. Um den Arbeitsaufwand möglichst gleichmäßig auf die vier Personen zu verteilen, wurden im Vorfeld Überlegungen zur Aufteilung Laubegasts in vier Bereiche und zur Begehung angestellt. Dabei wurden die Bebauung (Wohnblöcke, Mehr-, Reihen- oder Einfamilienhäuser) und die Distanzen, die zur Erreichung aller Wohnhäuser zurückgelegt werden müssen, so weit wie möglich berücksichtigt. Die vier Personen hatten alle bereits Erfahrungen in der Verteilung von Zeitungen, Werbung etc., was sich als Vorteil herausstellte.

Jeder Person wurde ein Verteilungsgebiet zugewiesen. Sie erhielt zusätzlich eine Karte, um zu markieren, welche Straßenzüge sie bereits abgefahren hat und welche nicht. Zur Fortbewegung im Stadtteil wurden Fahrräder gemietet, die mit Taschen oder Fahrradanhängern ausgestattet waren. In der für die Verteilungsaktion angemieteten Wohnung in Laubegast wurde ein Fragebogenlager eingerichtet, zu welchem

³⁵¹ Das Begleitschreiben stellte das Forschungsvorhaben der Umfrage und die Teilnahmemöglichkeiten vor. Das Incentive war eine kleine Tüte mit Gummibärchen. Das Incentive wird verwendet, um die Ausschöpfungsquote zu erhöhen (vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) (2012), S. 70).

³⁵² Je näher die Erhebungsquote an einer Vollerhebung ist, desto unwichtiger wird die Tatsache, dass die Auswahl der Stichprobe zufällig erfolgt.

sich die Verteiler eigenständig Zutritt verschaffen konnten, um die Fahrradtaschen und –anhänger regelmäßig mit Fragebögen neu zu befüllen. Die Verteilung der Fragebögen erstreckte sich über einen Zeitraum von zweieinhalb Tagen.

Um das Retournieren der ausgefüllten Fragebögen möglichst einfach zu gestalten, wurden im Vorfeld Kooperationen mit mehreren Einrichtungen im Stadtteil geschlossen, in denen Umfrageboxen für die Zeit der Erhebungsdurchführung aufgestellt werden konnten (siehe Abbildung 51). Die Idee war hierbei, für die Befragten den Aufwand, der mit Beantwortung und „Rücksendung“ der ausgefüllten Fragebögen einhergeht, zu verringern.



Abbildung 51: Beispielbild einer Umfragebox am Standort Fuchs-Apotheke Laubegast³⁵³

Zudem sollten die in den Geschäften aufgestellten Umfrageboxen dafür sorgen, noch mehr Aufmerksamkeit für die Umfrage zu bekommen. Da die Geschäfte auch von Bewohnern angesteuert werden, die nicht durch das Random Route Verfahren ausgewählt wurden und daher keine Erhebungsunterlagen erhalten haben, sollte damit ermöglicht werden, dass sich eine größere Anzahl an interessierten Bürgern über die Erhebung informieren und daran teilnehmen kann. Darüber hinaus boten die Umfrageboxen auch die Möglichkeit, den durch das Random Route Verfahren ausgewählten Haushalten für weitere Haushaltsmitglieder zusätzliche Fragebögen bereitzustellen. Auf die Einwurfboxen in den Geschäften wurde zu diesem Zweck ein Prospekthalter montiert, in dem leere Fragebögen zur Mitnahme ausgelegt wurden. Diese wurden im Laufe der Befragung von einer studentischen Hilfskraft betreut und mehrfach

³⁵³ Eigene Abbildung.

bis zum Ende des Befragungszeitraums mit leeren Fragebögen wieder aufgefüllt. Insgesamt wurden über die Umfrageboxen weitere 600 Fragebögen in Umlauf gebracht. Zudem entleerte die studentische Hilfskraft die Boxen in regelmäßigen Abständen. Die Standorte der Umfrageboxen sind in nachfolgender Abbildung 52 zu sehen.

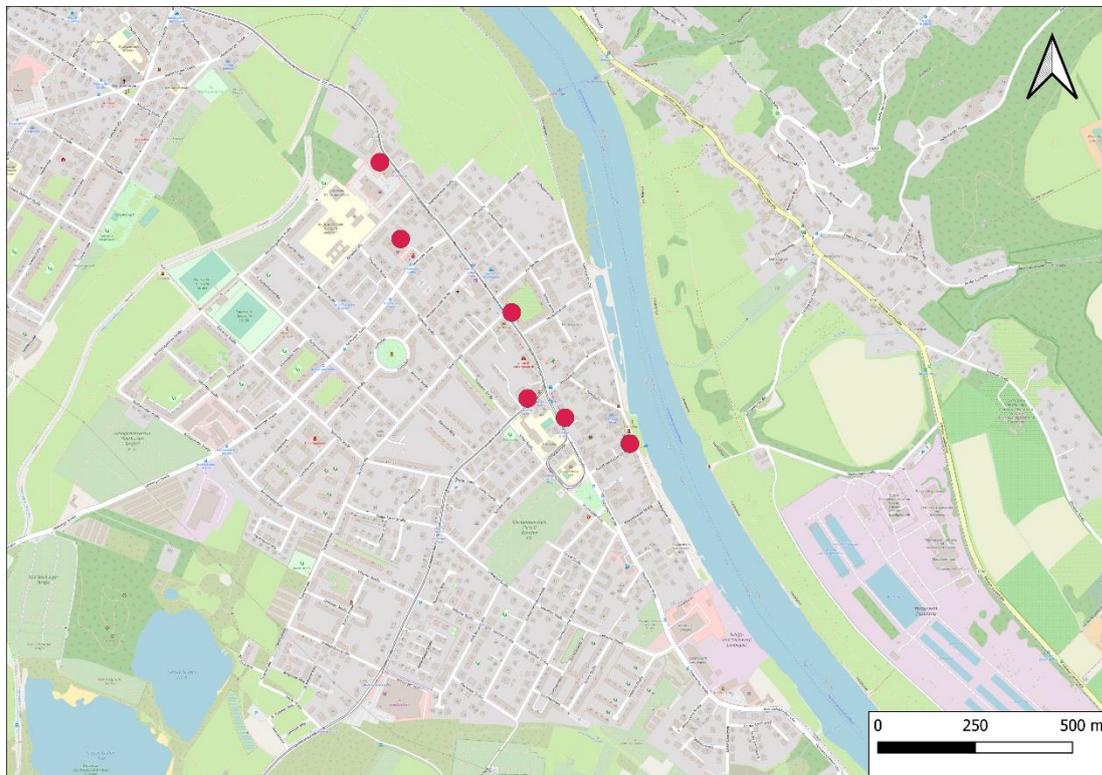


Abbildung 52: Standorte der Umfrageboxen³⁵⁴

Sie befanden sich in Einkaufszentren oder an weiteren häufig im Alltag aufgesuchten Orten im Stadtteil Laubegast. Der Umfang der im Vorfeld gedruckten und zur Befüllung der Umfrageboxen gedachten Fragebögen reichte für den Erhebungszeitraum genau aus.

Die Umfrage wurde in einer Welle zwischen 19.11.2019 und 05.12.2019 in Laubegast durchgeführt. Der Fragebogen wurde, wie beschrieben, in jeden zweiten Briefkasten in Laubegast eingeworfen (3.400 Fragebögen). Zudem bestand die Möglichkeit den Fragebogen online auszufüllen. Dafür wurde – wie bereits bei der explorativen Umfrage – auf das Tool SosciSurvey zurückgegriffen. Ziel war es, die beiden Versionen des Fragebogens möglichst analog aufzubauen. An einigen Stellen mussten jedoch Kompromisse in der Online-Variante eingegangen werden, die an die schriftliche Variante angelehnt wurde. Zudem wurde aufgrund der stetig steigenden Benutzung von mobilen Endgeräten zum Surfen sowohl eine Desktop-Version als auch eine mobile Version der Befragung implementiert. Der Link zur Online-Befragung befand sich auf dem verteilten schriftlichen Fragebogen, außerdem im Zeitungsartikel und auf den Umfrageboxen, als ausgeschriebene Internetadresse oder als QR-Code zum abscanen.

³⁵⁴ Eigene Darstellung auf Basis von OpenStreetMap (2021).

Man kann in der zusätzlichen Teilnahmemöglichkeit über die Umfrageboxen und den Aufruf zur Teilnahme über den Zeitungsartikel eine Aufweichung der Zufallskomponente sehen, die durch das Random Route Verfahren sichergestellt werden sollte. Man kann die zusätzlichen Maßnahmen (Umfrageboxen, Zeitungsartikel, Webseite) aber auch als Instrumente mit Erinnerungsfunktion an die Umfrage für die ausgewählten Haushalte sehen. Zudem unterstreichen die zusätzlich zur Verteilung der Unterlagen ergriffenen Maßnahmen, dass es sich um eine bedeutende Forschungsfrage handelt, die untersucht wird. Die im Untersuchungsgebiet wohnende Bevölkerung wird aktiv eingebunden und kann so zum Erfolg der Forschungsarbeit beitragen, von der die Bevölkerung wiederum in Zukunft profitieren kann. Ein weiteres Argument für die Umfrageboxen ergibt sich in der Funktion als Fragebogen-Ausgabe und -Rückgabestelle. In die ausgewählten Haushalte wurde jeweils ein Fragebogen eingeworfen. Für den Fall, dass mehrere Personen im Haushalt leben, können weitere Fragebogen abgeholt werden.

Der Besuch eines bestimmten Geschäfts in Laubegast, in dem eine Umfragebox steht, oder die Tatsache, dass jemand den Artikel in der Stadtteilzeitung liest, unterliegt übrigens auch dem Zufall. Es werden also über verschiedene Kanäle Umfrage Teilnehmer rekrutiert und somit die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass man als Einwohner von Laubegast überhaupt von der stattfindenden Erhebung oder auf mehr als einem Wege von der Erhebung erfährt. Das Erreichen eines ausreichenden Rücklaufs stellte für die gesamte Erhebungsplanung das oberste Ziel dar.

Der Rücklauf belief sich insgesamt auf 544 Fragebögen. Gemessen an der Bevölkerung von Laubegast entsprechen diese 544 Fragebögen einer Rücklaufquote in Höhe von 4,4 %. Von den 544 Fragebögen wurden 451 schriftlich ausgefüllt, wobei 446 der ausgefüllten Fragebögen über die Umfrageboxen abgegeben, 2 Fragebögen mit der Post nach Karlsruhe gesandt und 3 Zusendungen per Email erfolgten. Neben den 451 schriftlichen Fragebögen wurden 93 Fragebögen über das Online-Tool ausgefüllt. Die Desktopversion verwendeten 68 Personen, während 25 Personen über die mobile Version den Fragebogen ausfüllten.

Gemessen an den verteilten Fragebogen liegt die Rücklaufquote der insgesamt erhaltenen 544 Fragebögen bei 15,1 % (gemessen an den 3.600 in die Briefkästen eingeworfenen Fragebögen) bzw. bei 13,6 % (gemessen an den 4.000 insgesamt in Umlauf gebrachten Fragebögen).

5.5 Datenaufbereitung

Die Teilnahme an der Befragung war schriftlich und online möglich. Diese Tatsache führte dazu, dass zwei entstandene Datenbasen zu einer gemeinsamen Datenbasis vereint werden mussten. Für die Zusammenführung mussten die Befragungsdatensätze entsprechend aufbereitet werden. Zudem musste der erhobene Datensatz an Stellen aufbereitet werden, an denen es offensichtlich zu Missverständnissen bei der Beantwortung durch die Befragten³⁵⁵ kam und sich technische Probleme zeigten. Dies betraf Angaben zur Person (insbesondere Angaben zur Berufstätigkeit), zum

³⁵⁵ Eigentlich handelt es sich um die „Antwortenden“. Im Folgenden wird für ein intuitiveres Wording die Bezeichnung „Befragte“ verwendet, obwohl „Antwortende“ gemeint sind.

zurückgelegten Weg, zum verwendeten Verkehrsmittel und zur Zielwahl. Dementsprechend ist dieses Teilkapitel im Folgenden nach den einzelnen Themenfeldern, die sich für die Aufbereitung auftaten, gegliedert.

5.5.1 Herausforderungen in Bezug auf Angaben zur Person

Die befragten Personen sollten Angaben zu ihrer Berufstätigkeit machen. Die Mehrfachauswahl umfasste die Antwortmöglichkeiten Vollzeit berufstätig, Teilzeit berufstätig, Hausfrau/-mann, Schüler(in)/Student(in), Rentner/Rentnerin und sonstige Tätigkeit. Mehrfachangaben konnten grundsätzlich gemacht werden. Allerdings führte die Durchsicht der Angaben zu der Vermutung, dass in den meisten Fällen, in denen mehr als ein Beruf angegeben wurde, sich die Beantwortung der Frage auf alle Haushaltsmitglieder und nicht ausschließlich auf den Ausfüller bezog. Anhand der Angaben zum Alter der Personen im Haushalt, den Angaben zu vorkommenden Wegzwecken in Teil 2 und Teil 3 des Fragebogens und der freien Textfelder wurde jeder ausfüllenden Person ein Beschäftigtenstatus zugeordnet. Das heißt in Fragebögen, in denen die Anzahl der Berufsangaben die Anzahl der Personen im Haushalt überstieg, wurde dem Befragten eine Haupttätigkeit zugeordnet, die das Mobilitätsverhalten dominiert. Dieses Missverständnis trat sowohl in den online als auch in den schriftlich ausgefüllten Fragebögen auf. Womöglich wäre ein Hinweis dazu hilfreich gewesen, dass es sich bei allen abgefragten Angaben, abgesehen von der Haushaltsgröße, um personenbezogene Abfragen handelt.

5.5.2 Herausforderungen in Bezug auf Wegangaben

Eine weitere Unstimmigkeit ergab sich bei der Angabe, ob ein Weg in einer normalen Woche oder in einer Woche mit Hochwasser vorkommt und wie dieser aussieht. Im Online-Fragebogen enthielten einige Datensätze in der Spalte, ob der Wegzweck vorkommt, eine Verneinung. Für diese Datensätze waren im Weiteren jedoch Angaben zur Ausgestaltung des Weges zu finden. Da es sich bei der Frage, ob ein Wegzweck vorkommt, um eine Filterfrage handelt, war zunächst unklar, woher die weiteren Angaben zur Frage stammen, wenn die Filterfrage verneint wurde. Dieser Umstand ließ sich jedoch auf ein technisches Problem in der Implementierung des Fragebogens zurückführen.

Wenn ein Befragter im Fragebogen zurückspringt, um eine Antwort zu korrigieren, d.h. die Filterfrage von Ja auf Nein ändert, werden die nachfolgenden Fragen zur Ausgestaltung des Weges nicht genullt, sondern bleiben im Datensatz erhalten. Die Vermutung liegt nahe, dass der Befragte während des Ausfüllens festgestellt hat, dass er einen Weg einem falschen Wegzweck zugeordnet hat und dies korrigieren wollte. Daher wurde geprüft, ob die im Wegzweck auf Nein korrigierten Angaben (Häufigkeit, Dauer, Ziel, Verkehrsmittel) bei einem anderen Wegzweck identisch aufgeführt wurden, insbesondere das Ziel wurde als wichtiger Indikator angesehen. Datensätze, in denen identische Ziele oder identische Häufigkeiten bei mehreren Wegzwecken vorkommen, unterstreichen die These, dass der Wegzweck nachträglich verändert und die Zuordnung des Weges korrigiert wurde. Die hier beschriebene Unstimmigkeit kam sowohl bei den Wegzwecken Ausbildung und Bringen/Holen als auch bei Besorgung/Service und Bringen/Holen häufiger als bei den übrigen Wegzwecken vor. Dass die Unstimmigkeit insbesondere bei diesen Wegen vorkam, spricht für die eben beschriebene Vermutung, dass Wege umdeklariert wurden. Der

Fragebogen ist so aufgebaut, dass zunächst nach Ausbildungswegen, dann nach Besorgungs- und Servicewegen und anschließend nach Bring- und Holwegen gefragt wird. Dies führte zu einer nachträglichen Verschiebung von Ausbildungswegen oder Besorgungs-/Servicewegen zu Begleitwegen (also zum Wegzweck Bringen/Holen) durch die Befragten.

Der Eingabefehler im Online-Fragebogen, dass das Vorkommen eines Wegzwecks verneint wurde, dann aber Angaben folgten, kam auch im schriftlichen Fragebogen vor. Hier wurde analog wie bei der Aufbereitung im Online-Fragebogen vorgegangen.

5.5.3 Herausforderungen bei der Verkehrsmittelwahl

Eine besondere Herausforderung ergab sich bei Angaben zur Verkehrsmittelwahl. Beabsichtigt war, dass die Befragten für jeden Weg ein Verkehrsmittel angeben (man spricht häufig vom sog. Hauptverkehrsmittel). Während im Online-Fragebogen nur eine Antwortmöglichkeit zugelassen war, wählten viele Befragten im schriftlichen Fragebogen mehrere Verkehrsmittel aus. Um eine einheitliche Datenbasis zu erhalten, mussten die schriftlich erhobenen Datensätze dahingehend bearbeitet werden, dass sie bzgl. der Verkehrsmittelwahl vergleichbar mit den online erhobenen Datensätzen werden.³⁵⁶ Hierfür wurden drei verschiedene Ansätze verfolgt, von denen schließlich einer in der weiteren Auswertung verwendet wurde.

Im ersten Ansatz (Ansatz 1) wurde wie auch in den deutschlandweit bekannten Verkehrserhebungen ein Hauptverkehrsmittel bestimmt.³⁵⁷ Die Hierarchisierungsvorschrift in diesem Ansatz stellt den ÖV an oberste Stelle. Es folgen der MIV, das Fahrrad und das Zufußgehen.³⁵⁸

In einem weiteren Ansatz (Ansatz 2) wurden alle genannten Verkehrsmittel in der Berechnung des Modal Splits berücksichtigt. Das bedeutet: Wurde auf einem Arbeitsweg die Nutzung des Fahrrads und des ÖVs angegeben, flossen beide Verkehrsmittel mit einem Gewicht von $\frac{1}{2}$ in die weitere Auswertung ein. Dieser Gewichtungsansatz wurde für jeden der vorkommenden Wegzwecke in Ansatz 2 zugrunde gelegt. Der Vorteil dieses Ansatzes liegt darin, dass die nicht-motorisierten Verkehrsmittel stärker in die Ermittlung der Verkehrsmittelanteile einfließen und Verzerrungen hin zu motorisierten Verkehrsmitteln verringert werden.

In einem dritten Ansatz (Ansatz 3) wurde, ähnlich zu Ansatz 1, ein Hauptverkehrsmittel bestimmt. Diesmal wurde das Hauptverkehrsmittel jedoch je nach Wegzweck unterschiedlich bestimmt. Wenn entweder Angaben zum MIV oder zum ÖV vorlagen, wurde der Weg als MIV- oder als ÖV-Weg gewertet. Wenn sowohl ÖV als auch MIV angegeben waren, wurde je nach Wegzweck unterschiedlich entschieden, welches

³⁵⁶ Auch ohne die Anforderung einer Harmonisierung mit den online erhobenen Datensätzen stellt sich die Frage, wie mit Mehrfachangaben zur Verkehrsmittelwahl umgegangen werden kann.

³⁵⁷ Vgl. hierzu z.B. Ecke et al. (2020b), S. 121, für das MOP oder Hubrich et al. (2019), S. 13, für die SrV-Erhebung.

³⁵⁸ Diese Hierarchisierung wird auch in anderen großen Erhebungen, z.B. im MOP oder in der MiD-Studie vorgenommen.

Verkehrsmittel das Hauptverkehrsmittel sein soll.³⁵⁹ Auf Arbeits- und Ausbildungswegen wurde der ÖV als Hauptverkehrsmittel definiert. Auf Besorgungs- und Servicewegen, Bring- und Holwegen und Freizeitwegen wurde der MIV als Hauptverkehrsmittel definiert. Die Idee hinter dieser unterschiedlichen Behandlung ist folgende: Die Nutzung des ÖV wird im Allgemeinen als anstrengender empfunden. Wo jedoch viele Arbeitsplätze zu finden sind, ist die Parkplatzsituation in der Regel angespannt (Innenstadt) und der Berufsverkehr (Staus) stellt eine weitere Belastung dar, sodass hier der ÖV oft eine mindestens gleichwertige Alternative zum MIV darstellt. Zudem kann auf intermodalen Wegen zur Arbeit davon ausgegangen werden, dass der längere Teil der Strecke mit dem ÖV zurückgelegt und der MIV für den Weg zum Bahnhof o.Ä. genutzt wird (Park-and-Ride). Auf anderen Wegen, die unterschiedliche Ziele beinhalten und unregelmäßiger auftreten, wird der ÖV deutlich unattraktiver, sodass in diesem Ansatz 3 auf Besorgungs-, Begleit- und Freizeitwegen dem MIV der Vorzug gegeben wird.

Zur Entscheidungsfindung, welcher Ansatz zur Bestimmung des Modal Splits verwendet werden soll, wurden die Modal Splits nach Wegzweck anhand der verschiedenen Ansätze durchgerechnet und mit Modal Split Angaben aus der SrV-Befragung für Dresden verglichen.

Die erste Variante zeigt Tabelle 17. Dort sind die Modal Splits für den Laubegaster Befragungsdatensatz zu sehen, wenn dasselbe Hierarchieschema wie in der SrV-Befragung und im MOP verwendet wird (Ansatz 1).³⁶⁰ Das heißt der ÖV wird immer als Hauptverkehrsmittel gesetzt, wenn ÖV und MIV angegeben sind, nicht nur auf Arbeits- und Ausbildungswegen (wie in Ansatz 3).

Tabelle 17: Übersicht zu Modal Splits nach Wegzweck in einer normalen Woche mit gleicher Methode wie in SrV bzw. MOP (Ansatz 1)

Modus	Arbeit	Ausbildung ³⁶¹	Besorgung/Service	Bringen/Holen	Freizeit
Zu Fuß	3 %	(7 %)	17 %	11 %	27 %
Fahrrad	20 %	(29 %)	20 %	15 %	26 %
MIV	44 %	(18 %)	43 %	56 %	29 %
ÖV	32 %	(46 %)	20 %	18 %	19 %

Die Werte addieren sich in Tabelle 17 spaltenweise zu 100 %.

Für eine Gegenüberstellung sind in der nachfolgenden Tabelle 18 die Modal-Split-Angaben aus der SrV-Befragung von 2018 für Dresden dargestellt:

³⁵⁹ Ansatz 3, der hier vorgestellt wird, unterscheidet sich an dieser Stelle in der unterschiedlichen Behandlung der Wegzwecke von den Ansätzen in den bekannten Erhebungen (MOP und SrV).

³⁶⁰ Die Auswertungen in Tabelle 17, aber auch in Tabelle 19 und Tabelle 20 beruhen auf allen Angaben zur Verkehrsmittelwahl (ohne Bereinigung).

³⁶¹ Aufgrund geringer Fallzahlen wird auf den Modal Split beim Wegzweck Ausbildung nicht näher eingegangen.

Tabelle 18: Übersicht zu Modal Splits nach Wegzweck in der SrV-Befragung 2018 für ganz Dresden³⁶²

Modus	Eig. Arb.platz	Kita/Schule/ Ausbildung	Einkauf/ Dienstleistung ³⁶³	Freizeit	Anderer Zweck
Zu Fuß	11 %	27 %	34 %	31 %	18 %
Fahrrad	19 %	27 %	14 %	17 %	17 %
MIV	45 %	24 %	34 %	36 %	47 %
ÖV	25 %	22 %	17 %	16 %	18 %

Der erste Ansatz, analog zu MOP bzw. SrV zeigt, dass die Anteilswerte der motorisierten Verkehrsmittel für Besorgung und Service und Freizeit maximal um 9 PP von den Werten in Tabelle 18 abweichen. Größere Abweichungen sind beim Zufußgehen auf Besorgungs- und Servicewegen zu finden (Delta von 17 PP). Auf Arbeitswegen liegen die Abweichungen bei unter 10 PP.

Die stichprobenhafte genauere Untersuchung von Einzeldatensätzen legt nahe, dass insbesondere beim Wegzweck Besorgung und Service alle Verkehrsmittel aufgeführt wurden, die im Laufe einer Woche verwendet werden und die Mehrfachauswahl bei der Verkehrsmittelfrage keine intermodale Wegekette widerspiegelt. Dies wirft die Frage auf, ob der vorgestellte Ansatz 2, der alle Verkehrsmittel berücksichtigt und diese gewichtet, um mit der Mehrfachauswahl umzugehen, einen besseren Ansatz darstellt. Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass kein Hauptverkehrsmittel mehr bestimmt werden muss und Verzerrungen so vermieden werden. Zudem addieren sich die Anteile zu 1, sodass es auch nicht zu einer Übergewichtung der schriftlich erfassten Verkehrsmittel im Vergleich zu den Online-Datensätzen kommt. Der Gewichtungsansatz führt zu folgenden Modal-Split-Ergebnissen:

Tabelle 19: Übersicht zu Modal Splits nach Wegzweck in einer normalen Woche mit der Methode des Gewichtungsansatzes (Ansatz 2)

Modus	Arbeit	Ausbildung ³⁶⁴	Besorgung/ Service	Bringen/ Holen	Freizeit
Zu Fuß	7 %	(11 %)	29 %	16 %	36 %
Fahrrad	27 %	(32 %)	22 %	17 %	26 %
MIV	45 %	(16 %)	38 %	54 %	26 %
ÖV	21 %	(41 %)	11 %	13 %	12 %

Der Gewichtungsansatz führt zu einer Verteilung, die ähnlicher zu Tabelle 18 ist als der Ansatz 1 (vgl. Tabelle 17). Die größten Abweichungen liegen in einer Größenordnung von 10 PP.

³⁶² Vgl. Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) et al. (2020), S. 10.

³⁶³ Summe im Wegzweck Einkauf/Dienstleistung 99 % in Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) et al. (2020), S. 10.

³⁶⁴ Aufgrund geringer Fallzahlen wird auf den Modal Split beim Wegzweck Ausbildung nicht näher eingegangen.

Als letztes erfolgt die Ermittlung eines Hauptverkehrsmittels nach Ansatz 3. Die Ergebnisse sind in Tabelle 20 zu sehen.

Tabelle 20: Übersicht zu Modal Splits nach Wegzweck in einer normalen Woche mit der Methode der Hauptverkehrsmittelbestimmung und Unterscheidung nach Wegzwecken (Ansatz 3)

Modus	Arbeit	Ausbildung ³⁶⁵	Besorgung/Service	Bringen/Holen	Freizeit
Zu Fuß	3 %	(7 %)	17 %	11 %	27 %
Fahrrad	20 %	(29 %)	20 %	15 %	26 %
MIV	44 %	(18 %)	50 %	61 %	33 %
ÖV	32 %	(46 %)	12 %	13 %	14 %

Der Vergleich von Tabelle 17 mit Tabelle 19 und Tabelle 20 zeigt, dass die unterschiedlichen Ansätze zum selben dominanten Verkehrsmittel je Wegzweck führen (außer auf Freizeitwegen), die Anteile innerhalb der einzelnen Wegzwecke bei Verwendung des Gewichtungsansatzes (Ansatz 2) jedoch näher beieinanderliegen als bei den anderen beiden Ansätzen. Insbesondere erfahren die nicht-motorisierten Verkehrsmittel innerhalb der Wegzwecke Besorgung und Service sowie Arbeit beim Gewichtungsansatz (Ansatz 2) eine stärkere Berücksichtigung, die die Realität sicherlich besser abbildet als die Ansätze 1 und 3, sodass sich der Gewichtungsansatz zumindest für den beschreibenden Teil der Datenauswertung besser zu eignen scheint.

Es lässt sich nicht eindeutig festlegen, welcher der Ansätze, die auf der Bestimmung eines Hauptverkehrsmittels beruhen, geeigneter ist. In Bezug auf die Besorgungswege liegt der Anteil nach Ansatz 1 näher am Anteil aus der SrV-Erhebung. Betrachtet man die Freizeitwege, liefert Ansatz 3 eine bessere Wahl.

Ein Vergleich der Modal Splits in Tabelle 17 und Tabelle 20 mit Tabelle 18 zeigt, dass der Anteil des Zufußgehens für den Wegzweck Arbeit in der Laubegast-Stichprobe deutlich geringer ist als in der SrV-Stichprobe, die sich auf die gesamte Landeshauptstadt Dresden bezieht. Der Arbeitsplatz liegt für die meisten Befragten außerhalb von Laubegast. Die Hierarchisierungsvorschrift spielt hierbei keine Rolle. Auf Besorgungs- und Begleitwegen kann die Hierarchisierungsvorschrift einen Grund dafür liefern, wieso in Ansatz 3 in Laubegast höhere Anteile des MIV als in Dresden zu verzeichnen sind, allerdings liegt der Anteil des MIV auch in Ansatz 1 in Laubegast höher als in Dresden. Der Wegzweck Bringen/Holen kann aufgrund von unterschiedlich definierten Wegzweckkategorien nur eingeschränkt mit der SrV-Befragung verglichen werden.

Beim Wegzweck Freizeit liegt der Radfahranteil in der Laubegast-Stichprobe deutlich höher als im SrV. Womöglich spielt die direkte Lage an der Elbe hierfür eine Rolle.

Die Gegenüberstellung der SrV-Ergebnisse mit den Ergebnissen der Laubegast-Umfrage kann Hinweise zur methodischen Vorgehensweise und ob diese so angewendet

³⁶⁵ Aufgrund geringer Fallzahlen wird auf den Modal Split beim Wegzweck Ausbildung nicht näher eingegangen.

werden kann, liefern, jedoch sollte stets beachtet werden, dass sich die SrV-Ergebnisse auf einen Stichtag und nicht auf eine ganze Woche beziehen und die Grundgesamtheit eine andere ist. Zudem spielt die Stadtrandlage Laubegasts sicherlich auch eine Rolle in der Bedeutung der Verkehrsmittel im Vergleich zur Bedeutung in ganz Dresden.

In Kapitel 6 werden die vorgenommenen Angaben im Fragebogen mit der angegebenen Häufigkeit gewichtet. Im Falle der Verkehrsmittelauswertung bedeutet dies, dass dann eine Verknüpfung von Gewichtungsfaktoren entsteht. Zunächst erfolgt für jeden erfassten Weg eine Gewichtung der verwendeten Verkehrsmittel nach dem hier vorgestellten Ansatz 2. Anschließend erfolgt die Gewichtung der Verkehrsmittel mit der genannten Häufigkeit. Es stellt sich die Frage, ob durch Berücksichtigung der Häufigkeit ein anderer Ansatz als der Gewichtungsansatz für die Verkehrsmittel verwendet werden sollte. Daher wurde zusätzlich untersucht, wie sich ermittelte Anteile, die sich aus der Kombination des Gewichtungsansatzes 2 und der Häufigkeit ergeben, zu den Modal-Split-Werten aus der SrV 2018 verhalten und zum Vergleich, welche Anteile sich ergeben, wenn die Häufigkeiten mit dem Verfahren von Ansatz 1 und Ansatz 3 verknüpft werden. Eine Gegenüberstellung der Modal Splits zeigt, dass Ansatz 2 auch unter Berücksichtigung der Häufigkeiten den geeignetsten Ansatz darstellt. Auf die detaillierte Gegenüberstellung wird hier verzichtet.

5.5.4 Umgang mit Angaben zur Zielwahl

In der Befragung konnten die Personen Angaben zum angesteuerten Ziel vornehmen. Die Zielerfassung war als freies Textfeld hinterlegt, um möglichst geringe Abneigungen gegenüber dem Ausfüllen dieses Feldes entstehen zu lassen.³⁶⁶ Die Zielvariable enthält daher eine Vielzahl unterschiedlicher Zielangaben, die unterschiedlich weiterverarbeitet wurden. Die Zielabfrage ist wichtig, um Erkenntnisse zur räumlichen Zielwahl zu erlangen, insbesondere auch um Unterschiede zwischen der Zielwahl in einer normalen Woche und in einer Woche mit Hochwasser zu erkennen.

Räumliche Daten lassen sich in sog. Geoinformationssystemen (GIS) organisieren und auswerten. Das Vorgehen zur Darstellung eines Datensatzes in einem GIS kann in zwei Abschnitte unterteilt werden. Im ersten Abschnitt werden die von den Befragten angegebenen Ziele im GIS verortet, d.h. sie erhalten einen geografischen Bezug. Im zweiten Abschnitt werden die Wege, die eine Zielangabe enthalten, den zugehörigen Zielen zugeordnet.

Zunächst wurden alle Wege mit Zielangaben aus der Befragung extrahiert. Die Liste der Zielangaben enthält Ziele unterschiedlicher Kategorien und Genauigkeiten. Für spätere Auswertungen wurden folgende Kategorien definiert (vgl. Tabelle 21, aber auch in Kapitel 6.1.1, Abbildung 57 und Abbildung 66):

³⁶⁶ Denkbar ist, dass eine Vielzahl an Befragten aus datenschutzrechtlichen Gründen keine Angaben machen würde, wenn die Verpflichtung bestünde, konkrete Adressen anzugeben.

Tabelle 21: Auflistung der Zielkategorien

Kategorie	Erklärung
Stadtteile/Orte	z.B. Laubegast (Stadtteil) oder Pirna (Ort)
Postleitzahlen	z.B. 01279 (PLZ des Stadtteils Laubegast)
Bildungseinrichtungen	z.B. Universität, Schulen oder Kindergärten
Einkauf	z.B. Lebensmittelläden, Bäckereien oder Baumärkte
Straßen	Straßenangaben
Genauere Angaben	Straßen mit Hausnummer
Point of Interest (POI)	z.B. Museen, Plätze, Kirchen oder Friedhöfe
Freizeit	z.B. Bibliothek, Parkanlagen, Fitnessstudio oder Ausflugsziele (Sächsische Schweiz)

Vor der Zuordnung in die in Tabelle 21 aufgeführten Kategorien erfolgte eine Einteilung der Zielangaben in die übergeordneten Kategorien *Dresden*, *Umland* und *Nicht zuordenbar*, um einen Anhaltspunkt dafür zu bekommen, wie groß der Anteil an Zielangaben ist, der im Weiteren verwertbar ist und wie sich die Ziele auf das eigene Stadtgebiet und das Umland verteilen. Der Kategorie *Nicht zuordenbar* wurden Angaben zugerechnet, die zu unspezifisch waren, um eine geografische Einordnung vorzunehmen.

Zum Teil wurden für einen Weg mehrere Zielangaben vorgenommen. Um alle Angaben angemessen im GIS weiterverarbeiten zu können, wurden Datensätze, die mehrere Zielangaben beinhalten, in mehrere Datensätze aufgesplittet.

Die Ziele innerhalb der einzelnen Kategorien wurden abgeglichen, um in sich konsistente Ziele zu erhalten. So wurden z.B. unterschiedliche Schreibweisen (Zentrum und Centrum) vereinheitlicht. Eine Herausforderung ergab sich dadurch, dass die gemachten Angaben auf unterschiedlichen geografischen Konzepten beruhen. Während manche subjektiv unterschiedlich bewertet werden können, sind andere objektiv und damit eindeutig. So sind Postleitzahlen genau festgelegte Gebiete, die keinen Interpretationsspielraum zulassen. Dies gilt auch für Adressangaben. Hingegen lassen Angaben des Typs *Stadtteil* oder *Ort* Interpretationsspielräume zu. So ist bei der Angabe von Stadtteilen nicht immer klar, ob sich die genannten Angaben der Befragten mit der administrativen Eingrenzung des Stadtteils decken. Genauso ist nicht eindeutig, was mit Angaben wie z.B. *Stadtmitte* gemeint ist, und es existieren verschiedene Möglichkeiten, damit umzugehen. Für die weitere Verarbeitung von Angaben, die in die eben angesprochene uneindeutige Kategorie fallen, müssen daher Konventionen getroffen werden, wie mit diesen Angaben zu verfahren ist.

Die Ziele, die schlussendlich im GIS geografisch verortet werden können, lassen sich unterteilen in Flächen und Punkte. Alle Ziele, die in das GIS aufgenommen werden, sollen einheitlich als Punkte vorliegen, also ggf. in Punkte überführt werden. Für Zielangaben des Typs *Genauere Ziele* können Koordinaten in das GIS eingelesen werden. Bei flächigen Zielangaben, z.B. PLZ-Gebieten, erfolgt zunächst eine Überführung der flächigen Angabe in einen Punkt. Für flächige Ziele wurde der Zentroid des jeweiligen

Gebietes als Zuordnungspunkt im Weiteren verwendet. Bei Angaben des Typs *Orte* (außerhalb Dresdens) wurde direkt, basierend auf einer Hintergrundkarte, ein Punkt im GIS festgelegt.

Im nächsten Schritt erfolgte die Zuordnung der Wege zu den im ersten Abschnitt im GIS eingepflegten Zielen. Durch diese Zuordnung konnten Analysen zur Zielwahl in einer normalen Woche und in einer Woche mit Hochwasser durchgeführt werden. Final konnten so 3.415 Zielangaben im GIS verortet und Wegen zugeordnet werden, die die Grundgesamtheit für Auswertungen zur Zielwahl im nachfolgenden Kapitel bilden.

Bei Auswertungen muss jedoch berücksichtigt werden, dass mehrere potenzielle Fehlerquellen existieren. Zum einen stellt sich die Frage, ob die Befragten bei der Nennung informeller Ziele wie z.B. Stadtzentrum, untereinander dasselbe meinen. Zum anderen ist nicht klar, ob die Verortung, was zu Stadtzentrum gehört, und darauf basierend die Bestimmung des Schwerpunktes dieser Fläche nah am tatsächlich gemeinten Ziel liegt. Der Übergang von flächigen Angaben zur Verortung als Punkte kann generell ein Problem darstellen, wenn das tatsächlich angesteuerte Ziel weit entfernt vom berechneten Schwerpunkt der Fläche liegt. Da wesentlich mehr flächige als punktförmige Zielangaben vorliegen, können Unschärfen in der Auswertung die Folge sein.

5.5.5 Weitere Herausforderungen

Eine weitere Besonderheit ergab sich bzgl. der Markierung des Wohnorts in einer Karte von Laubegast. Einer der Befragten kreuzte zwei Gebiete an. Die beiden angekreuzten Gebiete sind nicht benachbart, sodass es nicht sein kann, dass der Befragte genau auf der Grenze zweier Gebiete wohnt. Entweder muss davon ausgegangen werden, dass er zwei Wohnsitze in Laubegast hat, oder eine der beiden Angaben ungültig ist. Da keine Möglichkeit besteht, die Angaben zu verifizieren, ist keine eindeutige geografische Zuordnung der zugehörigen Datensatzinformationen möglich.

Allgemein stellt sich die Frage, inwiefern die Angaben im Fragebogen zur Dauer und zur Häufigkeit korrekt sind. Extreme Werte können ein Problem in der induktiven Statistik darstellen. Die Ausreißerthematik wird daher in Kapitel 6.2.3 und 6.2.4 besprochen.

6. Mobilitätsverhalten in Laubegast – Ergebnisse

Dieses Kapitel widmet sich den wesentlichen Erkenntnissen aus der Befragung. Zunächst wird auf die deskriptiven Auswertungen eingegangen, anschließend werden einige der zuvor aufgestellten Forschungshypothesen im Rahmen der induktiven Statistik überprüft und tiefergehende Betrachtungen vorgenommen.

6.1 Zentrale Ergebnisse der Umfrage zum Mobilitätsverhalten in Krisensituationen

6.1.1 Deskriptive Auswertung der Angaben der Befragten

6.1.1.1 Auswertungen zu Teil 1: Allgemeine Fragen zum Haushalt und zur Person

Der Rücklauf, der im Weiteren ausgewertet wird, belief sich auf 544 Fragebögen. Davon wurden 446 Fragebögen über die in Geschäften im Stadtteil verteilten Umfrageboxen eingereicht, 2 schriftliche Fragebögen wurden postalisch nach Karlsruhe gesandt, 3 Zusendungen wurden per Email vorgenommen. Diese 451 Fragebögen stellen die Grundgesamtheit der schriftlichen Fragebögen dar. Darüber hinaus wurden 93 Fragebögen online ausgefüllt. Von diesen 93 Online-Fragebögen wurde 68 Mal die Desktop-Variante ausgefüllt, 25 Mal die mobile Variante. Die Rücklaufquote an der Einwohnerzahl liegt damit in einem sehr guten Bereich von 4,4 %. Gemessen an den 3.400 in die Briefkästen verteilten Bögen, beträgt die Rücklaufquote 15,1 %. Legt man die 4.000 gedruckten Fragebögen zugrunde, beläuft sich die Rücklaufquote auf 13,6 %.

Der Rücklauf besteht zu einem Großteil aus Zwei-Personen-Haushalten. Nachfolgende Tabelle 22 gibt an, wie sich der Rücklauf nach Haushaltsgröße zusammensetzt und wie sich die Haushaltsgrößenverteilung im Stadtteil Laubegast und in der Landeshauptstadt Dresden darstellen.³⁶⁷

Tabelle 22: Anteil an Haushaltsgrößen in Laubegast-Stichprobe und offiziellen Statistiken

Haushaltsgröße	Rücklauf	Statistik Laubegast	Statistik Dresden gesamt
1-Personen-HH	27 %	49 %	52 %
2-Personen-HH	53 %	32 %	29 %
3-Personen-HH	12 %	10 %	10 %
4-Personen-HH	6 %	7 %	7 %
5- und Mehr-Personen-HH	3 %	2 %	2 %

Vergleicht man zunächst die offiziellen Zahlen für Laubegast und Dresden miteinander, so gibt es in Laubegast anteilig etwas mehr Zwei-Personen-Haushalte als in ganz

³⁶⁷ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2021c), Reiter 100.

Dresden. Dafür liegt der Anteil der Ein-Personen-Haushalte in Laubegast etwas unter dem Wert für Dresden. Der direkte Vergleich der Anteile im Rücklauf mit den offiziellen Zahlen für Laubegast zeigt, dass die Drei- bis Fünf- und Mehr-Personen-Haushalte sehr gut in der Stichprobe abgebildet werden. Die Ein-Personen-Haushalte sind im Rücklauf der Erhebung etwas unterrepräsentiert, während die Zwei-Personen-Haushalte überrepräsentiert sind.

Bei der Altersverteilung lässt sich erkennen, dass ein Großteil der Befragten mindestens 65 Jahre alt ist (vgl. Tabelle 23). Zudem ist ein Drittel der Befragten zwischen 45 und 64 Jahre alt. In Laubegast sind laut offizieller Statistik 34 % der Bevölkerung 60 Jahre oder älter, während 23 % zwischen 45 und 59 Jahre alt sind.³⁶⁸ Die jüngeren Altersgruppen sind in der Befragung unterrepräsentiert.

Tabelle 23: Anteil an Altersgruppen in Laubegast-Stichprobe und offiziellen Statistiken

Alterseinteilung laut Fragebogen	Rücklauf	Altersgruppen in offizieller Statistik	Statistik Laubegast	Statistik Dresden gesamt
Bis 14 Jahre	1 %	Bis 5 Jahre	6 %	6 %
		6 bis 17 Jahre	10 %	11 %
15 bis 24 Jahre	3 %	18 bis 24 Jahre	5 %	8 %
25 bis 44 Jahre	17 %	25 bis 44 Jahre	22 %	30 %
45 bis 64 Jahre	33 %	45 bis 59 Jahre	23 %	18 %
65 Jahre und älter	47 %	60 Jahre und älter	34 %	27 %

Die Berufstätigkeit betreffend gibt ein Großteil der Befragten den Status Rentner an. Dies ist nicht weiter verwunderlich, wenn man sich die Altersstruktur des Rücklaufs vergegenwärtigt. Von den insgesamt 542 Personen, die Angaben zur Berufstätigkeit gemacht haben, sind 258 Rentner. Dies entspricht in etwa 48 %. Etwa 36 % der Befragten sind in Vollzeit berufstätig, während 12 % in Teilzeit arbeiten. Der Rest (etwa 5 %) sind Hausfrau/-mann, Schüler/Student oder Sonstiges. Zum Vergleich: Von den im Jahr 2019 insgesamt 229.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die in Dresden wohnten, waren etwa zwei Drittel in Vollzeit beschäftigt. 31 % waren in Teilzeit beschäftigt, während 3 % Auszubildende waren.³⁶⁹

Der Großteil der Befragten (62 %) gab an, zur Miete zu wohnen, 35 % der Befragten sind Eigentümer, 3 % enthielten sich einer Angabe. Der höhere Anteil an Mietwohnungen lässt sich auch in offiziellen Statistiken zu Eigentümerstrukturen in ganz Dresden erkennen. Im Jahr 2017 lag die Quote des selbstgenutzten Wohneigentums bei lediglich 17 %.³⁷⁰

³⁶⁸ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2020d), S. 33. Zahlen beziehen sich auf den 30.06.2020.

³⁶⁹ Vgl. Statistisches Landesamt Sachsen und Statistik der Bundesagentur für Arbeit (2020).

³⁷⁰ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Stadtplanungsamt (2018), S. 27.

Die Befragten sollten Angaben zur Haushaltsausstattung mit Kfz, Fahrrädern und Zeitkarten der Dresdner Verkehrsbetriebe (DVB-Zeitkarten) machen.³⁷¹ Tabelle 24 zeigt die Haushaltsausstattung mit Pkw im Rücklauf der Befragung und in der SrV-Erhebung. Wie sich zeigt, sind die Anteile im Rücklauf vergleichbar mit den Werten im SrV, die sich auf Laubegast beziehen. Für ganz Dresden liegt der Anteil der Haushalte, die keinen Pkw zur Verfügung haben, etwas höher als im Rücklauf und als in der Laubegast-Bevölkerung aus der SrV-Erhebung. Ein möglicher Grund ist die zentrumsferne Lage des Stadtteils.

Tabelle 24: Haushaltsausstattung mit Pkw im Rücklauf und in SrV 2018³⁷²

Anzahl an Pkw (privat und dienstl.) im Haushalt ³⁷³	Rücklauf	Dresden (SrV)	Laubegast (SrV)
0 Pkw	16,5 %	20,2 %	15,4 %
1 Pkw	62,7 %	58,9 %	65,4 %
2 Pkw	18,4 %	19,0 %	15,4 %
Mind. 3 Pkw	2,4 %	1,9 %	3,8 %

Die Ausstattung mit Fahrrädern betreffend, können 83 % der Befragten ein bis drei Fahrräder zu ihrem Haushalt zählen. In der Laubegast-Bevölkerung im SrV-Datensatz sind es 62 %, die auf ein bis drei betriebsbereite Fahrräder zugreifen können.³⁷⁴ Knapp 17 % des Rücklaufs geben an, dass sie kein Fahrrad im Haushalt haben (zum Vergleich: In der SrV in ganz Dresden sind es 20 %, in der SrV-Bevölkerung aus Laubegast sind es 15 %, die kein Fahrrad zur Verfügung haben).

Über Zeitkarten des ÖV verfügen die Befragten am wenigsten. Über die Hälfte der Befragten gibt an, dass der eigene Haushalt nicht im Besitz einer ÖV-Zeitkarte ist. Immerhin ein gutes Drittel der Befragten gibt an, dass eine ÖV-Zeitkarte im Haushalt vorhanden ist. In der SrV-Befragung werden die Teilnehmer gefragt, welche Fahrkarte im Verkehrsverbund Oberelbe (VVO) primär genutzt wird. Für ganz Dresden ergibt sich hier ein Anteil von etwa 33 %, der eine Zeitkarte nutzt, für den Teil der Bevölkerung in der SrV-Befragung aus Laubegast ergibt sich ein Anteil von etwa 45 %.³⁷⁵

³⁷¹ Im Fragebogen wird nach Kfz gefragt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich die Angaben mehrheitlich auf Pkw beziehen, sodass die Angaben verallgemeinernd als Pkw-Angaben ausgewertet wurden. Die Gegenüberstellung der Anteile aus der eigenen Erhebung mit den Anteilen aus den SrV geben diesem Vorgehen Recht.

³⁷² Eigene Auswertungen basierend auf SrV 2018.

³⁷³ In dieser Auswertung wurden Nennungen zu privaten und dienstlichen Pkw berücksichtigt.

³⁷⁴ Im gesamten SrV-Datensatz für Dresden geben knapp 59 % an, zwischen ein und drei betriebsbereite Fahrräder im Haushalt zu haben.

³⁷⁵ Unter der Kategorie Zeitkarte wurden folgende Fahrkarten subsummiert: Wochen-/Monats-/9-Uhr-Monatskarte Normalpreis, Wochen-/Monatskarte ermäßigt, Abo-/9-Uhr-Abomonatskarte Normalpreis, Abo-/Jahreskarte ermäßigt, Jobticket und Semesterticket. Vgl. hierzu auch Tabelle 14 in Abschnitt 4.3.2.

Des Weiteren wurden die Befragten gebeten, Auskunft zum monatlichen Haushaltseinkommen zu geben. Da diese Frage häufig als sehr sensibel eingestuft wird, musste damit gerechnet werden, dass sie nur von einem Teil der Befragten beantwortet wird. So machte ein Fünftel der Befragten keine Angaben zu dieser Frage. Etwa die Hälfte der Befragten gab an, ein Haushaltseinkommen in Höhe von 1.000 bis 3.000 € zur Verfügung zu haben³⁷⁶, 27 % der Befragten geben Einkommen von mindestens 3.000 € monatlich an, während 4 % mit unter 1.000 € im Monat auskommen müssen.

Betrachtet man die um Keine Angabe bereinigten Nennungen zum Haushaltseinkommen zeigt sich, dass zwei Drittel des Rücklaufs bis zu 3.000 € monatlich zur Verfügung haben. In einer kommunalen Bürgerumfrage im Jahr 2020 gaben 70 % der Befragten in Dresden an, ein Nettohaushaltseinkommen von bis zu 3.000 € zur Verfügung zu haben, bei 12 % sind es höchstens 1.000 €, bei 32 % zwischen 1.001 € und 2.000 €. ³⁷⁷ Im Rücklauf geben 26 % an, ein Haushaltseinkommen von 1.000 bis unter 2.000 € zu haben. Zwischen 2.000 € und unter 3.000 € haben 35 % des Rücklaufs zur Verfügung.

Der Stadtteil Laubegast wurde in fünf Gebiete unterteilt. Ziel war es zum einen festzustellen, ob sich die Rückläufer über alle Gebiete des Stadtteils gleichmäßig verteilen. Zum anderen sollte die Möglichkeit geschaffen werden, gegenüberstellende Auswertungen vornehmen zu können. Beispielsweise ist es denkbar, dass sich die Bewohner des ufernahen Gebietes anders an Hochwasser anpassen als die Bewohner des uferfernen Gebietes.

³⁷⁶ 21 % 1.000 bis weniger als 2.000 €, 28 % 2.000 bis weniger als 3.000 €.

³⁷⁷ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2020c), S. 152.

6. Mobilitätsverhalten in Laubegast - Ergebnisse

Die nachfolgende Abbildung 53 stellt dar, wie der Stadtteil in fünf Gebiete unterteilt wurde und wie sich die Verteilung der beantworteten Fragebögen nach Wohnsitz darstellt.

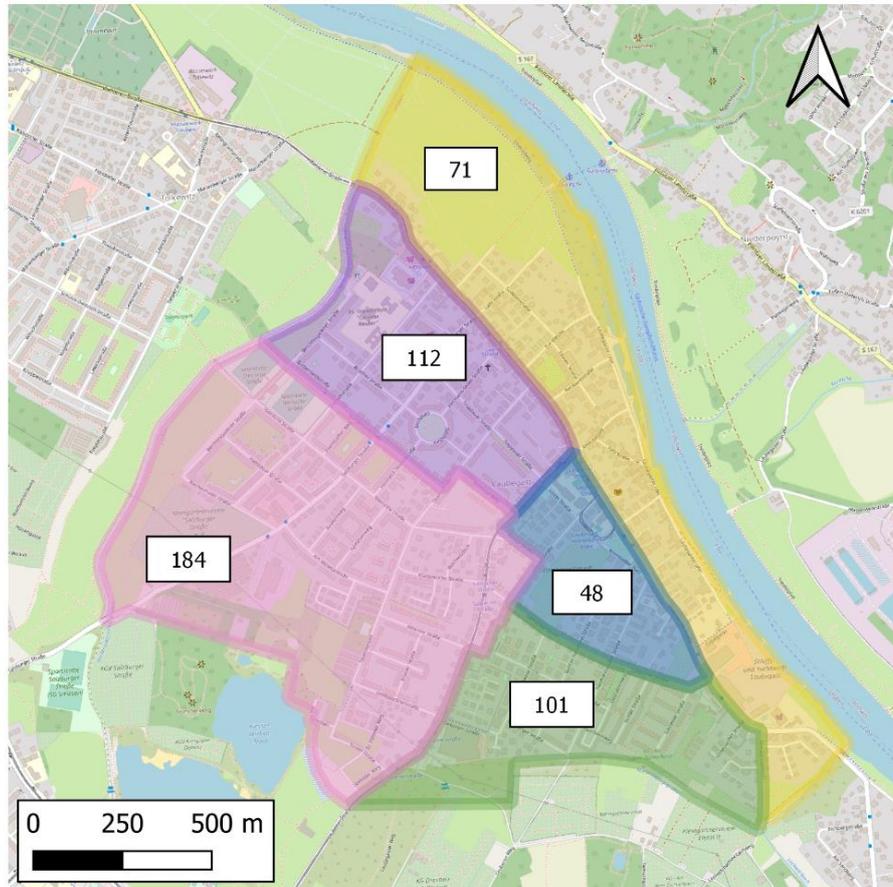


Abbildung 53: Anzahl der Rückläufer aus Teilgebieten des Stadtteils³⁷⁸

Wie die Abbildung zeigt, sind aus jedem der fünf Gebiete Fragebögen zur Auswertung vorhanden. In der nachfolgenden Tabelle ist zudem ersichtlich, wie sich die Bevölkerung Laubegasts verteilt und damit wie groß die anteilige Beteiligung in den Gebieten ist.

³⁷⁸ Eigene Darstellung auf Basis von OpenStreetMap (2021).

Tabelle 25: Bevölkerung in Laubegast und Teilnehmer an Befragung

Gebiet	Einwohner ³⁷⁹		Rücklauf		
	absolut	Anteil	absolut	Anteil ³⁸⁰	Rücklauf- quote ³⁸¹
Gelb	2.092	17 %	71	13,1 %	3,4 %
Violett	2.434	20 %	112	20,6 %	4,6 %
Blau	1.050	8 %	48	8,8 %	4,6 %
Pink	4.351	35 %	184	33,8 %	4,2 %
Grün	2.448	20 %	101	18,6 %	4,1 %
Keine Angabe	-	-	29	5,3 %	-
Gesamt	12.375	100 %	545 ³⁸²	100 %	4,4 %

Wie man erkennen kann, sind das gelbe, das violette und das grüne Gebiet in etwa gleich groß bei Betrachtung der Einwohnerzahlen. Im pinkfarbenen Gebiet wohnen vergleichsmäßig die meisten Laubegaster, während das blaue Gebiet das bevölkerungsmäßig kleinste Gebiet ist. Im rechten Bereich der Tabelle ist erkennbar, wie sich die rückläufigen Fragebögen den einzelnen Gebieten Laubegasts zuordnen lassen.³⁸³ Die Rücklaufquote zeigt, dass sich der Rücklauf relativ gleichmäßig auf die fünf Gebiete verteilt. Der größte Anteil am Rücklauf bezieht sich auf Bewohner des pinkfarbenen Gebietes.

Prinzipiell stellt sich die Frage, ob eine Gewichtung des Rücklaufs erfolgen soll, um „soziodemografische Schiefen“³⁸⁴ auszugleichen. Entsprechende Verfahren werden beispielsweise in der MOP- oder auch in der SrV-Erhebung durchgeführt.³⁸⁵ Dazu muss festgelegt werden, welche soziodemografischen Eigenschaften einen Einfluss auf das Mobilitätsverhalten haben. Zudem muss bekannt sein, wie sich diese Merkmale in der Grundgesamtheit, über die man eine Aussage treffen will, verteilen.³⁸⁶ Da nicht für alle Einflussgrößen die genauen Verteilungen für Laubegast bekannt sind

³⁷⁹ Angeforderte Daten der Kommunalen Statistikstelle der Landeshauptstadt Dresden (03.09.2019), Quelle: Melderegister der Landeshauptstadt Dresden, Stand der Daten 30.06.2019.

³⁸⁰ Die Prozentangaben geben Auskunft über den anteiligen Rücklauf am gesamten Rücklauf (z.B. $71/544 = 13,1 \%$).

³⁸¹ Anteil des Rücklaufs an Gesamtbevölkerung des Gebietes (z.B. für das gelbe Gebiet $71/2.092 = 3,4 \%$).

³⁸² Die Summe der Angaben nach Bereichen und der Anzahl an Nennungen „Keine Angabe“ ergeben 545. Ein Befragter hat zwei Bereiche angekreuzt.

³⁸³ Man beachte dabei, dass die Summe der Angaben (545) von der Anzahl der Fragebögen (544) abweicht, da ein Befragter zwei Wohngebiete angegeben hat.

³⁸⁴ Vgl. Ecke et al. (2020b), S. 28.

³⁸⁵ Vgl. Ecke et al. (2020b), S. 28ff, oder auch Hubrich et al. (2019), S. 70ff.

³⁸⁶ Vgl. Häder (2015), S. 183.

bzw. man nicht sicher sein kann, wie zuverlässig diese sind³⁸⁷, wird von einer Gewichtung, die unterrepräsentierte Personengruppen kompensieren soll, Abstand genommen.

Ein weiterer Punkt, der gegen eine Gewichtung der gewonnenen Datenpunkte spricht, ist, dass teilweise nur geringe Rückläufe erzielt wurden, sodass in diesen Fällen ein hohes Gewicht verwendet werden müsste, um an die wahre Verteilung heranzukommen. Dies gilt beispielsweise für die jungen Umfrageteilnehmer bis 14 Jahre. Man müsste dann anhand weniger Fälle viele konstruieren. Dies kann eine Gefahr darstellen.³⁸⁸

6.1.1.2 Auswertungen zu Teil 2: Mobilität in einer normalen Woche

Die Befragten wurden im ersten Teil zum Mobilitätsverhalten gebeten, ihre in einer normalen Woche vorkommenden Wege anzugeben. Dabei wurden der Reihe nach die Wegzwecke Arbeit, Ausbildung, Besorgungs- und Servicewege, Bring- und Holwege und Freizeitwege abgefragt. Die Personen sollten Angaben dazu machen, ob sie in einer normalen Woche grundsätzlich einen Weg mit dem abgefragten Wegzweck durchführen und falls ja, wie der Weg konkret aussieht. Die nachfolgende Abbildung 54 zeigt, wie die Frage zum Arbeitsweg in der Version des schriftlichen Fragebogens aussieht.

³⁸⁷ Es wird davon ausgegangen, dass das Beschäftigungsverhältnis einen wesentlichen Einflussfaktor für das Mobilitätsverhalten darstellt (vgl. hierzu auch Kapitel 2.1.2). Dazu liegen jedoch keine statistischen Informationen für den Stadtteil Laubegast vor. Für die Haushaltsausstattung, die ebenfalls einen Einfluss auf das Mobilitätsverhalten ausübt, liegen lediglich Informationen anhand der Teilstichprobe der Laubegaster in der SrV-Erhebung vor. Aufgrund des geringen Anteils, den die Laubegaster in der SrV-Erhebung ausmachen, ist nicht sicher, ob die dort ausgewertete Haushaltsausstattung der tatsächlichen entspricht.

³⁸⁸ Vgl. Häder (2015), S. 186.

8. Legen Sie in einer normalen Woche einen **Arbeitsweg** zurück? Dies sind alle Wege an den regulären Arbeitsplatz (nicht die Rückwege).

Ja	Nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Falls ja, füllen Sie bitte die folgende Tabelle aus:
Falls nein, weiter zu 9.*

Verwendetes Verkehrsmittel			
Zu Fuß	Fahrrad	Pkw	Öffentlicher Verkehr (ÖV)
			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:			
Ziel (z.B. Stadtteil, Postleitzahl, Straße oder Name des Ziels)			
Dauer		Minuten	
Häufigkeit ohne die Rückwege (z.B. Montag bis Freitag: morgens zur Arbeit → 5 Wege pro Woche.)		pro Woche	

Abbildung 54: Abfrage des Arbeitsweges in einer normalen Woche

Die Befragten sollten Angaben zum verwendeten Verkehrsmittel, zum Ziel, zur Dauer und der Häufigkeit des Weges machen. Da bei Besorgungs- und Servicewegen, Bring- und Holwegen und Freizeitwegen der Gedanke nahe liegt, dass hier mehr als ein Ziel in einer Woche angesteuert wird, wurde die Möglichkeit geboten, maximal zwei Wege mit diesem Wegzweck anzugeben.³⁸⁹ Herausforderungen in Bezug auf Mehrfachangaben bei der Verkehrsmittelwahl wurden in Abschnitt 5.5.3 bereits erörtert. Auf Auswertungen zur Zielangabe wird in einem eigenen Abschnitt später noch eingegangen. Zunächst werden Ergebnisse zur Häufigkeit, zum Aufkommen, zur Wegzweckbedeutung, zum Modal Split und zur Dauer der Wege diskutiert. Anschließend erfolgen Auswertungen zur Zielwahl und zu Wegeketten. Dabei orientiert sich der Aufbau in diesem Abschnitt weitgehend am Aufbau des Fragebogens. In Anhang D wurden die Ergebnisse, die im Folgenden vorgestellt und diskutiert werden, mit Kennzahlen aus dem MOP verglichen, um so die Plausibilität der Angaben für die normale Woche in der eigenen Erhebung zu prüfen. Insgesamt konnte eine gute Übereinstimmung bei verglichenen Kennwerten beobachtet werden.

³⁸⁹ Freizeitwege umfassen auch die in anderen Erhebungen teilweise separat erfasste Kategorie der Rundwege.

Allgemeine Vorbemerkungen und Auswertungen zur Häufigkeit

Sowohl für die Angaben zur Dauer als auch für die Angaben zur Häufigkeit wurden Plausibilitätsprüfungen vorgenommen und ggf. Bereinigungen um Ausreißer vorgenommen. Die Auswertungen in Kapitel 6.1 beruhen auf mit angegebenen Häufigkeiten multiplizierten Datensätzen.³⁹⁰ Für den Fall, dass keine Angaben zur Häufigkeit vorlagen, wurde der Durchschnitt der für den jeweiligen Wegzweck angegebenen Häufigkeiten ergänzt. Nachfolgend ist dargestellt, wie häufig Angaben zur Häufigkeit fehlten.

Tabelle 26: Anzahl fehlender Angaben zur Häufigkeit in einer normalen Woche

	Arbeit	Ausbildung	Besorgung und Service	Bringen und Holen	Freizeit
Fehlende Angaben	1	0	17	2	21

Wie sich erkennen lässt, fehlten hauptsächlich bei Besorgungs- und Service- und Freizeitwegen Häufigkeiten, die ergänzt wurden (die Angaben entsprechen bezogen auf die Anzahl an Angaben bei Besorgungs- und Servicewegen 2 %, bei Freizeitwegen 3 %).

In der nachfolgenden Tabelle 27 sind der Median und das arithmetische Mittel zur Häufigkeit nach Wegzweck aufgelistet.

Tabelle 27: Lagemaße zur Häufigkeit in einer normalen Woche

Zweck	Arbeit	Ausbildung	Besorgung und Service (BS)		Bringen und Holen (BH)		Freizeit (Fz)		Gesamt
Median	5	5	2		2		2		2
Arith. Mittel	4,7	4,2	2,3		3,0		2,1		2,6
Zweck			1. BS	2. BS	1. BH	2. BH	1. Fz	2. Fz	
Arith. Mittel			2,8	1,7	3,3	2,0	2,4	1,8	

Wie Tabelle 27 in der Zeile zum Median zeigt, sind die Wegzwecke Arbeit und Ausbildung von einer ausgesprochen starken wöchentlichen Regelmäßigkeit geprägt. Arbeits- und Ausbildungswege werden in der Regel an fast jedem Werktag durchgeführt. In den meisten Berufen beträgt die Werkwoche fünf Arbeitstage. Abweichungen bei den Arbeitswegen sind lediglich zu erwarten, wenn es sich um in Teilzeit beschäftigte Personen handelt, die an einem oder mehreren Tagen nicht arbeiten. Abweichungen zur werktäglichen Durchführung des Ausbildungsweges sind bei Studenten vorzufinden, die nicht jeden Tag die Universität aufsuchen.

³⁹⁰ Da es sich um eine rein beschreibende Auswertung zu den Häufigkeiten handelt, sind hier als Datengrundlage alle Angaben zu Häufigkeiten verwendet worden.

Bei den übrigen drei Wegzwecken lässt sich eine stärkere Varianz in den Angaben zur Häufigkeit finden. Dies war vorab auch schon zu erwarten. Die Hälfte der Besorgungs- und Servicewege findet zwischen einem und drei Mal pro Woche statt. Bei den Bring- und Holwegen finden 50 % der Wege zwischen einem und fünf Mal pro Woche statt (nicht in Tabelle 27 zu sehen). Denkbar wäre, dass es sich bei den Wegen, die fünf Mal pro Woche vorkommen, um Begleitwege der Kinder handelt, die zur Schule oder in die Kinderbetreuung gehen – diese Ausbildungswege kommen in der Regel fünf Mal pro Woche vor. Bei den Bringwegen, die ein bis zwei Mal pro Woche vorkommen, das sind 25 % der Wege, kann es sich um Begleitwege der Kinder zu Freizeitaktivitäten, wie z.B. zum Fußballverein, handeln, aber auch um Begleitwege älterer Personen im nahen Umfeld, beispielsweise um Begleitwege der Großeltern zu Arztterminen o. Ä. Wie in der letzten Zeile von Tabelle 27 zu sehen ist, ist der erste angegebene Weg der Weg, der im Durchschnitt häufiger vorkommt als der zweite Weg.

Für die folgenden Auswertungen zum Verkehrsaufkommen etc. werden die einzelnen Wege jeweils mit den angegebenen Häufigkeiten multipliziert. Wenn die Häufigkeitsangabe fehlt, werden die in Tabelle 27 gelisteten Werte des arithmetischen Mittels angesetzt. Zwischen dem ersten und zweiten angegebenen Weg sind deutliche Unterschiede zu erkennen. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, wird für fehlende Angaben zum ersten Weg das arithmetische Mittel des ersten Weges ergänzt, für fehlende Angaben des zweiten Weges analog das arithmetische Mittel des zweiten Weges.

Auswertungen zum Verkehrsaufkommen und zu den Wegzwecken

Eine gesamthafte Darstellung der Angaben zu in einer normalen Woche vorkommenden Wegen stellt die nachfolgende Abbildung 55 dar. Insgesamt werden von den 544 Befragten in einer normalen Woche 5.766 Wege zurückgelegt.³⁹¹

³⁹¹ Ein Vergleich zum absoluten Verkehrsaufkommen in der normalen Woche mit dem Verkehrsaufkommen im MOP und in der SrV wurde in Anhang D vorgenommen.

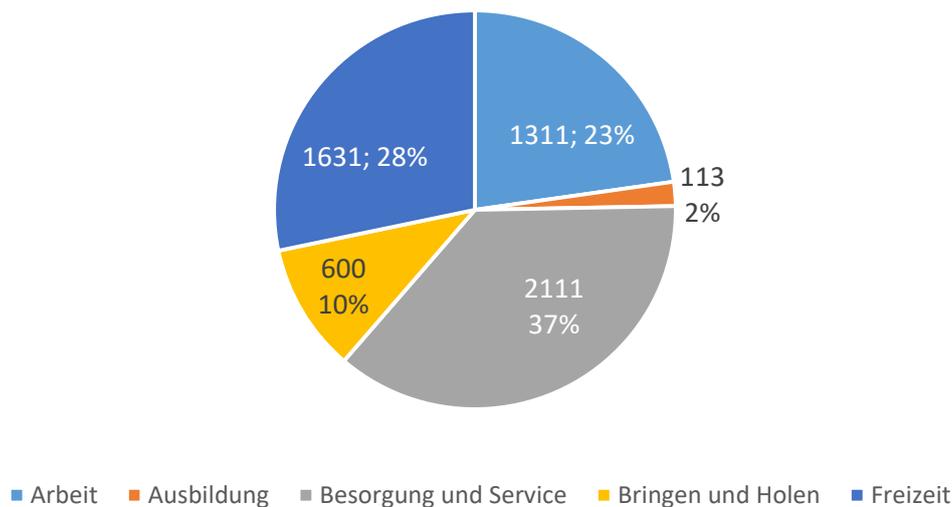


Abbildung 55: Angaben zu vorkommenden Wegen in einer normalen Woche (Aufkommen)

Zur Interpretation: Die 544 Befragten legen in Summe 1.311 Arbeitswege in einer normalen Woche zurück. Rückwege sind dabei nicht einbegriffen.

Zur richtigen Interpretation der Abbildung sei darauf hingewiesen, dass zu Besorgungs-/Servicewegen, Bring-/Holwegen und Freizeitwegen bis zu zwei Wegangaben gemacht werden konnten. Rückwege wurden nicht abgefragt.

Wie Abbildung 55 gut zeigt, entfällt der größte Teil der angegebenen Wege auf den Wegzweck Besorgung und Service. Der zweitgrößte Anteil entfällt auf Freizeitwege, gefolgt von Arbeitswegen. Während Besorgungs- und Servicewege im Schnitt 2,3 Mal pro Woche und Freizeitwege 2,1 Mal pro Woche vorkommen, liegt die mittlere Häufigkeit von Arbeitswegen bei 4,7. Die Tatsache, dass Besorgungs- und Service- und Freizeitwege jeweils bei ca. 90 % der Befragten im Laufe einer Woche vorkommen, erklärt den hohen Anteil dieser Wegzwecke am gesamten Verkehrsaufkommen. Arbeitswege, die bei knapp über der Hälfte der Befragten vorkommen, sind aufgrund ihrer hohen Häufigkeit für den drittgrößten Anteil am Verkehrsaufkommen verantwortlich. Das passt gut zu den Angaben zur Berufstätigkeit im ersten Teil des Erhebungsbogens. Dort hat etwa die Hälfte der Befragten angegeben, in Vollzeit oder in Teilzeit erwerbstätig zu sein.

Bring- und Holwege werden dagegen nur von etwas weniger als 30 % der Befragten zurückgelegt, lediglich 5 % der Befragten geben einen Ausbildungsweg an. Die unterschiedlich hohen Anteile an Nennungen zu in einer normalen Woche vorkommenden Wege lassen sich zum Teil darauf zurückführen, dass – im Gegensatz zu Besorgungs- und Servicewegen und Freizeitwegen – die anderen drei Wegzwecke nur in bestimmten Personengruppen oder Haushalten vorkommen. Arbeitswege werden von Berufstätigen zurückgelegt, Ausbildungswege kommen vorrangig in jüngeren Bevölkerungsgruppen vor. Hierzu zählen Schulwege, Wege zum Ausbildungsbetrieb oder zur Hochschule. Darüber hinaus sind Wege zur Kindertagesstätte zu nennen. Hier muss beachtet werden, dass es sich lediglich bei den Kindern, die die Kindertagesstätte etc. besuchen, um einen Ausbildungsweg handelt. Bei den Eltern, die ihre Kin-

der zur Einrichtung bringen, handelt es sich hierbei um einen Weg der Kategorie Bringen/Holen. Dementsprechend sollte die erhobene Stichprobe in der Kategorie Ausbildung nur Wege von Personen enthalten, die in der Ausbildungsstätte einen Teil des Tages verbringen. Der recht geringe Anteil an Ausbildungswegen in Abbildung 55 korrespondiert sehr gut mit dem geringen Anteil an jüngeren Personen im Rücklauf.³⁹²

Auswertungen zur Verkehrsmittelwahl

Die Verkehrsmittelverwendung in einer normalen Woche ist in der nachfolgenden Abbildung 56 dargestellt.³⁹³

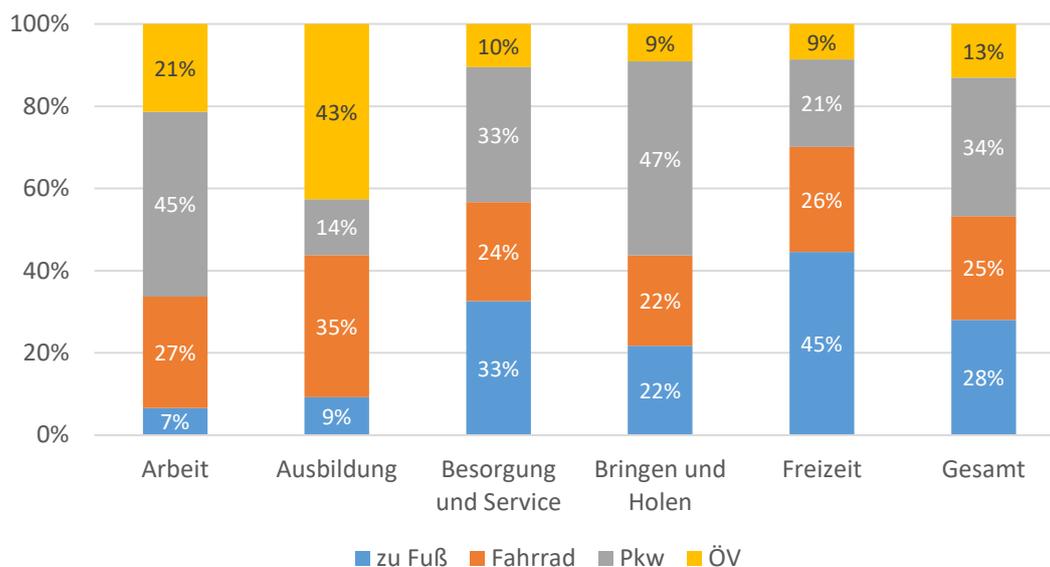


Abbildung 56: Verkehrsmittelwahl in einer normalen Woche nach Wegzweck

Die Abbildung zeigt die anteilige Verkehrsmittelverwendung in einer normalen Woche. Grundlage sind unter Berücksichtigung der Häufigkeiten 5.588 Angaben zu in einer normalen Woche zurückgelegten Wegen und zugehörige Verkehrsmittelangaben. Die Anteile innerhalb eines Wegzwecks addieren sich jeweils zu 100 %. Der Öffentliche Verkehr (ÖV) umfasst Bahnen und Busse.

Die Auswertung zur Verkehrsmittelverwendung basiert auf allen im Fragebogen angegebenen gewichteten Wegen, d.h. bei den Besorgungs- und Servicewegen, den Bring- und Holwegen und den Freizeitwegen sind ggf. die Verkehrsmittelangaben zu zwei Wegen berücksichtigt worden.³⁹⁴ Die Multiplikation der Datenpunkte mit der angegebenen Häufigkeit wird im Folgenden als Gewichtung der Datensätze bezeichnet.

³⁹² 4 % der Befragten sind maximal 24 Jahre alt, während ca. 5 % der Befragten angeben, in einer normalen Woche einen Ausbildungsweg zu unternehmen.

³⁹³ Die Werte in dieser Abbildung 56 korrespondieren nicht mit den Werten in Tabelle 19 in Abschnitt 5.5.3. In Abbildung 56 handelt es sich um gewichtete Angaben zur Verkehrsmittelnutzung.

³⁹⁴ Für die Analyse wurde der Gewichtungsansatz 2 verwendet, der in Abschnitt 5.5.3 vorgestellt wurde: Im Falle mehrerer Verkehrsmittelangaben für einen Weg, wurde jedem angegebenen Verkehrsmittel ein identisches Gewicht zugeordnet. Die Summe der Gewichte beträgt jeweils 1. Wurden bspw. Fuß und Fahrrad für einen Weg angegeben, erhalten beide Verkehrsmittel das Gewicht $\frac{1}{2}$. Zudem erfolgte für die Auswertungen in Kapitel 6 die Gewichtung mit Angaben zur Häufigkeit. Wenn der betrachtete Weg 3 Mal pro Woche vorkommt, so ergibt sich insgesamt für die Verkehrsmittel zu Fuß und Fahrrad jeweils ein Gewicht von $\frac{1}{2} \cdot 3 = \frac{3}{2}$. Wie bereits in 5.5.3 beschrieben wurde, führt die Berücksichtigung der Häufigkeiten ebenfalls dazu, dass Ansatz 2 (der Gewichtungsansatz) zu verwenden ist.

In Anhang D wurde ein Vergleich des Modal Splits aus der normalen Woche mit dem Modal Split in anderen Erhebungen vorgenommen. Beim Fahrrad ist eine etwas größere Bedeutung in der eigenen Erhebung als im MOP oder im SrV zu sehen. Umgekehrt spielt der ÖV in der eigenen Erhebung eine kleinere Rolle als in den verglichenen Erhebungen (SrV und MOP).

Zunächst erfolgt die Analyse getrennt nach Wegzweck. Auf Arbeitswegen nimmt der Pkw die dominante Rolle unter den Verkehrsmitteln ein, er wird auf beinahe der Hälfte aller Wege verwendet. Am zweitwichtigsten wird das Fahrrad eingestuft, dessen Anteil bei 27 % liegt. Bei einem guten Fünftel liegt der Anteil der Wege, die mit dem Öffentlichen Verkehr (ÖV) zurückgelegt werden, während das Zufußgehen im Vergleich mit den übrigen Verkehrsmitteln relativ unbedeutend ist. Bei den Ausbildungswegen ist die Datenbasis recht dünn. Absolut gesehen wurden hier unter Berücksichtigung der Häufigkeiten lediglich 113 Wege mit ihren zugehörigen Verkehrsmitteln erfasst. Daher ist die Repräsentativität bei diesen Wegen am schwierigsten zu gewährleisten. Dennoch entspricht die Verkehrsmittelnutzung der Verteilung, wie man sie aus anderen Erhebungen kennt. Im Ausbildungsverkehr stellt der ÖV eine ganz wesentliche Säule dar – auch in Laubegast kommt dem ÖV mit 43 % Anteil an den Ausbildungswegen eine hohe Bedeutung zu. Die zweithöchste Bedeutung kommt dem Fahrrad zu, dessen Anteil bei etwa einem Drittel liegt. Der Pkw kommt auf einen Anteil von 14 %, das Zufußgehen liegt bei 9 %.

Die weiteren drei abgefragten Wegzwecke (Besorgung/Service, Bringen/Holen und Freizeit) unterscheiden sich dahingehend von den zuvor ausgewerteten Arbeits- und Ausbildungswegen, dass hier jeweils ein oder zwei Wege angegeben werden konnten. Arbeits- und Ausbildungswege umfassen eine sehr klar definierte Menge an Wegen, die recht stabil ist in der Verkehrsmittelwahl, der Dauer und der Häufigkeit. Es handelt sich um Routinewege. Bei den übrigen drei Wegzwecken ist dies nicht so klar. Die Kategorien umfassen eine differenziertere Menge an Wegen. Werden Personen nach Versorgungswegen in einer normalen Woche gefragt, so ist denkbar, dass diese dann zunächst an ihren Wocheneinkauf denken, der größer ausfällt und daher ggf. mit anderen Verkehrsmitteln und an anderen Orten stattfindet als die kleine Versorgung zwischendurch, die vielleicht jeden Tag gemacht wird (z.B. der Weg morgens auf dem Weg zur Arbeit zum Bäcker, um Frühstück zu holen). Da beide der angegebenen Beispielwege für die Auswertung interessant sind, sollen beide angegeben werden können. Ähnlich verhält es sich bei den Wegzwecken Bringen/Holen und Freizeit. Die Verkehrsmittelanteile in Abbildung 56 beziehen sich für die drei Wegzwecke daher jeweils auf ein bis zwei angegebene Wege.

Wie sich zeigt, sind auf Besorgungs- und Servicewegen das Zufußgehen und der Pkw gleich bedeutend. Diese beiden Modi werden für zwei Drittel der Wege genutzt. Das Fahrrad wird für etwa ein Viertel der Wege benutzt. Der ÖV spielt für Besorgungs- und Servicewege eine untergeordnete Rolle. Auf Begleitwegen ist der Pkw das dominante Verkehrsmittel. Er wird auf ca. der Hälfte der Begleitwege genutzt. Es folgen das Zufußgehen und das Fahrrad. Beide Verkehrsmittel werden auf 22 % der Wege verwendet. Freizeitwege werden durch die nicht-motorisierten Verkehrsmittel dominiert. Das Fahrrad wird auf 26 % der Wege genutzt, auf 45 % der Wege wird zu Fuß gegangen. In der Gesamtbetrachtung zeigt sich nochmals die Dominanz des Pkw. Er wird auf etwa einem Drittel der Wege genutzt. Allerdings spielt insgesamt betrachtet

auch das Zufußgehen eine sehr große Rolle, ebenso wie das Fahrradfahren. Der ÖV spielt eine untergeordnete Rolle.

Um festzustellen, ob es bei den Wegen mit bis zu zwei Wegangaben strukturelle Unterschiede in den ersten und zweiten Nennungen gibt, wurde die Auswertung zur Verkehrsmittelwahl für erste und zweite Wege auch getrennt vorgenommen. Die Unterschiede zwischen erstem und zweitem Weg sind jedoch relativ gering. Bei der Auswertung nach Distanzen, die später noch erfolgt, zeigt die getrennte Auswertung des ersten und des zweiten Weges ebenfalls nur geringfügige Unterschiede.

Auswertungen zur Wegdauer

Nach Analyse der Verkehrsmittelbedeutung in einer normalen Woche werden im Folgenden Ergebnisse zur Dauer von Wegen vorgestellt und diskutiert.

Für die deskriptive Auswertung der Dauer werden alle Wege des jeweiligen Wegzwecks berücksichtigt, für die eine Angabe zur Dauer vorhanden ist. Für den Fall, dass die Befragten einen Zeitraum anstatt einer festen Zeitdauer angegeben haben, wurde der Mittelwert des Zeitraums für die Auswertung verwendet. Zudem erfolgte eine Multiplikation der Angaben zur Dauer mit den Häufigkeiten der Wege. Die nachfolgende Tabelle fasst die wesentlichen Lagemaße zur Dauer für jeden Wegzweck zusammen.³⁹⁵

Tabelle 28: Lagemaße zur Dauer in einer normalen Woche

Zweck	Arbeit	Ausbildung	Besorgung/ Service	Bringen/ Holen	Freizeit	Gesamt
0,25 Quantil	20	15	12	10	20	15
Median	27,5	25	30	15	45	30
0,75 Quantil	40	40	60	30	90	60

Die Angaben zur Dauer eines Weges liegen in Minuten vor.

Der Median gibt die Dauer an, unter der 50 % der Wege liegen, das 0,25-Quantil die Dauer unter der 25 % der Wege liegen (analoges gilt für das 0,75-Quantil). Das heißt im Intervall zwischen dem 0,25-Quantil und dem 0,75-Quantil liegen die mittleren 50 % der angegebenen Wegdauern.

Die erste Spalte³⁹⁶ der Tabelle bezieht sich auf die Angaben zum Arbeitsweg in einer normalen Woche. Die Daten zeigen, dass ein Viertel der Wege maximal 20 min dauert. Die Hälfte der Wege ist kürzer als 27,5 min, drei Viertel der Arbeitswege dauern maximal 40 min. Eine weitere Interpretationsmöglichkeit ist, dass 50 % der Arbeitswege zwischen 20 und 40 min dauern. Für die weiteren Wegzwecke wurden ebenfalls

³⁹⁵ Der Durchschnitt (arithmetisches Mittel) liegt für alle Zwecke über dem Median. Es handelt sich bei allen Wegzwecken um linksschiefe Verteilungen.

³⁹⁶ Die erste Spalte ist die Spalte, in der erstmals Werte enthalten sind. Die Spalte, die die Bezeichnung der folgenden Werte enthält, wird nicht mitgezählt.

die Lagemaße ausgewertet. Wie sich erkennen lässt, liegen die mittleren 50 % der Besorgungs- und Servicewege zwischen 12 und 60 min. Der Median liegt bei 30 min. Bei den Begleitwegen liegen die mittleren 50 % der Dauern im Intervall zwischen 10 und 30 min. Die Dauer der Freizeitwege weist die größte Spannweite auf. Die Hälfte der Wege benötigen zwischen 20 und 90 min. Über den Gesamtdatensatz betrachtet liegen die mittleren 50 % der Wege im Intervall zwischen 15 und 60 Minuten.

Zur genaueren Untersuchung der Wegdauern wurden für die Wegzwecke Besorgung und Service, Bringen und Holen und Freizeit der erste und der zweite Weg nochmal jeweils getrennt ausgewertet. Es sind jedoch keine großen Unterschiede in den Lagemaßen zu erkennen.

Auswertungen zur Zielwahl

Der Umgang mit Angaben zur Zielwahl wurde in Abschnitt 5.5.4 behandelt. Zur Mobilität in einer normalen Woche liegen unter Berücksichtigung der Häufigkeiten 5.157 Zielangaben vor, die räumlich und nach Distanz ausgewertet werden können. Knapp die Hälfte der Zielangaben lassen sich der Kategorie Stadtteile und Orte zurechnen. Um die 40 % sind PLZ-Angaben. Es werden aber auch relativ oft Straßen genannt (vgl. Abbildung 57). Unter Points of Interest (POIs) sind hauptsächlich Plätze, z.B. Schillerplatz oder Albertplatz, aber auch Museen oder Friedhöfe subsummiert. Genaue Angaben umfassen genannte Straßen mit Angabe einer Hausnummer. Beide Kategorien sind nur für einen geringen Anteil an den Zielangaben verantwortlich. Auch Bildungs- und Freizeiteinrichtungen und Einkaufsziele machen nur einen geringen Anteil aus.

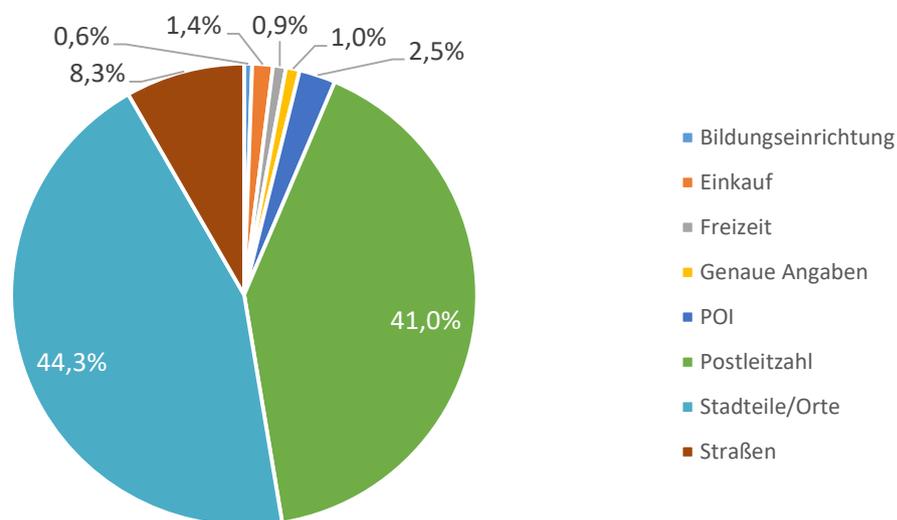


Abbildung 57: Anteil an Zielkategorien für eine normale Woche

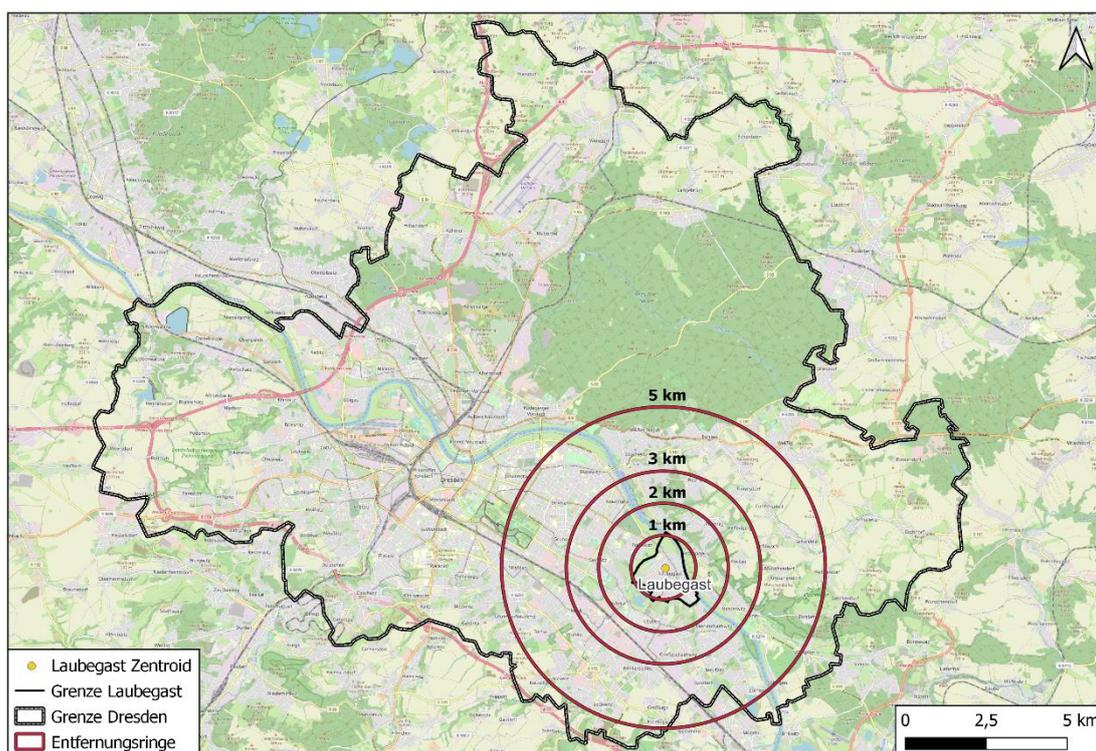
Die Abbildung zeigt, wie sich die 5.157 Zielangaben in der normalen Woche auf die in Abschnitt 5.5.4 eingeführten acht Zielkategorien aufteilen.

Die 5.157 Zielangaben aus der normalen Woche wurden auch nach ihrer Distanz ausgewertet. In der nachfolgenden Tabelle 29 sind die Anteile an Zielen innerhalb eines bestimmten Entfernungsrings um das Zentrum von Laubegast zusammengefasst.

Tabelle 29: Distanzen der Ziele in einer normalen Woche

Zweck	Arbeit	Ausbildung	Besorgung/ Service	Bringen/ Holen	Freizeit	Gesamt
0 – 3 km	20 %	35 %	41 %	43 %	38 %	35 %
3 – 10 km	66 %	59 %	58 %	53 %	58 %	59 %
Mehr als 10 km	15 %	6 %	2 %	3 %	4 %	6 %

Der 3 km-Radius umfasst einen relativ großen Anteil am Stadtgebiet von Dresden, u.a. den gesamten Stadtteil Laubegast (vgl. nachfolgende Abbildung 58).

Abbildung 58: Distanzbänder zur Zielauswertung³⁹⁷

Die Ziele befinden sich laut Auswertung zum Großteil im mittleren Entfernungsbereich (3 bis 10 km). Es zeigt sich aber auch, dass ein bedeutender Anteil der Wege in den Nahbereich (bis zu 3 km Entfernung) führt. Dies gilt insbesondere für die Zwecke Besorgung/Service, Bringen/Holen und Freizeit. Dies spricht für die gute Erreichbarkeit des betrachteten Stadtteils. Über Ziele, die den Kategorien Besorgung und Service, Bringen und Holen und Freizeit zugeordnet werden, können Individuen in der Regel sehr frei und von Tag zu Tag bestimmen, was genau angesteuert werden soll.

Neben der rein distanzbasierten Auswertung der Ziele ist es ebenfalls interessant, sich anzuschauen, wie sich die räumliche Verteilung von Zielen darstellt. In einer weiteren Zielauswertung wurden die Angaben den Bezirken in Dresden zugeordnet und

³⁹⁷ Eigene Darstellung basierend auf Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (2021) und OpenStreetMap (2021).

6. Mobilitätsverhalten in Laubegast - Ergebnisse

die Verteilung untersucht.³⁹⁸ Die Einteilung und Lage der Bezirke in Dresden zeigt folgende Abbildung 59. Ziele des Bezirks Leuben (zu Leuben gehört der Stadtteil Laubegast) wurden anschließend noch aufgeteilt in Ziele in Laubegast und Ziele im restlichen Leuben.

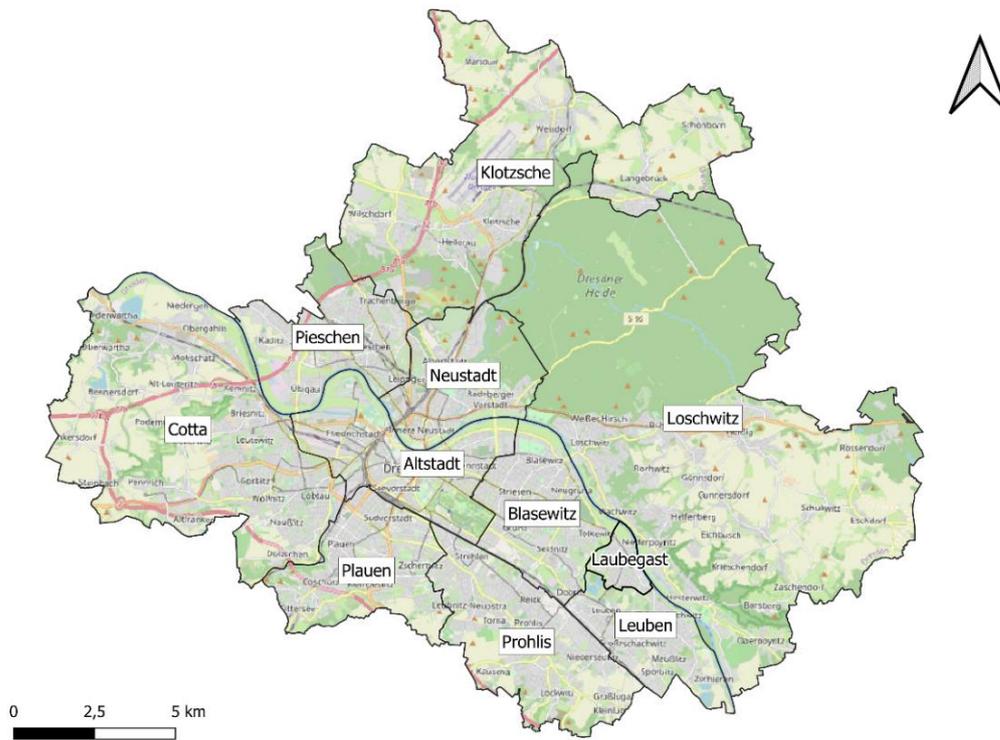


Abbildung 59: Einteilung Dresdens in Bezirke gemäß SrV 2018 und Lage Laubegasts³⁹⁹

Insgesamt konnten unter Berücksichtigung der Häufigkeiten 4.898 Wege in einer normalen Woche Ziele zu den oben dargestellten Bezirken zugeordnet werden. In der nachfolgenden Tabelle 30 ist erkennbar, wie groß der Anteil der einzelnen Bezirke an allen Wegen eines bestimmten Wegzwecks ist.

³⁹⁸ In der SrV-Erhebung werden die dort gemachten Zielangaben nach Teil-, Unter- und Oberbezirken kategorisiert. Für die in Laubegast durchgeführte Befragung wurde – analog zur Einteilung in der SrV-Erhebung – eine Einteilung der Ziele nach Oberbezirken vorgenommen. Im Weiteren wird vereinfachend von Bezirken gesprochen.

³⁹⁹ Eigene Darstellung basierend auf Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (2021) und OpenStreetMap (2021).

Tabelle 30: Aufteilung der angesteuerten Ziele je Wegzweck auf Bezirke in einer normalen Woche

	Arbeit	Ausbildung	Besorgung/Service	Bringen/Holen	Freizeit	Gesamt
Laubegast	5 %	10 %	29 %	19 %	24 %	21 %
Restliches Leuben	3 %	15 %	5 %	14 %	5 %	6 %
Blasewitz	15 %	22 %	12 %	14 %	14 %	14 %
Prohlis	9 %	15 %	7 %	7 %	4 %	7 %
Altstadt	39 %	8 %	45 %	42 %	46 %	43 %
Neustadt	7 %	0 %	1 %	1 %	1 %	2 %
Loschwitz	6 %	8 %	1 %	1 %	3 %	3 %
Plauen	4 %	21 %	0 %	0 %	1 %	2 %
Pieschen	4 %	0 %	0 %	0 %	1 %	1 %
Cotta	4 %	0 %	0 %	1 %	0 %	1 %
Klotzsche	5 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %

Der erste Wert der Tabelle 30 gibt an, dass 5 % aller Arbeitswege nach Laubegast führen. Die Spaltensumme ergibt jeweils 100 %.

Insgesamt betrachtet liegen die meisten Ziele in Leuben (Laubegast mit restlichem Leuben), der Altstadt und im benachbarten Blasewitz (vgl. letzte Spalte in Tabelle 30). Wie sich zeigt, führt ein Großteil der Arbeitswege in die Altstadt. Auch nach Blasewitz und Prohlis führen einige Arbeitswege. Die übrigen Bezirke spielen eine untergeordnete Rolle. Ausbildungswege führen vorrangig nach Blasewitz, Plauen, Prohlis und ins restliche Leuben. Besorgungs- und Servicewege führen zu einem überwiegenden Teil entweder in die Altstadt oder nach Laubegast. Die Altstadt bildet den Stadtkern Dresdens. Zudem spielen die Bezirke Blasewitz und Prohlis eine übergeordnete Rolle. Begleitwege, also Wege mit dem Zweck Bringen/Holen, führen zumeist in die Altstadt; Leuben (mit ähnlichen Anteilen in Laubegast und im restlichen Leuben) und Blasewitz sind jedoch ebenfalls wichtige Ziele für Begleitwege (wie bereits für Ausbildungswege). Freizeitwege führen auch häufig in die Altstadt, aber auch zu einem Viertel nach Laubegast.

Der nachfolgenden Tabelle 31 ist der Anteil der einzelnen Wegzwecke an allen Wegzwecken, die in einen bestimmten Bezirk führen, zu entnehmen.

6. Mobilitätsverhalten in Laubegast - Ergebnisse

Tabelle 31: Anteil der Wegzwecke an allen Wegzwecken innerhalb eines Bezirks in einer normalen Woche

	Arbeit	Ausbildung	Besorgung/ Service	Bringen/ Holen	Freizeit
Laubegast	5 %	1 %	53 %	9 %	32 %
Restliches Leuben	13 %	5 %	31 %	25 %	26 %
Blasewitz	24 %	3 %	34 %	11 %	28 %
Prohlis	30 %	4 %	38 %	10 %	17 %
Altstadt	20 %	0 %	40 %	10 %	29 %
Neustadt	65 %	0 %	11 %	6 %	17 %
Loschwitz	48 %	6 %	10 %	3 %	34 %
Plauen	50 %	27 %	2 %	1 %	19 %
Pieschen	75 %	0 %	7 %	4 %	14 %
Cotta	78 %	0 %	8 %	5 %	9 %
Klotzsche	97%	0%	1%	0%	2%
Gesamt	22%	2%	38%	10%	28%

Der erste Wert der Tabelle 31 gibt an, dass 5 % der Wege nach Laubegast Arbeitswege sind. Die Zeilensumme ergibt jeweils 100 %.

Wie man gut erkennen kann, führen nach Laubegast selbst vor allem Besorgungs- und Servicewege und Freizeitwege. In das restliche Leuben führen zu etwa gleichen Anteilen Besorgungs- und Service-, Begleit- und Freizeitwege. Auch nach Blasewitz und in die Altstadt führen hauptsächlich Besorgungs- und Service- und Freizeitwege. Der Wegzweck Arbeit führt jedoch auch auf erwähnenswerte Anteile in Blasewitz und in der Altstadt. In die Neustadt führen hauptsächlich Arbeitswege, aber auch Besorgungs- und Service- und Freizeitwege. Nach Loschwitz und Plauen führen hauptsächlich Arbeitswege, aber auch Freizeitwege. Während Loschwitz auch arbeitsbezogen vermehrt angesteuert wird, finden viele Ausbildungswege mit Ziel in Plauen statt.⁴⁰⁰ Nach Pieschen führen hauptsächlich Arbeits- und Freizeitwege, nach Klotzsche fast ausschließlich Arbeitswege.

Weiterhin wurden die genannten Ziele nach Himmelsrichtung ausgewertet. Den Ausgangspunkt der Betrachtung bildet der in Laubegast zentral gelegene Kirchplatz. In Abbildung 60 ist die Einteilung in Himmelsrichtungen verschnitten worden mit der Einteilung nach Bezirken.⁴⁰¹

⁴⁰⁰ Hier befindet sich die TU Dresden.

⁴⁰¹ Eigene Darstellung auf Basis von Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (2021).

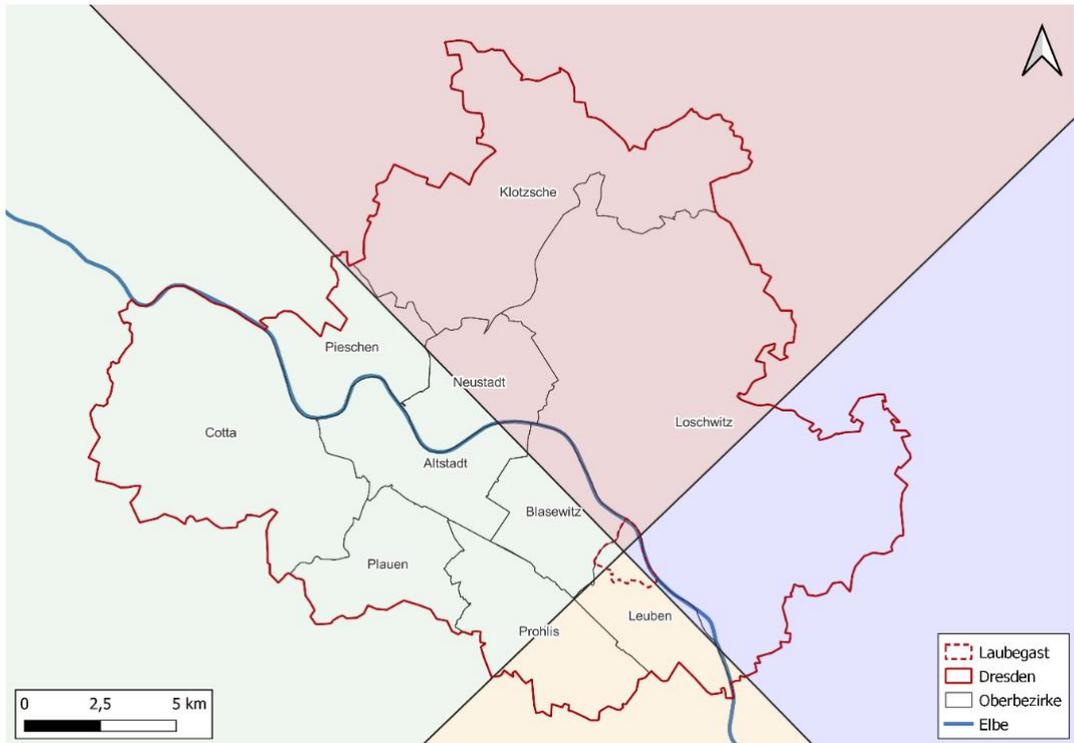


Abbildung 60: Räumliche Darstellung der Einteilung nach Himmelsrichtung

Die Auswertung zu angesteuerten Zielen nach Himmelsrichtung ist in Abbildung 61 ersichtlich.

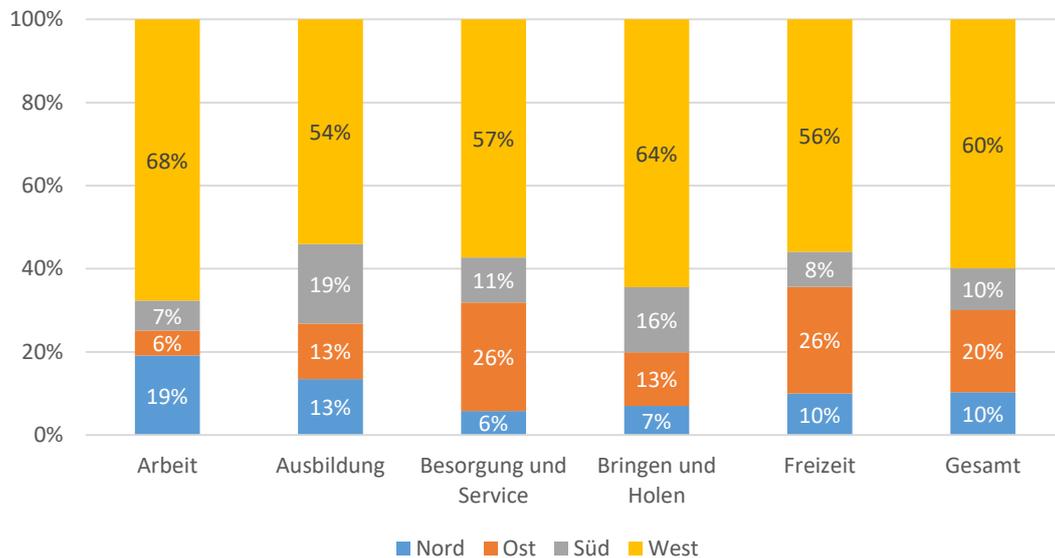


Abbildung 61: Räumliche Zielverteilung in einer normalen Woche

Die Abbildung zeigt die Verteilung der Ziele in einer normalen Woche nach Wegzweck. Grundlage sind 5.157 Angaben zu in einer normalen Woche angesteuerten Zielen. Die Anteile innerhalb eines Wegzwecks addieren sich jeweils zu 100 %.

Die Diagonale, die das Stadtgebiet in Nord und Ost auf der einen Seite und Süd und West auf der anderen Seite einteilt, verläuft nahe der Elbe. Betrachtet man die Gesamtheit der Wege, zeigt sich, dass fast 60 % der Wege in den westlichen Bereich

führen. Dies lässt sich u.a. dadurch erklären, dass sich das Stadtzentrum westlich von Laubegast befindet. Nach Osten führt etwa jeder fünfte Weg. Der Süden und der Norden sind von untergeordneter Bedeutung. Betrachtet man einzelne Wegzwecke, so erkennt man, dass zwei Drittel der Arbeitswege im westlich gelegenen Auswertungsbereich liegen. Dies entspricht damit einem im Vergleich zur Gesamtheit aller Zielangaben in einer normalen Woche etwas höheren Anteil. Besorgungs- und Servicewege liegen zu einem überproportional hohen Anteil östlich vom Ausgangspunkt der Einteilung nach Himmelsrichtungen in Vergleich zur Gesamtheit der Wege.

Die nachfolgende Tabelle 32 zeigt, wie sich die vier definierten räumlichen Gebiete anteilig auf das Stadtgebiet Dresdens verteilen⁴⁰²:

Tabelle 32: Aufteilung des Stadtgebiets Dresden nach Himmelsrichtungen

	Norden	Osten	Süden	Westen	Gesamt
Absolute Fläche in km ²	135,44	46,55	21,53	124,42	327,93
Anteilige Fläche	41 %	14 %	7 %	38 %	100 %

Vergleicht man nun die Anteile aus Abbildung 61 mit den Anteilen aus Tabelle 32, so erkennt man, welche Bereiche in einer normalen Woche über- oder unterproportional stark im Vergleich zur räumlichen Größe angesteuert werden. Die Anzahl der Wege, die in den nördlichen Bereich führen, ist unterproportional. Er macht einen recht großen Anteil am Dresdner Stadtgebiet aus, während dort aber nur wenige Wege hinführen. Umgekehrt verhält es sich mit den südlichen und westlichen Gebieten. In beiden Fällen liegt der Anteil der Wege, die in diesen Bereich führen, höher. In den südlichen Bereich führen insbesondere Ausbildungs-, Besorgungs- und Service-, und Bring- und Holwege überproportional häufig. In den westlichen Bereich führen alle Wegzwecke überproportional stark.

Abschließend wurde untersucht, welche Bedeutung die Verkehrsmittel in den einzelnen Zielbezirken in einer normalen Woche einnehmen. In Tabelle 33 ist der Modal Split nach Bezirk ersichtlich.

⁴⁰² Eigene Auswertung auf Basis von Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (2021).

Tabelle 33: Anteil der Verkehrsmittel an allen Verkehrsmittelangaben innerhalb eines Bezirks in einer normalen Woche

	Zu Fuß	Fahrrad	Pkw	ÖV
Laubegast	52 %	27 %	16 %	5 %
Restliches Leuben	17 %	31 %	40 %	12 %
Blasewitz	15 %	31 %	35 %	19 %
Prohlis	7 %	28 %	51 %	13 %
Altstadt	31 %	25 %	31 %	13 %
Neustadt	11 %	17 %	39 %	33 %
Loschwitz	13 %	37 %	36 %	14 %
Plauen	5 %	13 %	43 %	39 %
Pieschen	1 %	25 %	54 %	20 %
Cotta	5 %	7 %	63 %	25 %
Klotzsche	0 %	24 %	51 %	25 %

Der erste Wert der Tabelle 33 gibt an, dass 52 % der Wege in Laubegast Fußwege sind. Die Zeilensumme ergibt jeweils 100 %.

Wie man sehen kann, liegt der Anteil des Zufußgehens vor allem in Laubegast selbst und in der Altstadt sehr hoch. Der hohe Anteil des Zufußgehens in der Altstadt lässt sich auf Bewegungen innerhalb der Altstadt zurückführen. Der Anteil des Fahrrads liegt bei einer ganzen Reihe von Zielbezirken recht hoch. Besonders hervorzuheben ist der Fahrradanteil in Loschwitz, im restlichen Leuben und in Blasewitz. Vor allem in den weiter entfernt gelegenen Bezirken zeigt sich die Dominanz des Pkw. Für den Zielbezirk Plauen lässt sich die größte Bedeutung des ÖV erkennen. Diese Tatsache hängt sicherlich damit zusammen, dass sich dort die TU Dresden befindet.

Im Gegensatz zu bekannten Verkehrserhebungen wurde in dieser Arbeit bewusst darauf verzichtet, die Teilnehmer zu bitten, die zurückgelegten Wege an einem konkreten Tag⁴⁰³ oder in einer ganzen Woche⁴⁰⁴ aufzuführen, um den Befragungsaufwand nicht unnötigerweise zu erhöhen. Da durch das reine Abfragen von einzelnen Wegzwecken Informationen zu Wegeketten verloren gehen können, wurden die Teilnehmer gebeten, in einem freien Textfeld Angaben zu Wegeketten in einer normalen Woche zu machen. In der nachfolgenden Abbildung 62 ist die zugehörige Frage in der Version des schriftlichen Fragebogens zu sehen.

⁴⁰³ Dieser Ansatz wird in der SrV-Befragung verwendet.

⁴⁰⁴ Im MOP werden Wege in einer Woche erhoben.

13. Gibt es bestimmte Wegzwecke, die Sie häufig miteinander verknüpfen?
Bitte beschreiben Sie, welche Wege das betrifft (z.B. Besorgung auf dem Weg von der Arbeit nach Hause):

Abbildung 62: Abfrage nach Wegeketten in einer normalen Woche

Dafür wurden insgesamt 239 Wegzweck-Kombinationen ausgewertet die, falls nötig, den fünf bereits bekannten Wegzweckkategorien Arbeit, Ausbildung, Besorgung/Service, Bringen/Holen und Freizeit zugeordnet wurden. Darüber hinaus wurde noch der Wegzweck Nach Hause hinzugenommen, da Wegeketten häufig auf dem Weg nach Hause stattfinden, und anschließend aufsummiert. In folgender Tabelle 34 sind von den 239 Wegkombinationen, die in diesem Format zur Auswertung vorliegen, die 208 am häufigsten vorkommenden Kombinationen zu finden. Dies entspricht etwa 87 % der 239 Wegkombinationen, die genannt wurden.

Tabelle 34: Nennungen zu Wegeketten in einer normalen Woche (Auszug)

Wegekette	Anzahl an Nennungen	Anteil an den Nennungen
Besorgung/Service + Nach Hause	83	34,7 %
Besorgung/Service + Freizeit	28	11,7 %
Freizeit + Nach Hause	27	11,3 %
Besorgung/Service + Arbeit	22	9,2 %
Freizeit + Besorgung/Service	22	9,2 %
Arbeit + Besorgung/Service	13	5,4 %
Bringen/Holen + Arbeit	13	5,4 %

Die Tabelle zeigt, dass besonders häufig Besorgungs- und Servicewege mit anderen Wegen verknüpft werden. Meistens werden Besorgungen auf dem Weg nach Hause

erledigt. Aber auch auf Freizeitwegen wird oft zuvor eine Besorgung gemacht. Freizeitaktivitäten werden auch besonders oft mit anderen Aktivitäten und daher mit anderen Wegen verknüpft: 77 der in Tabelle 34 insgesamt aufgeführten 208 häufigsten Angaben beinhalten den Wegzweck Freizeit. Entweder wird auf Wegen zur Freizeitgestaltung eine Besorgung gemacht oder man begibt sich nicht auf direktem Weg nach Hause vom Ort, an dem man sich befindet, sondern unternimmt dazwischen noch eine Freizeitaktivität. Auch wurde oft angegeben, dass Freizeit und Besorgung miteinander verknüpft wurden, d.h. auf dem Weg zur Besorgung einer Freizeitaktivität nachgegangen wird. Immerhin noch 11 % der Wegeketten, die ausgewertet werden konnten, beinhalteten Arbeitswege. Diese werden mit Besorgungs- und Service- oder Begleitwegen verbunden.

Nicht näher ausgewertet wurde die Verkettung von Angaben, die derselben Wegzweckkategorie zugeordnet werden, z.B. „Arzt und dann Einkaufen“ oder „Supermarkt, dann Metzgerei und dann Bäckerei“. Entsprechende Angaben wurden vor allem für Wege der Kategorie Besorgung/Service gemacht.

6.1.1.3 Auswertungen zu Teil 3: Mobilität in einer Woche mit Hochwasser

Die Befragten wurden im zweiten Teil zum Mobilitätsverhalten gebeten, ihre in einer Woche mit Hochwasser vermutlich vorkommenden Wege anzugeben. Analog zur Erfassung der Mobilität in einer normalen Woche wurden der Reihe nach die Wegzwecke Arbeit, Ausbildung, Besorgung und Service, Bringen und Holen und Freizeit abgefragt. Die Personen sollten wiederum Angaben dazu machen, ob sie in einer Woche mit Hochwasser grundsätzlich einen Weg mit dem abgefragten Wegzweck durchführen und, falls ja, wie der Weg konkret aussieht. Die nachfolgende Abbildung 63 zeigt, wie die Frage zum Arbeitsweg in der Version des schriftlichen Fragebogens aussieht.

6. Mobilitätsverhalten in Laubegast - Ergebnisse

14. Legen Sie in einer Woche mit Hochwasser einen **Arbeitsweg** zurück?
Dies sind alle Wege an den regulären Arbeitsplatz (nicht die Rückwege).

Ja	Nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Falls ja, füllen Sie bitte die folgende Tabelle aus:
Falls nein, weiter zu 15.*

Vermuteter Weg bei Hochwasser – Wir möchten diese Angaben mit Ihren Angaben zum Normalfall vergleichen, um die Auswirkungen des Hochwassers zu erkennen.

Verwendetes Verkehrsmittel			
Zu Fuß 	Fahrrad 	Pkw 	Öffentlicher Verkehr (OV) 
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:			
Ziel (z.B. Stadtteil, Postleitzahl, Straße oder Name des Ziels)			
Dauer		Minuten	
Häufigkeit ohne die Rückwege (z.B. Montag bis Freitag: morgens zur Arbeit → 5 Wege pro Woche.)		pro Woche	

Abbildung 63: Abfrage des Arbeitsweges in einer Woche mit Hochwasser

Die Befragten sollten Angaben zum verwendeten Verkehrsmittel, zum Ziel, zur Dauer und der Häufigkeit des Weges machen. Ebenfalls analog zur Befragung in einer normalen Woche konnten bis zu zwei Besorgungs-/Servicewege, Bring-/Holwege und Freizeitwege angegeben werden. Für den Befragungsteil zur Hochwasserwoche liegen Angaben von 415 Personen vor. Damit haben etwa 76 % der Befragten auch Angaben zur Mobilität in der Hochwasserwoche vorgenommen. Die Gründe, weshalb einige Personen keine Angaben zum Hochwasserfall gemacht haben, sind vielfältig. Ein möglicher Grund ist, dass die Befragten tatsächlich in der Woche mit Hochwasser keine Wege machen. In der Grundgesamtheit⁴⁰⁵ gehören über 40 % der ältesten abgefragten Altersgruppe⁴⁰⁶ an. Es könnte aber auch sein, dass einige der Befragten tatsächlich nicht wissen, wie ihre Mobilität im Falle eines Hochwassers konkret aussehen kann und daher keine Angaben dazu vorgenommen haben. Darüber hinaus kann auch die Berichtsmüdigkeit als Grund angeführt werden.⁴⁰⁷ Zunächst wurde geprüft, ob sich die Verteilung der abgefragten Personen- und Haushaltsmerkmale zwischen den Antwortenden der normalen Woche und den Antwortenden der Hochwasserwoche strukturell unterscheiden. Dies ist nicht der Fall.

⁴⁰⁵ Gemeint sind hier die 544 Personen, die überhaupt an der Befragung teilgenommen haben.

⁴⁰⁶ Das ist die Gruppe der über 65-Jährigen.

⁴⁰⁷ Zum Vergleich: In der Grundgesamtheit geben 91 % an, bereits ein Hochwasser erlebt zu haben, 8 % haben bisher keines erlebt, 1 % liefert keine Antwort. Unter denjenigen, die nicht den Hochwasserfall ausgefüllt haben, haben 94 % bereits ein Hochwasser erlebt, 5 % haben keines bisher erlebt und 2 % haben diese Frage nicht beantwortet.

In diesem Abschnitt wird die Mobilität in einer Woche mit Hochwasser diskutiert. Es wurde wie bereits im Abschnitt zur Mobilität in einer normalen Woche eine Multiplikation der Daten mit den Angaben zur Häufigkeit vorgenommen. In Abschnitt 6.1.2 erfolgt die Gegenüberstellung der Mobilität in einer normalen Woche und der Mobilität in einer Woche mit Hochwasser.

Auswertungen zur Häufigkeit

Wie bereits im Abschnitt zur normalen Woche beginnen die Analysen mit Auswertungen zur Häufigkeit von Wegen, da diese als Multiplikationsfaktoren die Grundlage für die anderen Kennwerte bilden.⁴⁰⁸ Analog zum Normalfall wurden für den Fall, dass keine Häufigkeiten angegeben waren, die Durchschnittswerte des jeweiligen Wegzwecks ergänzt (vgl. Tabelle 35).

Tabelle 35: Anzahl fehlender Angaben zur Häufigkeit in einer Woche mit Hochwasser

	Arbeit	Ausbildung	Besorgung/ Service	Bringen/ Holen	Freizeit
Fehlende Angaben	2	0	7	1	4

Ebenfalls analog zur normalen Woche fehlten vor allem bei Besorgungs- und Service- und Freizeitwegen Angaben zur Häufigkeit. Der Anteil der fehlenden Angaben belief sich auf knapp 2 %. In der nachfolgenden Tabelle 36 sind Lagemaße zu Häufigkeiten in einer Woche mit Hochwasser zusammengefasst.

Tabelle 36: Lagemaße zur Häufigkeit in einer Woche mit Hochwasser

Zweck	Arbeit	Ausbildung	Besorgung und Service (BS)		Bringen und Holen (BH)		Freizeit (Fz)		Gesamt
Median	5	5	2		4		2		2
Arith. Mittel	4,7	4,1	2,1		3,6		3,0		2,9
Zweck			1. BS	2. BS	1. BH	2. BH	1. Fz	2. Fz	
Arith. Mittel			2,2	1,7	4,1	2,7	3,2	2,4	

Wie sich zeigt, werden Arbeits- und Ausbildungswege in der Hochwasserwoche im Mittel an jedem Werktag vorgenommen. Die übrigen Wegzwecke kommen weniger häufig vor. Auffällig ist der hohe Wert für Bring- und Holwege.

Auch in der Hochwasserwoche wurde bei fehlenden Angaben zur Häufigkeit das arithmetische Mittel der übrigen Angaben des betroffenen Wegzwecks ergänzt.

⁴⁰⁸ Da es sich um eine rein beschreibende Auswertung zu den Häufigkeiten handelt, sind hier als Datengrundlage alle Angaben zu Häufigkeiten verwendet worden.

Auswertungen zum Verkehrsaufkommen und zu den Wegzwecken

Eine gesamthafte Darstellung der Angaben unter Berücksichtigung der Häufigkeiten⁴⁰⁹ zu den in einer Woche mit Hochwasser vorkommenden Wegen stellt die nachfolgende Abbildung 64 dar.

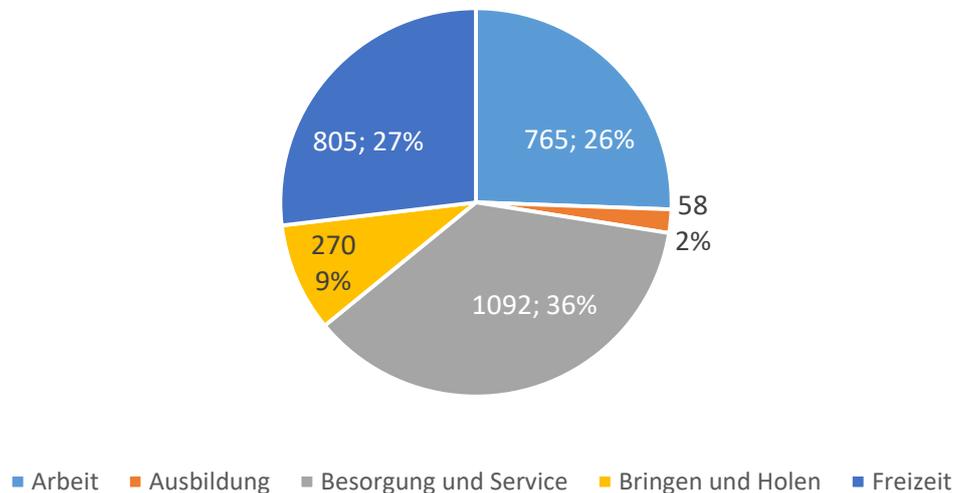


Abbildung 64: Angaben zu vorkommenden Wegzwecken in einer Woche mit Hochwasser (Aufkommen)

Von den 415 Personen, von denen für den Hochwasserfall Daten vorliegen, werden 805 Arbeitswege in einer Woche mit Hochwasser zurückgelegt. Rückwege sind dabei nicht einbegriffen.

Wie Abbildung 64 zeigt, machen Besorgungs- und Servicewege einen Großteil des Aufkommens in einer Hochwasserwoche aus.⁴¹⁰ Arbeits- und Freizeitwege nehmen beide einen etwa gleich hohen Stellenwert ein.

Allerdings unterscheiden sich die Anteile an Personen, bei denen ein Wegzweck in einer Woche mindestens einmal vorkommt, je nach Wegzweck deutlich. Von denjenigen, die den Hochwasserfragenteil ausgefüllt haben, legen 40 % mindestens einen Arbeitsweg zurück, 47 % unternehmen mindestens einen Freizeitweg. Besorgungs- und Servicewege kommen hingegen bei fast 90 % der Antwortenden der Hochwasserwoche vor. In der Hochwasserwoche werden Arbeitswege von relativ wenigen Personen gemacht, wenn sie vorkommen, kommen sie jedoch relativ oft vor. Bei Besorgungswegen ist der Anteil an Personen, die mindestens einen entsprechenden Weg zurücklegen relativ hoch, jedoch ist die Häufigkeit, mit der der Weg im Mittel zurückgelegt wird, nicht so hoch wie bei den Arbeitswegen. Bring- und Holwege spielen – genauso wie Ausbildungswege – eine geringe Rolle.

⁴⁰⁹ Siehe dazu die allgemeinen Vorbemerkungen zur normalen Woche in Abschnitt 6.1.1.1 und im direkt vorangestellten Abschnitt hier in der Untersuchung der Woche mit Hochwasser.

⁴¹⁰ In der Hochwasserwoche machen $365/415 = 88\%$ der Befragten mindestens einen Besorgungs- und Serviceweg, in der normalen Woche $522/544 = 96\%$.

Auswertungen zur Verkehrsmittelwahl

Die Verkehrsmittelverwendung in einer Woche mit Hochwasser ist in der nachfolgenden Abbildung 65 dargestellt.

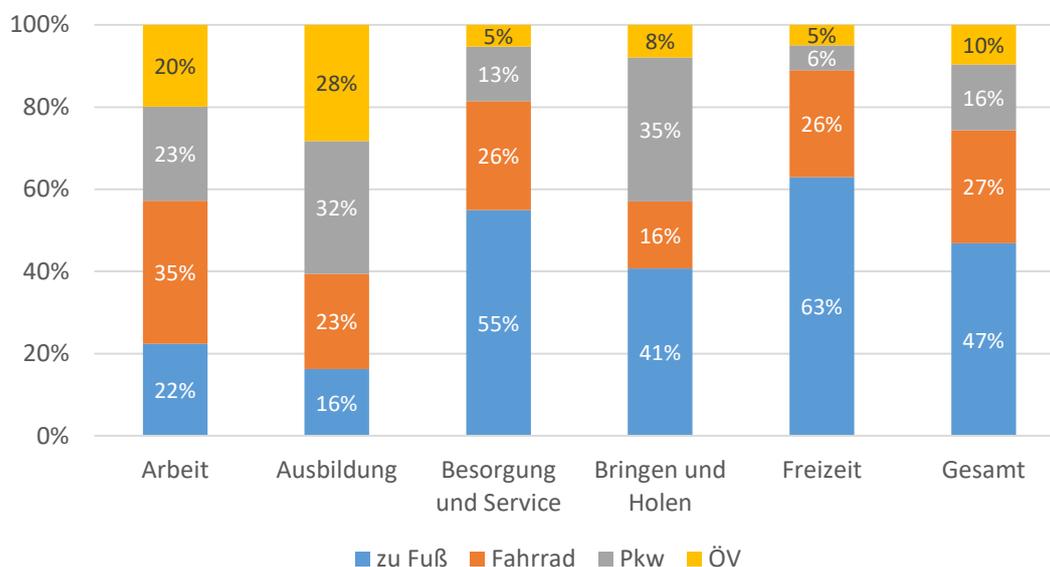


Abbildung 65: Verkehrsmittelwahl in einer Woche mit Hochwasser nach Wegzweck

Die Abbildung zeigt die anteilige Verkehrsmittelverwendung in einer Woche mit Hochwasser. Grundlage sind unter Berücksichtigung der Häufigkeiten 2.898 Angaben zu in einer Woche mit Hochwasser zurückgelegten Wegen und zugehörige Verkehrsmittelangaben. Die Anteile innerhalb eines Wegzwecks addieren sich jeweils zu 100 %. Der Öffentliche Verkehr (ÖV) umfasst Bahnen und Busse.

Die Auswertung zur Verkehrsmittelverwendung basiert auf allen im Fragebogen angegebenen Wegen, d.h. bei den Besorgungs- und Servicewegen, den Bring- und Holwegen und den Freizeitwegen sind ggf. die Verkehrsmittelangaben zu zwei Wegen berücksichtigt worden.

Insgesamt betrachtet spielt das Zufußgehen die größte Rolle in einer Woche mit Hochwasser. Fast die Hälfte der Wege wird zu Fuß zurückgelegt. Auch dem Fahrrad kommt eine recht hohe Bedeutung zu. Es wird auf 27 % der Wege verwendet. Der Pkw und der ÖV spielen eine untergeordnete Rolle.

Auf Arbeitswegen ist das Fahrrad mit 35 % das bedeutendste Verkehrsmittel in einer Woche mit Hochwasser. Es folgen der Pkw, das Zufußgehen und der ÖV, wobei alle drei Modi recht eng beieinander liegen.

Die Datenbasis bei den Ausbildungswegen ist, wie bereits in der normalen Woche, am dünnsten. Auf Ausbildungswegen in einer Woche mit Hochwasser ist der Pkw mit 32 % das wichtigste Verkehrsmittel. Es folgt der ÖV mit 28 %. Das Fahrrad liegt bei 23 %. Am wenigsten Bedeutung erfährt das Zufußgehen.

Zu Besorgungs- oder Servicewegen liegen 1.065 Angaben zur Verkehrsmittelnutzung vor. Der größte Anteil entfällt auf das Zufußgehen, der bei 55 % liegt. Das Fahrradfahren erlangt die zweitgrößte Bedeutung (26 %). Am drittichtigsten ist die Pkw-Nutzung, das Schlusslicht bildet der ÖV.

Von den 415 Befragten in einer Woche mit Hochwasser geben 53 Personen an, dass sie (mindestens) einen Bring- und Holweg zurücklegen. Zu Bring- und Holwegen sind 255 Angaben zur Verkehrsmittelnutzung verfügbar. Insgesamt zeigt die Verkehrsmittelnutzung in Abbildung 65 zum Wegzweck Bringen und Holen, dass das Zufußgehen und der Pkw die wichtigsten Modi darstellen. Das Fahrradfahren kommt auf einen Anteil von 16 %, der ÖV auf 8 %.

Von 415 Befragten der Hochwasserwoche haben 195 Personen angegeben, dass sie in einer Woche mit Hochwasser (mindestens) einen Freizeitweg zurücklegen. Zu Freizeitwegen liegen 789 Verkehrsmittelangaben vor. Das Zufußgehen bildet dabei den höchsten Anteil aller Verkehrsmittel (63 %). Die zweithöchste Bedeutung erfährt das Fahrrad (26 %). Im Vergleich zum Zufußgehen und Fahrradfahren sind Pkw und ÖV abgeschlagen (6 % bzw. 5 %).

Auswertungen zur Wegdauer

Nach Analyse der Verkehrsmittelbedeutung in einer Woche mit Hochwasser werden im Folgenden Ergebnisse zur Dauer von Wegen in einer Woche mit Hochwasser vorgestellt und diskutiert. Die Auswertungen zur Dauer beruhen, wie bereits im Abschnitt zum Verhalten in der normalen Woche, auf allen Angaben zur Dauer, wobei eine Multiplikation mit den Häufigkeitsangaben vorgenommen wurde.

Für den Fall, dass die Befragten einen Zeitraum anstatt einer festen Zeitdauer angegeben haben, wurde der Mittelwert des Zeitraums für die Auswertung verwendet. Die nachfolgende Tabelle fasst die wesentlichen Lagemaße zur Dauer für jeden Wegzweck zusammen.

Tabelle 37: Lagemaße zur Dauer in einer Woche mit Hochwasser

Zweck	Arbeit	Ausbildung	Besorgung/ Service	Bringen/ Holen	Freizeit	Gesamt
0,25 Quantil	30	15	20	15	30	20
Median	45	45	30	30	45	40
0,75 Quantil	60	60	60	60	60	60

Die Angaben zur Dauer verstehen sich in Minuten.

Über den Gesamtdatensatz betrachtet liegen die mittleren 50 % der Wege im Intervall zwischen 20 und 60 Minuten. Der Median beträgt 40 min. In der ersten Spalte der Tabelle sind Lagemaße zu Angaben zum Arbeitsweg in einer Woche mit Hochwasser zu sehen. Ein Viertel der Wege in einer Woche mit Hochwasser dauert maximal 30 min. Die Hälfte der Wege dauert bis zu 45 min, drei Viertel der Arbeitswege dauert maximal 60 min. Außerdem lässt sich hier ablesen, dass die Hälfte der Arbeitswege in einer Woche mit Hochwasser zwischen 30 und 60 min dauert. Im Weiteren sieht man, dass Besorgungs- und Servicewege und Bring- und Holwege bzgl. ihrer Lagemaße in einer Woche mit Hochwasser sehr ähnlich zueinander sind. Die Hälfte der Besorgungs- und Servicewege dauert in einer Woche mit Hochwasser zwischen 20

und 60 min (Median 30 min). Bei den Begleitwegen liegen die mittleren 50 % der Wege im Intervall zwischen 15 und 60 min, wobei der Median bei 30 min liegt. Die mittleren 50 % der Freizeitwege dauern in der Woche mit Hochwasser zwischen 30 min und einer Stunde.

Auswertungen zur Zielwahl

Im folgenden Abschnitt wird die Auswertung der Zielangaben in einer Woche mit Hochwasser vorgenommen. Zur Mobilität in einer Woche mit Hochwasser liegen 2.646 Zielangaben vor, die nach ihrer Distanz ausgewertet wurden. In der nachfolgenden Tabelle 38 sind die Anteile an Zielen innerhalb eines bestimmten Entfernungsrings um das Zentrum von Laubegast zusammengefasst.

Tabelle 38: Distanzen der Ziele in einer Woche mit Hochwasser

Zweck	Arbeit	Ausbildung	Besorgung/ Service	Bringen/ Holen	Freizeit	Gesamt
0 – 3 km	19 %	37 %	53 %	54 %	46 %	42 %
3 – 10 km	67 %	61 %	46 %	44 %	51 %	53 %
Mehr als 10 km	13 %	2 %	1 %	3 %	3 %	5 %

Insgesamt betrachtet finden 42 % der Wege im Umkreis von bis zu 3 km statt. Etwa die Hälfte der Wege führt in das mittlere Entfernungsbereich zwischen 3 und 10 km. Arbeitswege finden auch in der Woche mit Hochwasser größtenteils im mittleren Entfernungsbereich statt. Dies gilt auch für Ausbildungswege, wobei ein gutes Drittel auch im engsten Umkreis stattfindet. Die übrigen Wegzwecke teilen sich recht gleichmäßig auf den Nahbereich bis 3 km und den mittleren Entfernungsbereich von 3 bis 10 km auf.

Die Aufteilung der Ziele nach Zielkategorien zeigt Abbildung 66. Die Kategorie Stadtteile oder Orte und Postleitzahlen werden fast gleich häufig angegeben (jeweils etwa 44 %).

6. Mobilitätsverhalten in Laubegast - Ergebnisse

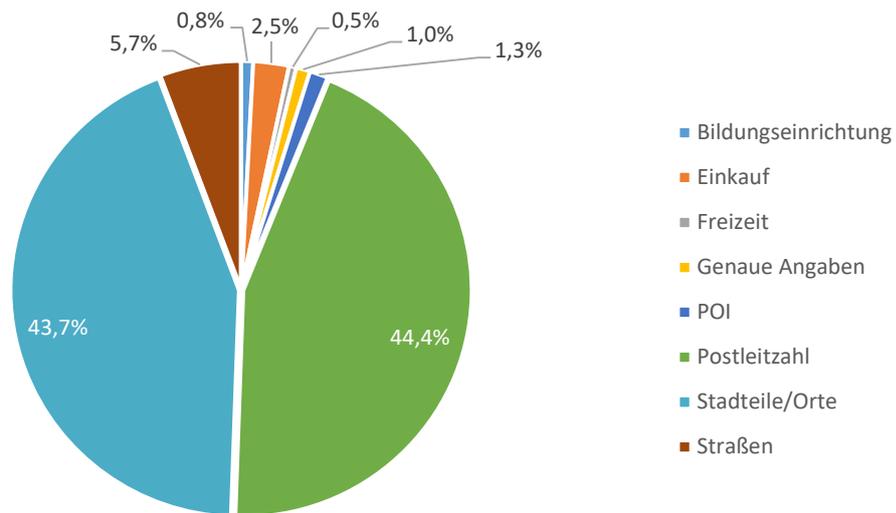


Abbildung 66: Anteil an Zielkategorien für eine Woche mit Hochwasser

Die Abbildung zeigt, wie sich die 2.646 Zielangaben in der Hochwasserwoche auf die in Abschnitt 5.5.4 eingeführten acht Zielkategorien aufteilen.

In der Woche mit Hochwasser konnten 2.562 Ziele zu den bereits eingeführten Bezirken, in die Dresden eingeteilt ist, zugeordnet werden. In der nachfolgenden Tabelle 39 ist erkennbar, wie groß der Anteil der einzelnen Bezirke an allen Wegen eines bestimmten Wegzwecks ist.

Tabelle 39: Aufteilung der angesteuerten Ziele je Wegzweck auf Bezirke in einer Woche mit Hochwasser

	Arbeit	Ausbildung	Besorgung/Service	Bringen/Holen	Freizeit	Gesamt
Laubegast	2 %	9 %	30 %	19 %	34 %	23 %
Restliches Leuben	4 %	19 %	13 %	19 %	5 %	9 %
Blasewitz	14 %	9 %	11 %	7 %	7 %	10 %
Prohlis	13 %	28 %	8 %	15 %	4 %	9 %
Altstadt	33 %	3 %	38 %	40 %	46 %	38 %
Neustadt	8 %	0 %	0 %	0 %	0 %	2 %
Loschwitz	8 %	7 %	0 %	0 %	1 %	2 %
Plauen	4 %	24 %	0 %	0 %	1 %	2 %
Pieschen	3 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %
Cotta	4 %	0 %	0 %	0 %	1 %	1 %
Klotzsche	7 %	0 %	0 %	0 %	0 %	2 %

Der erste Wert der Tabelle 39 gibt an, dass 2 % aller Arbeitswege nach Laubegast führen. Die Spaltensumme ergibt jeweils 100 %.

In der Woche mit Hochwasser führen Arbeitswege weiterhin vorrangig in die Altstadt, nach Blasewitz oder Prohlis. Ausbildungsziele liegen meist im restlichen Leuben, Prohlis oder Plauen. Besorgungen finden schwerpunktmäßig in Laubegast oder in der Altstadt statt. Genauso führen Begleit- und Freizeitwege vorrangig nach Leuben (Laubegast und restliches Leuben) und in die Altstadt.

6. Mobilitätsverhalten in Laubegast - Ergebnisse

Der nachfolgenden Tabelle 40 ist der Anteil der einzelnen Wegzwecke an allen Wegzwecken, die in einen bestimmten Bezirk führen, zu entnehmen.

Tabelle 40: Anteil der Wegzwecke an allen Wegzwecken innerhalb eines Bezirks in einer Woche mit Hochwasser

	Arbeit	Ausbildung	Besorgung/ Service	Bringen/ Holen	Freizeit
Laubegast	3 %	1 %	49 %	7 %	40 %
Restliches Leuben	12 %	4 %	51 %	18 %	15 %
Blasewitz	35 %	2 %	40 %	6 %	17 %
Prohlis	35 %	6 %	32 %	14 %	12 %
Altstadt	22 %	0 %	37 %	9 %	32 %
Neustadt	94 %	0 %	0 %	0 %	6 %
Loschwitz	82 %	6 %	2 %	0 %	10 %
Plauen	58 %	29 %	4 %	0 %	9 %
Pieschen	89 %	0 %	2 %	5 %	3 %
Cotta	80 %	0 %	5 %	0 %	15 %
Klotzsche	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Gesamt	25 %	2 %	37 %	9 %	26 %

Der erste Wert in obiger Tabelle gibt an, dass 3 % aller Wege nach Laubegast Arbeitswege sind. Die Zeilensumme ergibt jeweils 100 %.

In der Hochwasserwoche ist Laubegast für Besorgungen und Freizeitaktivitäten besonders wichtig. Ins restliche Leuben führt die Hälfte der Wege, um Besorgungen zu erledigen. Der Bezirk Blasewitz ist für Arbeits- und Besorgungs- und Servicewege wichtig. Die höchsten Anteile in Prohlis entfallen auf Arbeitswege und auf Besorgungs- und Servicewege. Fast 70 % der Wege in die Altstadt entfallen auf die Wegzwecke Besorgung und Service und Freizeit. In die Neustadt führen fast ausschließlich Arbeitswege.

Wie bereits für die normale Woche wurde zusätzlich untersucht, wie groß der Anteil der Wege nach Himmelsrichtungen ist. Wie in Abbildung 60 ersichtlich ist, verläuft die Elbe nahe an der Trennlinie zwischen Norden und Osten (rechtsehbisch) und Süden und Westen (linksehbisch). Anhand von Bildern zum Hochwasser von 2013 wurde geprüft, welche Möglichkeiten es gab, die Elbe während des Hochwassers zu queren.

Tatsächlich schien eine relative gute Passierbarkeit gegeben. Lediglich für die Waldschlößchenbrücke, die eine Verbindung von Alt- und Neustadt darstellt, ließen sich Hinweise finden, dass hier keine Überquerung der Elbe möglich war.

Die räumliche Auswertung der in einer Woche mit Hochwasser angesteuerten Ziele ist der nachfolgenden Abbildung 67 zu entnehmen.

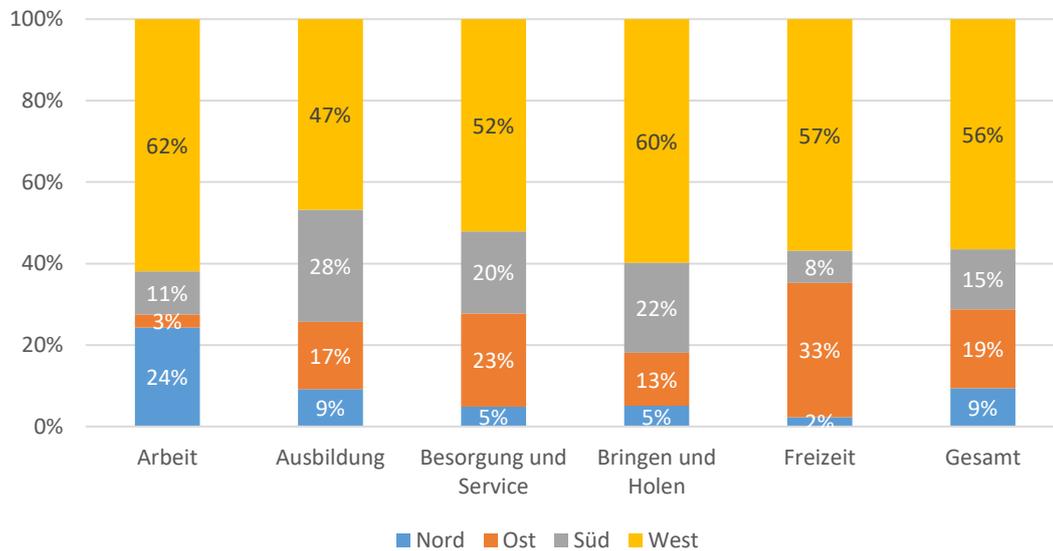


Abbildung 67: Räumliche Zielverteilung in einer Woche mit Hochwasser

Die Abbildung zeigt die Verteilung der Ziele in einer Woche mit Hochwasser nach Wegzweck. Grundlage sind 2.646 Angaben zu in einer Woche mit Hochwasser angesteuerten Zielen. Die Anteile innerhalb eines Wegzwecks addieren sich jeweils zu 100 %.

Man sieht, dass der Großteil der Wege in den Westen führt. Ziele im Norden sind vor allem mit dem Wegzweck Arbeit verbunden. Ausbildungs-, Besorgungs- und Service- und Begleitwege führen überproportional oft nach Süden (der Süden beträgt lediglich 7 % der Gesamtfläche von Dresden). Setzt man insgesamt betrachtet die Anteile wieder in Bezug zur Fläche der einzelnen Bereiche, sieht man, dass unterproportional viele Wege nach Norden führen, während das Gegenteil für Wege nach Osten, Süden und Westen gilt.⁴¹¹

⁴¹¹ Vgl. hierzu auch nochmals Tabelle 32.

6. Mobilitätsverhalten in Laubegast - Ergebnisse

In Tabelle 41 sind die Modal Splits nach Bezirk für den Hochwasserfall zu sehen.

Tabelle 41: Anteil der Verkehrsmittel an allen Verkehrsmittelangaben innerhalb eines Bezirks in einer Woche mit Hochwasser

	Zu Fuß	Fahrrad	Pkw	ÖV
Laubegast	60 %	31 %	7 %	1 %
Restliches Leuben	42 %	24 %	23 %	11 %
Blasewitz	34 %	36 %	17 %	13 %
Prohlis	30 %	30 %	26 %	13 %
Altstadt	46 %	26 %	15 %	13 %
Neustadt	22 %	30 %	29 %	19 %
Loschwitz	19 %	32 %	28 %	21 %
Plauen	17 %	33 %	34 %	16 %
Pieschen	0 %	51 %	27 %	22 %
Cotta	31 %	21 %	11 %	37 %
Klotzsche	4 %	52 %	21 %	23 %

Der erste Wert der Tabelle 41 gibt an, dass 60 % der Wege in Laubegast Fußwege sind. Die Zeilensumme ergibt jeweils 100 %.

Interessant ist, dass das Fahrrad in der Hochwasserwoche auch in weiter entfernten Bezirken, z.B. in Pieschen und Klotzsche, einen beträchtlichen Anteil am Modal Split ausmacht. Das Zufußgehen ist in einigen Bezirken (in Laubegast und im restlichen Leuben, außerdem in der Altstadt) das wichtigste Verkehrsmittel im Hochwasserfall.

6.1.1.4 Auswertungen zu Teil 4: Hochwasser-Erfahrungen und -Auswirkungen

In Teil 4 des Fragebogens wurden die Teilnehmer gebeten, einige Fragen zu bisherigen Erfahrungen mit Hochwassersituationen zu beantworten und die von Hochwassern ausgehende Gefahr einzuschätzen. Es handelte sich dabei hauptsächlich um Single- oder Multiple-Choice-Aussagen (vgl. Abbildung 68).

Teil 4: Hochwasser-Erfahrungen und -Auswirkungen

19. Haben Sie bereits ein Hochwasserereignis miterlebt? Bitte kreuzen Sie an:

Ja	Nein
<input type="checkbox"/> In den Jahren _____	<input type="checkbox"/>

20. Wurde bei der Wahl des Wohnsitzes die Gefahr durch Hochwasser in die Entscheidung miteinbezogen? Bitte kreuzen Sie an:

Ja	Nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

21. Erwarten Sie in den kommenden 5 Jahren ein Hochwasser in Laubegast, welches direkte Auswirkungen auf Sie haben wird? Bitte kreuzen Sie an:

Ja	Nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Falls ja, kreuzen Sie im Folgenden bitte an, wie Sie betroffen wären:
Falls nein, weiter zu 22.*

Wohnort	Ziele / Zwecke	Wege
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

22. Wie hoch schätzen Sie allgemein die Gefahr, die durch Hochwasserereignisse ausgehen kann, bei Ihnen im Stadtteil ein? Bitte kreuzen Sie an:

niedrig	mittel	hoch	Keine Aussage
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 68: Abfrage zu Hochwasser-Erfahrungen und -Auswirkungen

Die Antworten sind in nachfolgender Tabelle 42 zu sehen.

Tabelle 42: Antworten zu Hochwasser-Erfahrungen und -Auswirkungen

	Ja	Nein	Nicht beantwortet
Antworten zu erlebten HW-Ereignissen (Frage 19)	91 %	8 %	1 %
Berücksichtigung von HW bei der Wahl des Wohnsitzes (Frage 20)	29 %	70 %	1 %
HW-Erwartungen in den nächsten 5 Jahren (Frage 21)	42 %	55 %	3 %
Erwartete Auswirkungen (Frage 21)	Wohnort	Ziele/Zwecke	Wege
Anzahl (Anteil) an Nennungen	196 (85 %)	150 (65 %)	185 (80 %)
Einschätzung zur HW-Gefahr (Frage 22) ⁴¹²	Niedrig	Mittel	Hoch
	3 %	37 %	55 %

Die Frage nach bisherigen Hochwasser-Erfahrungen wurde vom Großteil der Befragten bejaht. Über 90 % der Teilnehmer haben bereits ein Hochwasser miterlebt. Größtenteils wurde angegeben, dass die Ereignisse im Jahr 2002 und 2013 miterlebt wurden. Häufig wurde auch das Hochwasserereignis von 2006 angeführt. Interessanterweise führten viele Befragte an, dass sie sowohl das Ereignis 2002 als auch 2013 miterlebt haben, sie machten jedoch keine Angaben zum Ereignis von 2006. Ein Grund könnte sein, dass die Ereignisse 2002 und 2013 deutlich schlimmer waren und daher mehr in Erinnerung bleiben.⁴¹³ Darüber hinaus wurden weitere Jahreszahlen genannt.

Die Auswertung zu bisherigen Hochwasser-Erfahrungen lässt vermuten, dass die Angaben zum Mobilitätsverhalten in einer Woche mit Hochwasser aus tatsächlichen Erfahrungen abgeleitet wurden und damit eine realistische Einschätzung darstellen. Die Frage, ob bei der Wahl des Wohnsitzes die Gefahr durch Hochwasser in die Entscheidung miteinbezogen wurde, wurde trotz der hohen Werte zur Hochwasser-Erfahrung vom Großteil der Befragten verneint (70 % nein, 29 % ja, 1 % nicht beantwortet). Eine mögliche Erklärung ist, dass das Bewusstsein für die Gefahr durch Hochwasser im Stadtteil erst entstand, nachdem die Bewohner dort hingezogen sind.

⁴¹² Nicht dargestellt: Nicht beantwortet und keine Aussage.

⁴¹³ Das Sommerhochwasser von 2002 war das bisher schwerwiegendste aufgezeichnete Hochwasser in Dresden mit einem Maximalpegel von 9,40 m. Dieses Ereignis liegt zwischen einem HQ100 (9,24 m) und einem HQ200 (9,65 m). Das Hochwasser im Juni 2013 entsprach einem 50-jährigen Hochwasserereignis (HQ50) mit einem Maximalpegel von 8,78 m. Der Maximalpegel beim Hochwasser im April 2006 lag bei 7,49 m. Dies entspricht in etwa einem HQ10 (HQ10 entspricht 7,50 m) (vgl. Landeshauptstadt Dresden (2021c)).

Die nächste Frage, ob in den kommenden fünf Jahren ein Hochwasser in Laubegast erwartet wird, welche direkte Auswirkungen auf die Befragten habe, wurde unterschiedlich beantwortet. 42 % (230 Befragte) sind der Meinung, dass dies der Fall sein wird, während 55 % nicht der Meinung sind. 3 % enthielten sich der Beantwortung. Die unterschiedliche Einschätzung lässt sich möglicherweise durch die Frage nach „direkten Auswirkungen“ erklären. Es ist evtl. nicht klar, was unter direkten Auswirkungen zu verstehen ist. Allerdings ist interessant, dass, wenn die Befragten mit Ja antworteten, dann meist auch auf allen drei angegebenen Ebenen Auswirkungen erwartet werden.⁴¹⁴ Wie man sieht, werden bei einer großen Mehrheit Wohnort und Wege als betroffene Bereiche angesehen, während es bei den Zielen etwas weniger sind. Erklären lässt sich der niedrigere Wert bei den Zielen/Zwecken mit ihrer räumlichen Verteilung.

6.1.1.5 Auswertungen zu Teil 5: Einschätzung der Situation in Laubegast

Im abschließenden Teil des Fragebogens wurden die Teilnehmer dazu aufgefordert, einige allgemeine verkehrliche Fragen zu beantworten. Der fünfte Teil des Erhebungsbogens sah im schriftlichen Fragebogen wie in Abbildung 69 dargestellt aus.

Teil 5: Einschätzung der Situation in Laubegast

Bitte beurteilen Sie folgende Punkte und kreuzen Sie diejenigen Aussagen an, die nach Ihrer Ansicht am besten passen.

Beschreibung	Trifft voll zu	Trifft teilweise zu	Trifft nicht zu	Weiß ich nicht
Im Alltag ist eine gute Bus-/Bahn-Anbindung vorhanden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Alltag ist eine gute Kfz-Anbindung vorhanden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es gibt ein gutes Carsharing-Angebot.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Alltag benutze ich möglichst oft das Fahrrad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Verkehrsmöglichkeiten sind <i>auch im Hochwasserfall</i> ausreichend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 69: Abfrage zur Einschätzung der Situation in Laubegast

⁴¹⁴ Der Anteil an Nennungen bezieht sich auf die Anzahl derjenigen, die die vorherige Frage (Hochwasser in Laubegast in den nächsten fünf Jahren mit direkten Auswirkungen) mit Ja beantwortet haben, also auf 230 Befragte.

In Tabelle 43 sind die Ergebnisse der Antworten zu Teil 5 aufgeführt.

Tabelle 43: Einschätzung der Situation in Laubegast

	Trifft voll zu	Trifft teilweise zu	Trifft nicht zu	Weiß ich nicht	Nicht beantwortet
Bus/Bahn	85 %	10 %	3 %	2 %	1 %
Kfz	71 %	16 %	4 %	6 %	3 %
Car-sharing	7 %	11 %	10 %	65 %	6 %
Fahrrad	34 %	29 %	33 %	2 %	2 %
Verkehrsmöglichkeiten im HW-Fall	5 %	19 %	62 %	13 %	1 %

Wie sich zeigt, sind die Befragten im Alltag mit der Anbindung sowohl beim ÖV als auch beim Kfz überwiegend zufrieden. Zum Carsharing-Angebot können die meisten Personen keine Aussage machen. Dementsprechend scheint Carsharing für die meisten auch keine Rolle zu spielen. Bzgl. der Fahrradnutzung scheint es drei Personengruppen in der Grundgesamtheit der Befragten zu geben. Etwa zwei Drittel stimmen der Aussage, sie nutzen das Fahrrad im Alltag möglichst oft, zumindest teilweise zu. Möglich ist, dass die Personen, die nur teilweise zustimmen, der Aussage je nach Jahreszeit zustimmen. Ein Drittel der Befragten stimmt der möglichst häufigen Nutzung des Fahrrads im Alltag nicht zu.

Die Verkehrsmöglichkeiten im Hochwasserfall werden vom Großteil der Befragten als nicht ausreichend bezeichnet. Womöglich lässt sich hierdurch auch ein wenig die hohe Teilnahmebereitschaft der Laubegaster an der Befragung erklären.

6.1.2 Gegenüberstellung Normale Woche und Woche mit Hochwasser

In diesem Abschnitt wird das Mobilitätsverhalten der normalen Woche demjenigen der Woche mit Hochwasser gegenübergestellt. Zu Beginn des Abschnitts 6.1.1.3 wurde bereits darauf hingewiesen, dass nicht alle, die im Normalfall Angaben gemacht haben, auch im Hochwasserfall Angaben gemacht haben. Allerdings konnten keine strukturellen Unterschiede in der Zusammensetzung der Grundgesamtheit des Normalfalls und der Grundgesamtheit des Hochwasserfalls festgestellt werden.

Vergleich der Häufigkeit der Wege

In Tabelle 27 und Tabelle 36 wurden Lagemaße zur mittleren Häufigkeit gezeigt. Im direkten Vergleich der Häufigkeiten in einer normalen Woche (NW) und in einer Woche mit Hochwasser (HW) zeigt sich, dass der Mittelwert insgesamt betrachtet in beiden Fällen ähnlich ist. In der Detailbetrachtung lassen sich hauptsächlich bei Begleit- und Freizeitwegen deutlichere Unterschiede in den Mittelwerten beobachten. Der Median für Arbeitswege liegt bei fünf Mal pro Woche, unabhängig davon, ob eine normale Woche oder eine Woche mit Hochwasser betrachtet wird (Tabelle 44).

Tabelle 44: Gegenüberstellung der Häufigkeit in einer normalen Woche und in einer Woche mit Hochwasser

Zweck	Median	Arithmetisches Mittel
Arbeit NW	5	4,7
Arbeit HW	5	4,7
Ausbildung NW	5	4,2
Ausbildung HW	5	4,1
Besorgung/Service NW	2	2,3
Besorgung/Service HW	2	2,1
Bringen/Holen NW	2	3,0
Bringen/Holen HW	4	3,6
Freizeit NW	2	2,1
Freizeit HW	2	3,0
Gesamt NW	2	2,6
Gesamt HW	2	2,9

Tabelle 44 stellt den Median und das arithmetische Mittel der Angaben zur Häufigkeit in einer normalen Woche (NW) und einer Woche mit Hochwasser (HW) gegenüber. D.h. hier sind Lagemaße zur im Fragebogen angegebenen Häufigkeit, mit der Wegzwecke in den jeweiligen Fällen vorkommen, zusammengefasst.

Betrachtet man die Häufigkeiten der Ausbildungswege zwischen dem 0,25-Quantil und dem 0,75-Quantil, erkennt man: In einer normalen Woche finden 50 % der Wege 4 bis 5 Mal statt, in einer Woche mit Hochwasser 2,5 bis 5 Mal. Während in der normalen Woche die mittleren 50 % der Häufigkeiten bei Besorgungs- und Servicewegen ein bis drei Mal pro Woche betragen, kommen in der Woche mit Hochwasser 50 % der Wege ein bis 2,5 Mal pro Woche vor. Auf Bring- und Holwegen sind umgekehrte Tendenzen zu erkennen. Diese kommen in einer Woche mit Hochwasser häufiger als in einer normalen Woche vor. Auch bei den Freizeitwegen ist eher eine Erhöhung der Häufigkeit zu erkennen.

Vergleich des Verkehrsaufkommens und der Wegzwecke

Die Gegenüberstellung der Werte aus Abbildung 55 und Abbildung 64 in der nachfolgenden Tabelle 45 gibt Auskunft darüber, wie grundlegende Änderungstendenzen zwischen dem Verhalten in einer normalen Woche (NW) und in einer Woche mit Hochwasser (HW) aussehen.

6. Mobilitätsverhalten in Laubegast - Ergebnisse

Tabelle 45: Gegenüberstellung Nennungen zu vorkommenden Wegzwecken

Zweck	Normale Woche (NW)		Hochwasserwoche (HW)	
	absolut	prozentual	absolut	prozentual
Arbeit	1.311	23 %	765	26 %
Ausbildung	113	2 %	58	2 %
Besorgung/ Service	2.111	37 %	1.092	37 %
Bringen/ Holen	600	10 %	270	9 %
Freizeit	1.631	28 %	805	27 %
Summe	5.766	100 %	2.991	100 %

Das Verkehrsaufkommen ist in einer Woche mit Hochwasser im Vergleich zu einer normalen Woche um 48 % zurückgegangen. Interessant ist aber auch, welche Wegzwecke in einer Woche mit Hochwasser relativ wichtiger werden, als sie in einer normalen Woche sind, und umgekehrt. Dies lässt sich an den prozentualen Werten der Nennungen in einer normalen Woche und in einer Woche mit Hochwasser ablesen. Absolut gesehen, wurden alle Wegzwecke weniger häufig durchgeführt. Anteilig ist jedoch bei den Arbeitswegen ein Anstieg in der Bedeutung erkennbar, während Begleit- und Freizeitwege etwas an Bedeutung verlieren.

Zudem ist eine Gegenüberstellung der Anteile an Befragten, bei denen ein bestimmter Wegzweck in der normalen Woche und der Woche mit Hochwasser vorkommt, interessant (vgl. hierzu Tabelle 46).

Tabelle 46: Gegenüberstellung Anteil an Befragten, die den Wegzweck genannt haben

Zweck	Normale Woche	Hochwasserwoche
	Anteil an Befragten	Anteil an Befragten
Arbeit	51 %	40 %
Ausbildung	5 %	4 %
Besorgung/Service	96 %	88 %
Bringen/Holen	28 %	13 %
Freizeit	89 %	47 %

Wie sich zeigt, ist der Anteil derjenigen, die einen Wegzweck in der normalen Woche nennen, über alle Wegzwecke hinweg höher. Besonders starke Rückgänge sind bei Freizeitwegen zu erkennen. Diese kommen in einer normalen Woche bei fast allen Befragten vor. Im Gegensatz dazu gibt nur etwa die Hälfte der Befragten für die Woche mit Hochwasser mindestens einen Freizeitweg an. Begleitwege kommen in der Woche mit Hochwasser bei weniger als halb so vielen Personen vor als in der normalen Woche. Auch bei den Arbeitswegen ist ein Rückgang in Höhe von 11 Prozentpunkten zu sehen.

Vergleich der Verkehrsmittelverwendung

In der nachfolgenden Tabelle 47 sind Veränderungen in der Bedeutung der Verkehrsmittel in den einzelnen Wegzwecken zu sehen.

Tabelle 47: Änderungstendenzen in der Bedeutung der Verkehrsmittel in einer Woche mit Hochwasser zur Normalsituation

Verkehrsmittel	Arbeit	Ausbildung	Besorgung/Service	Bringen/Holen	Freizeit	Gesamt
Zu Fuß	+15,8 PP	+7,1 PP	+22,4 PP	+19,1 PP	+18,5 PP	+18,8 PP
Rad	+7,7 PP	-11,5 PP	+2,4 PP	-5,8 PP	+0,4 PP	+2,3 PP
Pkw	-22,0 PP	+18,8 PP	-19,6 PP	-12,2 PP	-15,2 PP	-17,7 PP
ÖV	-1,5 PP	-14,4 PP	-5,2 PP	-1,1 PP	-3,6 PP	-3,4 PP

Der erste Wert in Tabelle 47 zeigt an, dass in der Woche mit Hochwasser der Anteil des Zufußgehens um 15,8 Prozentpunkte im Vergleich zur normalen Woche gestiegen ist. Die Werte in jeder Spalte addieren sich auf 0 %.

In der Gesamtheit der Wege (letzte Spalte) zeigt sich ein deutlicher Anstieg in der Bedeutung des Zufußgehens, während der Pkw in der Hochwasserwoche deutlich weniger wichtig ist. Betrachtet man die einzelnen Wegzwecke, so ist überall ein deutlicher Anstieg in der Bedeutung des Zufußgehens zu erkennen. Selbst bei den Ausbildungswegen, wo er am geringsten ausfällt, liegt der Anstieg bei 7 Prozentpunkten. Das Fahrrad wird vor allem auf Arbeitswegen wichtiger. Auf Ausbildungs- und Begleitwegen ist der Anteil des Fahrrads rückläufig. Der Pkw und der ÖV verlieren in jedem einzelnen Wegzweck an Bedeutung. Die einzige Ausnahme bildet der Pkw auf Ausbildungswegen. Beim Pkw sind insgesamt stärkere Verschiebungen zu erkennen als beim ÖV. Dies liegt daran, dass der ÖV bereits in der normalen Woche von geringer Bedeutung ist.

Vergleich der Wegdauer

In Tabelle 28 und Tabelle 37 werden Lagemaße zur Dauer untersucht und diskutiert. Die Gegenüberstellung der Lagemaße zur Dauer in einer normalen Woche und in einer Woche mit Hochwasser zeigt, dass die Wege in der Hochwasserwoche im Mittel länger als oder gleich lang wie in der normalen Woche andauern.

6. Mobilitätsverhalten in Laubegast - Ergebnisse

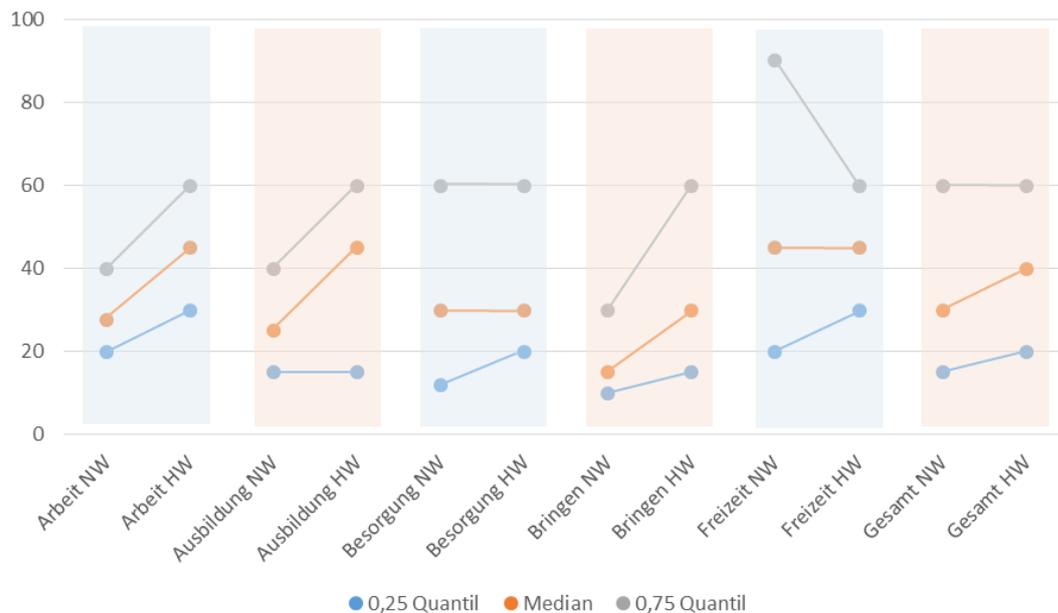


Abbildung 70: Gegenüberstellung der Lagemaße zur Dauer in Minuten

In der Gesamtheit der Wege steigt die mittlere Wegdauer von 30 min auf 40 min, auf Arbeits-, Ausbildungs- und Bring- und Holwegen steigt der Median ebenfalls in der Hochwasserwoche an. Das 0,25- und das 0,75-Quantil liegen in der Hochwasserwoche auch eher höher als in der normalen Woche. Eine Ausnahme bilden die Freizeitwege.

Vergleich der Nennungen in der Zielwahl nach Kategorien

Die Gegenüberstellung der Anteile an Nennungen nach den in Abschnitt 5.5.4 eingeführten acht Zielkategorien zeigt keine großen Unterschiede zwischen der normalen Woche und der Woche mit Hochwasser (vgl. Tabelle 48).

Tabelle 48: Gegenüberstellung der Anteile an Zielangaben nach Kategorien

	Normale Woche	Hochwasserwoche	Delta
Stadtteile/Orte	44,3 %	43,7 %	-0,6 PP
PLZ-Gebiete	41,0 %	44,4 %	+3,4 PP
Bildungseinrichtungen	0,6 %	0,8 %	+0,3 PP
Einkauf	1,4 %	2,5 %	+1,1 PP
Straßen	8,3 %	5,7 %	-2,6 PP
Genauere Angaben	1,0 %	1,0 %	-
POI	2,5 %	1,3 %	-1,2 PP
Freizeit	0,9 %	0,5 %	-0,4 PP

In der Hochwasserwoche werden etwas mehr PLZ-Gebiete genannt als in der normalen Woche, dafür werden weniger Straßenangaben vorgenommen. Ein möglicher Grund kann sein, dass in der Hochwasserwoche eine größere Unsicherheit bzgl. der Ziele vorliegt und daher der Anteil der größeren Ziele steigt.

Vergleich der Distanzen

Die nachfolgende Abbildung 71 stellt die Distanzen der Ziele in einer normalen Woche und in einer Woche mit Hochwasser gegenüber.

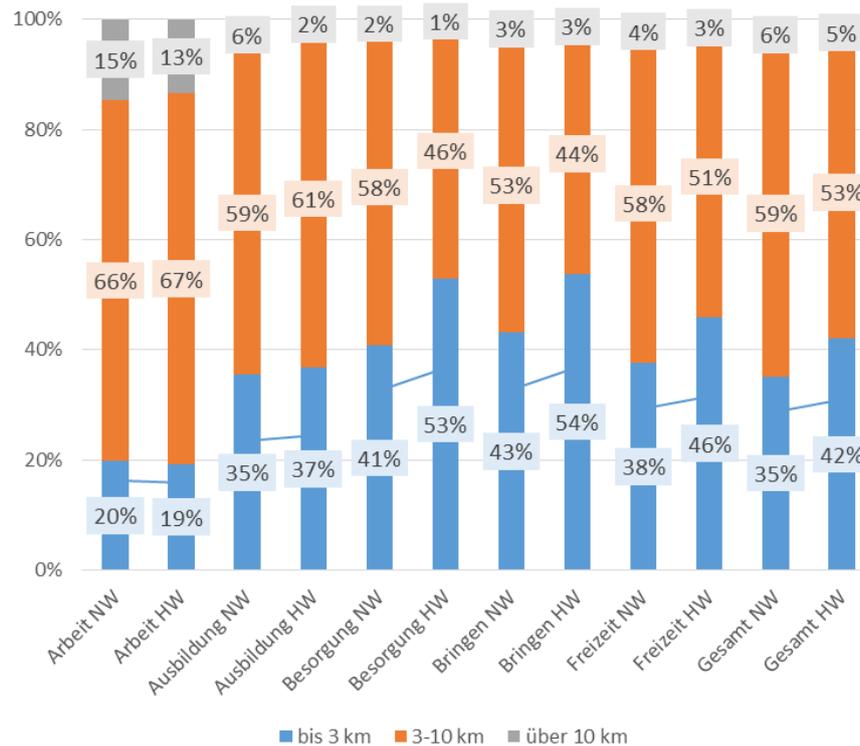


Abbildung 71: Gegenüberstellung der Distanzen der Ziele

Bei Betrachtung der normalen Woche konnte bereits festgestellt werden, dass ein beträchtlicher Anteil der Ziele in einem Umkreis von 3 km um das Zentrum von Laubegast liegt. Betrachtet man die Gesamtheit aller Wege so zeigt sich, dass der Anteil der Ziele im Umkreis von 3 km auf 42 % in der Woche mit Hochwasser ansteigt. Der Anteil der Wege, die weiter als 3 km entfernt liegt, nimmt um 6 Prozentpunkte ab. Auch in der Einzelbetrachtung lässt sich eine steigende Bedeutung der nahe gelegenen Ziele erkennen. Dies gilt insbesondere für die Wegzwecke, bei denen eine recht flexible Zielwahl möglich ist (Besorgung/Service, Begleitung, Freizeit).⁴¹⁵

⁴¹⁵ Definiert man den Nahbereich als 2-km-Umkreis ergeben sich außer bei den Ausbildungswegen für alle Wegzwecke Zugewinne beim Anteil im Nahbereich.

Vergleich der räumlichen Verteilung der Ziele

In Tabelle 49 sind die Unterschiede in der Bedeutung der einzelnen Wegzwecke in jedem Bezirk zu sehen.

Tabelle 49: Vergleich der Bedeutung der einzelnen Wegzwecke innerhalb eines Bezirks

	Arbeit	Ausbildung	Besorgung/ Service	Bringen/ Holen	Freizeit
Laubegast	-2,1 PP	-0,1 PP	-4,1 PP	-1,8 PP	+8,2 PP
Restliches Leuben	-0,9 PP	-1,2 PP	+20,2 PP	-7,2 PP	-10,8 PP
Blasewitz	+11,4 PP	-1,4 PP	+5,6 PP	-5,1 PP	-10,5 PP
Prohlis	+4,7 PP	+1,8 PP	-5,9 PP	+4,3 PP	-4,9 PP
Altstadt	+1,5 PP	-0,2 PP	-3,1 PP	-0,6 PP	+2,3 PP
Neustadt	+28,4 PP	-	-11,0 PP	-6,5 PP	-10,9 PP
Loschwitz	+33,7 PP	+0,6 PP	-8,4 PP	-2,5 PP	-23,4 PP
Plauen	+7,6 PP	+1,9 PP	+2,5 PP	-1,3 PP	-10,7 PP
Pieschen	+14,0 PP	-	-4,4 PP	+1,0 PP	-10,5 PP
Cotta	+2,0 PP	-	-3,7 PP	-5,1 PP	+6,8 PP
Klotzsche	+3,3 PP	-	-1,3 PP	-	-2,0 PP

Der erste Wert in Tabelle 49 gibt an, dass in der Woche mit Hochwasser der Anteil der Arbeitswege nach Laubegast um 2,1 Prozentpunkte geringer ist als in der normalen Woche. Die Werte in jeder Zeile addieren sich zu 0 %.

Während in Laubegast der Anteil der Arbeitswege und der Begleitwege in der Woche mit Hochwasser rückläufig ist, steigt der Anteil an Freizeitwegen. Im restlichen Leuben ist ein starker Anstieg der Besorgungs- und Servicewege zu sehen, während Begleit- und Freizeitwege einen geringeren Stellenwert einnehmen. Im (nahe gelegenen) Blasewitz gewinnen Arbeits- und Besorgungs- und Servicewege an Bedeutung, Freizeit- und Begleitwege werden dafür unwichtiger. Im ebenfalls nahe gelegenen Prohlis werden Arbeits- und Begleitwege wichtiger, während Besorgungs- und Service- und Freizeitwege weniger wichtig werden. In der Altstadt fällt der Anteil an Besorgungs- und Servicewegen bei steigendem Anteil der Freizeit- und Arbeitswege. In der Neustadt und in Loschwitz sind die stärksten Veränderungen zu erkennen. Die Arbeitswege gewinnen in der Woche mit Hochwasser sehr stark an Bedeutung, in Loschwitz verlieren Freizeit- und Besorgungs- und Servicewege an Bedeutung, in der Neustadt sind es die Besorgungs-, Begleit- und Freizeitwege. Auch in Plauen und in Pieschen gewinnen die Arbeitswege an Bedeutung. In Cotta und Klotzsche gewinnen die Arbeitswege ebenfalls an Bedeutung, wenn auch weniger deutlich wie in anderen Bezirken. Besorgungs- und Service- und Freizeitwege sind weniger bedeutsam. Das heißt in weiter entfernten oder schwerer erreichbaren Bezirken geht der Anteil der

Ziele, über die relativ frei entschieden werden kann (Besorgung und Service und Freizeit), zurück, während Pflichtwege (Arbeit) und damit Pflichtziele weiterhin angesteuert werden.

Die nachfolgende Abbildung 72 zeigt Unterschiede in der räumlichen Verteilung der Ziele in einer normalen Woche und in einer Woche mit Hochwasser. Dabei bedeutet ein positiver Wert, dass der Anteil der Wege in der Woche mit Hochwasser höher ist als in der normalen Woche.

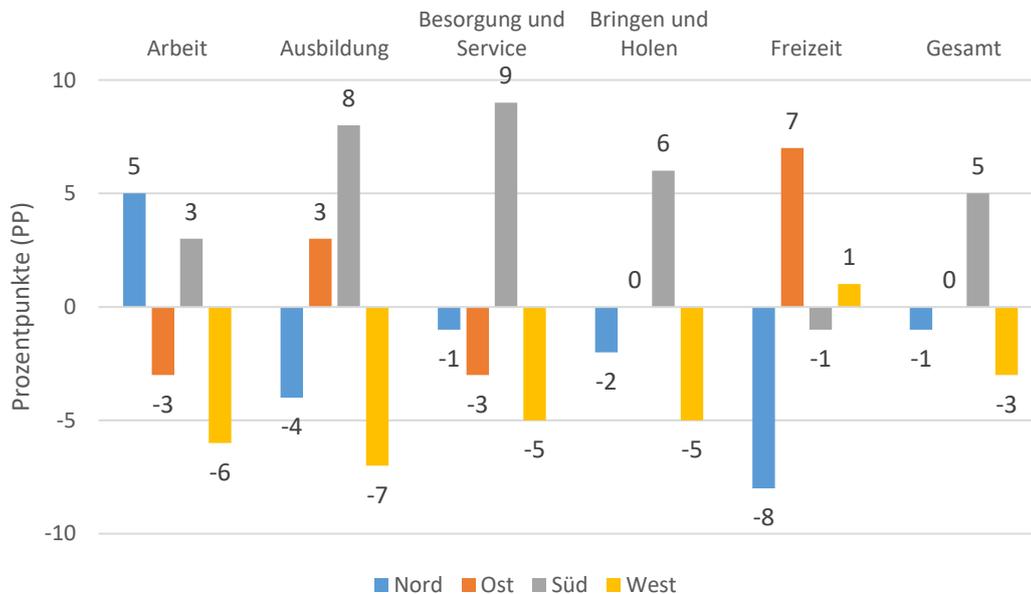


Abbildung 72: Unterschiede in der räumlichen Verteilung der Ziele

Abbildung 72 zeigt, in welche Himmelsrichtung Zugewinne (positive Ausschläge) und in welche Himmelsrichtung Verluste (negative Ausschläge) zu beobachten sind. Der erste Balken zeigt an, dass der Anteil der Arbeitswege nach Norden an den Arbeitswegen nach allen Himmelsrichtungen in der Woche mit Hochwasser um 5 Prozentpunkte höher liegt als in der normalen Woche. Für jeden Wegzweck addieren sich die Balken in den vier Farben auf Null, abgesehen von Rundungsfehlern.

Bei Betrachtung der Gesamtheit der Ziele sind vor allem im Süden Zugewinne zu beobachten, während der Westen in einer Woche mit Hochwasser weniger angesteuert wird. Die deutlichsten absoluten Unterschiede sind auf Ausbildungs-, Besorgungs- und Service- und Freizeitwegen zu erkennen. Während Ausbildungswege sich vom Norden und Westen hauptsächlich in den Süden verlagern, verlagern sich Besorgungs- und Servicewege von Ost und West nach Süden. Bei den Freizeitwegen sind Verlagerungen von Nord nach Ost zu erkennen.

Als letztes werden die Modal-Split-Verschiebungen, die sich zwischen Hochwasser- und normaler Woche ergeben, diskutiert. In Tabelle 50 sind die Differenzen zwischen den Anteilen der Verkehrsmittel in einer Hochwasserwoche und in einer normalen Woche zu sehen.

6. Mobilitätsverhalten in Laubegast - Ergebnisse

Tabelle 50: Vergleich der Bedeutung der einzelnen Verkehrsmittel innerhalb eines Bezirks

	Zu Fuß	Fahrrad	Pkw	ÖV
Laubegast	+8,0 PP	+4,0 PP	-8,2 PP	-3,8 PP
Restliches Leuben	+24,7 PP	-6,6 PP	-17,5 PP	-0,6 PP
Blasewitz	+19,1 PP	+5,5 PP	-18,5 PP	-6,2 PP
Prohlis	+23,0 PP	+2,0 PP	-25,2 PP	+0,2 PP
Altstadt	+15,5 PP	+1,3 PP	-16,5 PP	-0,3 PP
Neustadt	+10,7 PP	+12,6 PP	-9,3 PP	-14,1 PP
Loschwitz	+6,2 PP	-5,7 PP	-7,4 PP	+6,9 PP
Plauen	+12,0 PP	+20,0 PP	-8,8 PP	-23,2 PP
Pieschen	-1,4 PP	+26,7 PP	-27,4 PP	+2,1 PP
Cotta	+25,3 PP	+14,3 PP	-52,0 PP	+12,4 PP
Klotzsche	+3,2 PP	+28,7 PP	-29,9 PP	-2,1 PP

Der erste Wert in Tabelle 50 gibt an, dass in der Woche mit Hochwasser der Anteil des Zufußgehens in Laubegast um 8,0 Prozentpunkte höher liegt als in der normalen Woche. Die Werte in jeder Zeile addieren sich zu 0 %.

Wie sich zeigt, lassen sich die allgemeinen Verschiebungstendenzen zum Anteil der Verkehrsmittel (vgl. Tabelle 47) auch innerhalb der meisten Bezirke beobachten. In den nahe gelegenen Bezirken ist vor allem ein Zuwachs beim Zufußgehen zu sehen. In den weiter entfernten Bezirken (Pieschen, Cotta) ist der Zuwachs beim Fahrradfahren bemerkenswert. Der Pkw verliert in jedem betrachteten Bezirk an Bedeutung. Der ÖV kann teilweise auch Zugewinne verzeichnen, v.a. in Cotta und Loschwitz.

Fazit für Laubegast

Die gegenüberstellenden Auswertungen zum Normal- und zum Hochwasserfall liefern folgende wesentliche Erkenntnisse für Laubegast: Das Aufkommen reduziert sich auf etwa die Hälfte und konzentriert sich, so weit möglich, auf den Nahbereich. Angesichts der relativ gesehen gleich bleibenden Bedeutung der Besorgungs- und Servicewege müssen entsprechende Ziele im Nahbereich auch im Hochwasserfall für die betroffene Bevölkerung, die dort Arbeitenden und die Zulieferer erreichbar bleiben. Arbeits- und Ausbildungswege finden weiterhin statt. Daher sollten bedeutende Arbeits- und Ausbildungsziele auch weiterhin erreichbar bleiben, selbst wenn diese in einen anderen Stadtteil führen. Der Zuwachs bei den nicht-motorisierten Verkehrsmitteln im Modal Split spricht dafür, dass auch das nachgeordnete Straßen- und Wegenetz soweit möglich sicher und nutzbar bleiben muss.

6.1.3 Deskriptive Auswertung zu Teilgruppen

Neben der gesamthaften Auswertung des Rücklaufs wurden noch separate Auswertungen von Teilgruppen durchgeführt, da geprüft werden soll, ob bestimmte Umstände einen vorentscheidenden Einfluss auf die Mobilität von Personen in einer Hochwasserwoche haben.

Um Erkenntnisse darüber zu gewinnen, ob sich die Mobilität der Bewohner des Uferbereichs von der Mobilität der übrigen Bewohner in Laubegast unterscheidet, wurden eine Ufer- und eine Restgruppe definiert. Von den 544 Personen, die an der Erhebung teilgenommen haben, liegen zu 515 Personen Angaben zum Wohnort vor. Die Bewohner des Uferbereichs wohnen im in Abbildung 53 gelb markierten Bereich von Laubegast. Zu dieser Gruppe zählen 71 Personen. Zum restlichen Laubegast zählen 444 Personen.⁴¹⁶

Zunächst erfolgt ein kurzer Abriss zur sozioökonomischen Struktur der Teilgruppen. In beiden Teilgruppen lebt gut die Hälfte der Personen in einem Zwei-Personen-Haushalt. In der Ufergruppe entfällt der zweitgrößte Anteil auf Drei-Personen-Haushalte (18 %), während in der Restgruppe die Ein-Personen-Haushalte die zweitgrößte Antwortgruppe darstellen (27 %). Im Uferbereich zählen sich 19 % der Befragten zu einem Vier-oder-Mehr-Personen-Haushalt. In der Restgruppe sind es lediglich 7 %.

Die Gruppe der Uferbewohner ist etwas jünger als die Restgruppe. In der Ufergruppe ist knapp die Hälfte der Bewohner 45 bis 64 Jahre alt, ein Viertel ist mindestens 65 Jahre alt, das übrige Viertel bis 44 Jahre alt. In der Restgruppe gehört fast die Hälfte der Befragten der ältesten Gruppe an, ein Drittel gehört der Altersgruppe der 44- bis 64-jährigen an. Die übrigen 20 % sind 44 Jahre oder jünger.

Die Haushaltsausstattung wurde als weiteres Kriterium zur Beschreibung der Teilgruppen herangezogen. Bei der Ausstattung mit Kfz sind keine großen Unterschiede in den Teilgruppen zu erkennen. Der Großteil verfügt über mindestens ein Kfz im Haushalt (Uferbereich: 87 %, Restbereich: 84 %). Die Fahrradausstattung unterscheidet sich deutlicher. Während in der Ufergruppe nur 6 % der Befragten kein Fahrrad besitzen, sind es in der Restgruppe fast drei Mal so viele (17 %). Auch bezogen auf ÖV-Zeitkarten ist die Ufergruppe deutlich besser ausgestattet. Dort ist in 59 % der Haushalte eine ÖV-Zeitkarte vorhanden. In der Restgruppe ist im Großteil *keine* ÖV-Zeitkarte vorhanden (56 %).

Abschließend wurden der Erwerbstätigenstatus und die Einkommenslage untersucht. In der Ufergruppe ist knapp die Hälfte der Befragten in Vollzeit beschäftigt. Die zweitgrößte Gruppe im Uferbereich bilden die Rentner (27 %). In der Restgruppe sind knapp die Hälfte der Befragten Rentner. Dort bilden die in Vollzeit Beschäftigten die zweitgrößte Gruppe (36 %). Die meisten Befragten ordnen sich der Einkommensgruppe von 2.000 bis unter 3.000 € zu. Dies gilt sowohl für die Ufer- als auch die Restgruppe. Allerdings liegt der Anteil der Personen, die ein Haushaltseinkommen von mindestens 3.000 € angeben, in der Ufergruppe bei knapp 50 %. Im restlichen

⁴¹⁶ Es gibt also 29 Personen, die weder der Ufer- noch der Restgruppe zugeordnet werden können.

Laubegast liegt der Anteil der Personen, die ein Haushaltseinkommen von mindestens 3.000 € vorweisen können, bei etwa einem Drittel. Diese Unterschiede müssen in Zusammenhang mit den Differenzen in der Haushaltsgröße gesehen werden.

Auswertungen zum Verkehrsaufkommen

In der normalen Woche sind die Bewohner des Uferbereichs etwas mobiler als die Restgruppe (12,1 gegenüber 10,5 Wege/Person). In der Woche mit Hochwasser gaben 48 der 71 Uferbewohner mindestens einen Weg an. In der Restgruppe sind es 344 von 444 Personen. Damit liegen in der Hochwasserwoche anteilig für mehr Bewohner der Restgruppe Informationen zur Mobilität vor als für die Ufergruppe. Es ist allerdings nicht klar, ob der geringere Rücklauf in der Ufergruppe mit einer geringeren Mobilität im Vergleich zur Restgruppe korreliert oder dort beispielsweise eine höhere Berichtsmüdigkeit ein Grund sein kann. In der Hochwasserwoche machen die Uferbewohner im Schnitt 8,0 Wege pro Person, in der Restgruppe liegt der Durchschnitt bei 7,2 Wegen. In beiden Gruppen ist ein ähnlich hoher Rückgang im Aufkommen zu beobachten.

Betrachtet man das Aufkommen nach Wegzweck in einer normalen Woche, lassen sich nur geringfügige Unterschiede in den Teilgruppen erkennen. In der Ufergruppe liegt der Anteil der Arbeits- und der Begleitwege etwas höher als in der Restgruppe. Dafür ist der Anteil der Besorgungs- und Service- und Freizeitwege in der Restgruppe etwas größer. Die Unterschiede zwischen der normalen Woche (NW) und der Hochwasserwoche (HW) sind in folgender Tabelle 51 zu sehen.

Tabelle 51: Verschiebungen in der Bedeutung der Wegzwecke

	Delta Ufergruppe HW-NW	Delta Restgruppe HW-NW
Arbeit	+7 PP	+2 PP
Ausbildung	+2 PP	-1 PP
Besorgung/Service	-	-1 PP
Bringen/Holen	-7 PP	-
Freizeit	-2 PP	-1 PP

Wie sich zeigt, gewinnen in der Ufergruppe Arbeitswege an Bedeutung, während Begleitwege (Bringen/Holen) weniger wichtig werden. Auch bei Ausbildungswegen ist ein leichter Zugewinn in der Bedeutung zu erkennen, während Freizeitwege weniger wichtig werden. In der Restgruppe gewinnen die Arbeitswege leicht an Bedeutung.

Auswertungen zur Verkehrsmittelwahl

Analog zur Wegzweckuntersuchung wurde die Verteilung auf die Verkehrsmittel betrachtet. In der normalen Woche liegt der Anteil des Fahrrads in der Ufergruppe höher als in der Restgruppe, während es sich beim Pkw umgekehrt verhält. Betrachtet man die Unterschiede zwischen der normalen Woche (NW) und der Hochwasserwoche (HW), so zeigt sich in beiden Teilgruppen eine steigende Bedeutung der nicht-motorisierten Verkehrsmittel (vgl. Tabelle 52).

Tabelle 52: Verschiebungen in der Bedeutung der Verkehrsmittel

	Delta Ufer HW-NW	Delta Rest HW-NW
Zu Fuß	+11 PP	+20 PP
Fahrrad	+5 PP	+2 PP
Pkw	-8 PP	-18 PP
ÖV	-8 PP	-3 PP

Die Verschiebungen in der Restgruppe fallen jedoch deutlicher aus als in der Ufergruppe.

Auswertungen zur Wegdauer

Auch zur Wegdauer lassen sich interessante Unterschiede zwischen der Ufer- und der Restgruppe feststellen. In der nachfolgenden Tabelle 53 sind der Median in der normalen Woche (NW) und die Veränderung in der Hochwasserwoche (Δ HW) zu erkennen.

Tabelle 53: Median zur Wegdauer und Veränderungen in der Hochwasserwoche in min

	Arbeit		Ausbildung		Besorgung/ Service		Bringen/ Holen		Freizeit		Gesamt	
	NW	Δ HW	NW	Δ HW	NW	Δ HW	NW	Δ HW	NW	Δ HW	NW	Δ HW
Ufer	30	+20	25	+35	20	+20	17,5	+42,5	30	+30	30	+20
Rest	25	+20	18	+14,5	30	-	15	+15	40	+5	30	+7,5

Wie sich zeigt, steigt außer bei den Besorgungs- und Servicewegen in der Restgruppe überall in der Hochwasserwoche die Wegdauer an. Außerdem lässt sich erkennen, dass der Anstieg in der Ufergruppe meist größer als in der Restgruppe ausfällt. Eine Ausnahme bilden die Arbeitswege.

Auswertungen zur Zielwahl

Für die Ufer- und die Restgruppe wurden getrennte Auswertungen zur Verteilung der Ziele nach Distanz vorgenommen. Es zeigt sich, dass der Nahbereich in beiden Teilgruppen in der normalen Woche einen ähnlichen Stellenwert einnimmt. Etwa ein Drittel der Wege führen in beiden Gruppen in der normalen Woche in einen Umkreis von 3 km. In Tabelle 54 sind die Unterschiede zwischen normaler Woche (NW) und Hochwasserwoche (HW) in der Bedeutung der Distanzbänder zu sehen.

Tabelle 54: Verschiebungen in der Bedeutung der Distanzbänder

	Delta Ufer HW-NW	Delta Rest HW-NW
Bis 3 km	+14 PP	+5 PP
3 bis 10 km	-15 PP	-4 PP
Über 10 km	+1 PP	-1 PP

Es zeigt sich, dass in beiden Teilgruppen die Bedeutung des Nahbereichs in der Hochwasserwoche steigt. Allerdings sind die Verschiebungen in der Ufergruppe deutlich größer als in der Restgruppe.

Zur Bedeutung der Distanz der Ziele wurden auch Auswertungen für Teilgruppen anhand der Berufstätigkeit und der Kfz-Verfügbarkeit im Haushalt vorgenommen. Unterscheidet man die Grundgesamtheit anhand der Kfz-Verfügbarkeit, so sieht man in der Gruppe der Kfz-Besitzer eine steigende Bedeutung des Nahbereichs bis 3 km. In der Gruppe, die kein Kfz besitzt, geht der Anteil der Ziele im Nahbereich leicht zurück. Unterteilt man die Grundgesamtheit anhand des Merkmals zur Berufstätigkeit, lässt sich in beiden Teilgruppen eine steigende Bedeutung des Nahbereichs erkennen. Allerdings steigt der Anteil der Wege in den Nahbereich bei der Gruppe der Nicht-Berufstätigen doppelt so stark an wie in der Gruppe der Berufstätigen (+10 PP im Vergleich zu +5 PP).

6.2 Hypothesentests und tiefergehende Analysen zu ausgewählten Fragestellungen

In Kapitel 6.1 wurden deskriptive Ergebnisse der Befragung vorgestellt. In diesem Kapitel werden einige statistische Tests durchgeführt, um die in Kapitel 5.1 zum Themenbereich 2: *Verhalten im Hochwasserfall* entwickelten Forschungshypothesen zum Mobilitätsverhalten zu überprüfen, die aufbauend auf den Erkenntnissen aus Kapitel 3 und Kapitel 4.2 formuliert wurden. Außerdem werden weitere tiefergehende Analysen vorgenommen. In der nachfolgenden Tabelle 55 sind die Forschungshypothesen überblicksartig zusammengefasst.

Tabelle 55: Überblick zu den Forschungshypothesen

Forschungshypothesen	
1	Im Hochwasserfall geht das Verkehrsaufkommen im Vergleich zum Normalfall deutlich zurück.
2a	Im Falle eines Hochwassers steigen die Anteile der Wege für die Verkehrszwecke Besorgung/Service und Bringen/Holen, während die Anteile für die Zwecke Arbeit, Ausbildung und Freizeit sinken.
2b	Ziele im Nahbereich gewinnen an Bedeutung: Nur für Zwecke, die weiterhin wichtig sind und die nicht an einem näher gelegenen Ort erfüllt werden können, werden noch weite Wege in Kauf genommen.
3a	Im Falle eines Hochwassers steigt die Bedeutung des Zufußgehens und des Fahrradfahrens, gemessen am Verkehrsaufkommen. ÖV und Pkw verlieren an Bedeutung.
3b	Wechselverhalten: Wer vorher zu Fuß oder mit dem Fahrrad unterwegs war, bleibt eher dabei. Vom Pkw und ÖV wird mehr weggewechselt. Von Pkw und ÖV zu Fuß und Fahrrad gibt es mehr Wechsel als umgekehrt.
4a	Die mittlere Wegdauer nimmt signifikant und deutlich zu,
4b	allerdings auch deren Streuung.
5a	Bei der mittleren Anzahl der Wege gibt es keine signifikante und deutliche Änderung,
5b	allerdings bei deren Streuung.

Dieses Kapitel ist wie folgt aufgebaut. Zunächst erfolgt ein kurzer Abriss zur Theorie von Hypothesentests. Es existiert eine ganze Reihe verschiedener Tests. Welcher Test verwendet wird, hängt von der zu prüfenden Hypothese und den zugrunde liegenden Daten ab. In dieser Arbeit wurden unterschiedliche Tests verwendet. Teilweise wird dasselbe Testverfahren für mehrere Hypothesen verwendet.

In den nachfolgenden Abschnitten wird jeweils eine Hypothese aus Tabelle 55 herangezogen und zunächst die zu prüfende Hypothese und der verwendete Test vorgestellt. Falls der Test zum ersten Mal verwendet wird, werden das grundsätzliche Einsatzgebiet des Tests und die Testvoraussetzungen genauer erläutert. Es wird gezeigt, welche Daten für die Überprüfung des Tests verwendet werden (Input), ggf. auch, wie diese Inputtabelle erzeugt wurde, und es wird geklärt, wie es um die Erfüllung der Testvoraussetzungen steht. Der Abschnitt schließt mit den Ergebnissen, die sich aus dem Test ergeben (Output). Diese werden, sofern sinnvoll, unter Berücksichtigung deskriptiver Erkenntnisse diskutiert.

Die Durchführung statistischer Tests besteht aus folgenden Schritten. Nachdem der genaue Sachverhalt, der geprüft werden soll, geklärt wurde, stellt man eine Null- und eine Alternativhypothese auf. Meist wird im Folgenden auf Unterschiede in den Datensätzen aus der normalen Woche und der Hochwasserwoche getestet. Die Null- und die Alternativhypothese sind komplementär zueinander. Um die Forschungshypothese zu stützen, ist die Nullhypothese statistisch signifikant zu verwerfen. Dementsprechend steht die Aussage, die man bestätigt haben möchte, in unserem Fall meistens, dass ein bestimmter Unterschied zwischen normaler Woche und Hochwasserwoche vorliegt, in der Alternativhypothese. Die gegenteilige Aussage steht in der Nullhypothese. Wenn die Nullhypothese nicht verworfen werden kann, ist keine Aussage zur Signifikanz möglich. Der statistische Test liefert einen sog. p-Wert. Der p-Wert gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass man fälschlicherweise die Nullhypothese

verwirft, sich also für die Alternativhypothese entscheidet, obwohl die Nullhypothese gilt (sog. falsch-positive Entscheidung). Je kleiner der p-Wert ist, desto geringer ist demnach die Wahrscheinlichkeit einer falsch-positiven Entscheidung. Um die Signifikanz eines Testergebnisses besser einschätzen zu können, gibt man ein Signifikanzniveau α vor. Wenn der durch den Test ermittelte p-Wert unterhalb des vorgegebenen α -Wertes liegt, kann die Nullhypothese verworfen und die Alternativhypothese angenommen werden. Man spricht dann von einem statistisch signifikanten Ergebnis zum Niveau α . Dieses liegt in der Regel bei 5 %. Liegt der p-Wert unter 0,1 aber über 0,05 lässt sich die Alternativhypothese zum Signifikanzniveau $\alpha = 10\%$ annehmen. Je geringer der α -Wert ausfällt, desto höher ist demnach die Signifikanz einzuschätzen. Für die erreichte Signifikanz hat sich eine Sternchen-Notation etabliert, die im Weiteren auch verwendet wird (vgl. Tabelle 56):

Tabelle 56: Notation zur erreichten Signifikanz

Erreichtes Signifikanzniveau α	Notation
5 %	*
1 %	**
0,1 %	***

Um neben der Signifikanz die praktische Bedeutung der Ergebnisse einzuschätzen, werden Änderungskoeffizienten gebildet und miteinander verglichen.⁴¹⁷

Forschungshypothese 1 besagt, dass sich das Verkehrsaufkommen in der Woche mit Hochwasser deutlich reduziert im Vergleich zur normalen Woche. In Kapitel 6.1.2 in Tabelle 45 ist das Aufkommen der normalen Woche und der Hochwasserwoche gegenübergestellt worden. Dort wurde ersichtlich, dass das Aufkommen im Hochwasserfall 52 % des Aufkommens des Normalfalls entspricht. Die Deutlichkeit ist zunächst ein vage definierter Begriff, allerdings spricht die ungefähre Halbierung des Aufkommens für einen deutlichen Rückgang. Ein statistischer Test wurde hierzu nicht durchgeführt.

6.2.1 Wegzwecke und Distanzen von Zielen

Die Forschungshypothese 2 geht Fragen zur Bedeutung von Wegzwecken und zur Zielwahl nach. Es wird vermutet, dass sich die Verteilung der Wegzwecke am Aufkommen im Hochwasserfall und im Normalfall unterscheiden. Zudem besteht die Annahme, dass sich die Wege im Hochwasserfall stärker auf den Nahbereich konzentrieren als es in der normalen Woche der Fall ist. Diese Hypothesen werden in 6.2.1.1 und in 6.2.1.2 überprüft.

⁴¹⁷ Eine andere Möglichkeit wäre, die sog. Effektstärke zu ermitteln. Allerdings spielen die Änderungskoeffizienten in Kapitel 7 eine wesentliche Rolle, sodass diese verwendet werden, um die Deutlichkeit von Ergebnissen zu diskutieren. Die Diskussion erfolgt teilweise hier in Kapitel 6.2 (wenn die Deutlichkeit in der Forschungshypothese thematisiert ist), teilweise in Kapitel 7.

6.2.1.1 Wegzwecke (Forschungshypothese 2a)

Die Forschungshypothese, die geprüft werden soll, lautet: Im Falle eines Hochwassers steigen die Anteile der Wege für die Verkehrszwecke Besorgung/Service und Bringen/Holen, während die Anteile für die Zwecke Arbeit, Ausbildung und Freizeit sinken. Zur Überprüfung der Hypothese werden die Anteile der Wegzwecke in der normalen Woche mit den Anteilen der Wegzwecke in der Woche mit Hochwasser verglichen. Der im Folgenden benutzte Zweistichprobentest für Anteilswerte, verkürzt im Weiteren auch als „Anteilstest“ bezeichnet, wird in der vorliegenden Arbeit mehrfach verwendet.

Man möchte prüfen, ob sich die Anteilswerte p_A und p_B in zwei Stichproben A und B so stark unterscheiden, dass man behaupten kann, die Anteilswerte π_A und π_B der Populationen, aus denen p_A und p_B gezogen wurden, sind unterschiedlich.⁴¹⁸ Er setzt voraus, dass es sich um unabhängige Zufallsstichproben handelt und dass für jeden Datenpunkt eine eindeutige Zuordnung zu einer der beiden Vergleichsgruppen vorgenommen werden kann.

Die beiden verglichenen Datensätze umfassen einmal Angaben zur normalen Woche und einmal Angaben zur Hochwasserwoche. Jeder Datenpunkt kann eindeutig der normalen oder der Hochwasserwoche zugeordnet werden. Zudem handelt es sich um zwei Zufallsstichproben (vgl. hierzu den Abschnitt 5.4 zur Verteilung des Fragebogens). Die Voraussetzung der Unabhängigkeit der Datensätze stellt jedoch eine kritische Annahme dar. Die Umfrageteilnehmer, die Angaben zur Hochwasserwoche gemacht haben, sind eine Teilmenge der Umfrageteilnehmer, die Angaben zur normalen Woche gemacht haben. Zudem führt die Berücksichtigung der Häufigkeiten in den Angaben zu Abhängigkeiten innerhalb der Datensätze.⁴¹⁹ Die Unabhängigkeitsvoraussetzung ist demnach nicht gegeben. Dies muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. Der Test wird dennoch verwendet, da kein einfaches Testverfahren existiert, welches verbundene und unabhängige Datenpunkte als Input zulässt.

Im weiteren Verlauf der Arbeit wird zusätzlich zum Zweistichprobentest für Anteilswerte der McNemar-Test zur Anwendung kommen, der verbundene Stichproben voraussetzt. Dieser wird bei Auswertungen zur Verkehrsmittelwahl genutzt werden.⁴²⁰

⁴¹⁸ Vgl. Klemm (2002), S. 206.

⁴¹⁹ Im Weiteren wird auch die Bezeichnung „gewichtete Datensätze“ verwendet werden, um die Berücksichtigung der Häufigkeiten im Dateninput deutlich zu machen.

⁴²⁰ Der McNemar-Test bietet sich an, um das Wechselverhalten bzw. die Anteile zwischen zwei Situationen zu vergleichen. Der Test bezieht sich auf abhängige Stichproben und die Ausprägungen müssen als dichotomes Merkmal erfasst werden, d.h. es müssen zwei Ausprägungen gegenübergestellt werden, die sich gegenseitig ausschließen. Man kann entweder Zuzußgehen oder ein anderes Verkehrsmittel nehmen. Die Entscheidung für einen Wegzweck ist aber keine Entscheidung gegen die übrigen Wegzwecke, sodass die McNemar-Tests bzw. die zugehörigen Vier-Felder-Schemata für Untersuchungen zu den Wegzwecken nicht verwendet werden können.

6. Mobilitätsverhalten in Laubegast - Ergebnisse

In der Arbeit wurden teilweise auch Datensätze als Input verwendet, in denen die Häufigkeiten der Angaben nicht berücksichtigt wurden (sog. ungewichtete Datensätze). Damit konnte eine Art der Verletzung der Unabhängigkeit abgestellt werden. Die andere (Umfrageteilnehmer, die Angaben zur Hochwasserwoche gemacht haben, sind eine Teilmenge der Umfrageteilnehmer, die Angaben zur normalen Woche gemacht haben) bestand in diesen Datensätzen aber weiterhin. Die Ergebnisse anhand der ungewichteten Datensätze fielen durchweg ähnlich wie die Ergebnisse anhand der gewichteten Datensätze aus. Auf die Darstellung der Ergebnisse anhand der ungewichteten Datensätze wird daher und aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet.

Der Input für den Zweistichprobentest, der zur Prüfung des Anteils der Wegzwecke benutzt wird, besteht aus allen Wegangaben unter Berücksichtigung der genannten Häufigkeiten (vgl. Tabelle 57).

Tabelle 57: Input für Hypothesentest zur Bedeutung der Wegzwecke

Zweck	Normale Woche		Hochwasserwoche	
	absolut	prozentual	absolut	prozentual
Arbeit	1.311,3	23 %	764,9	26 %
Ausbildung	112,9	2 %	58,4	2 %
Besorgung/ Service	2.110,8	37 %	1.092,3	37 %
Bringen/ Holen	600,1	10 %	270,4	9 %
Freizeit	1.631,1	28 %	804,5	27 %
Summe	5.766	100 %	2.991	100 %

In Tabelle 58 sind die aufgestellten Null- und Alternativhypothesen zu sehen, die sich aus der Forschungshypothese 2a ergeben. Außerdem ist der p-Wert, der sich aus dem Test jeweils ergibt, dort festgehalten. Wir wollen die Nullhypothese verwerfen, um die Alternativhypothese annehmen zu können. Dazu muss der p-Wert kleiner als 0,05 sein.

Tabelle 58: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Forschungshypothese 2a

Zweck	Nullhypothese	Alternativhypothese	p-Wert	Signifikanz
Arbeit	Anteil steigt	Anteil fällt	0,9983	-
Ausbildung	Anteil steigt	Anteil fällt	0,5	-
Besorgung/ Service	Anteil fällt	Anteil steigt	0,5231	-
Bringen/ Holen	Anteil fällt	Anteil steigt	0,9767	-
Freizeit	Anteil steigt	Anteil fällt	0,0881	-

Wie sich zeigt, kann keine der angenommenen Hypothesen zur Änderung der Wegzwecke bestätigt werden. Die p-Werte in Tabelle 58 zu den Wegzwecken Arbeit und Bringen/Holen liegen sogar nahe bei 1 und lassen die Vermutung zu, dass ein signifikanter Unterschied zwischen dem Anteil der normalen und der Hochwasserwoche der Wegzwecke existiert, jedoch in umgekehrter Richtung. Daher wurden für die Wegzwecke Arbeit und Bringen/Holen die Gegenhypothesen getestet (vgl. Tabelle 59).

Tabelle 59: Ausgewählte Gegenhypothesen und p-Werte zu Forschungshypothese 2a

Zweck	Nullhypothese	Alternativhypothese	p-Wert	Signifikanz
Arbeit	Anteil fällt	Anteil steigt	0,001706	**
Bringen/Holen	Anteil steigt	Anteil fällt	0,02329	*

Es lassen sich demnach signifikante Unterschiede im Anteil der Arbeits- und der Bring- und Holwege zwischen normaler Woche und Hochwasserwoche nachweisen, wobei der Anteil der Arbeitswege in der Hochwasserwoche signifikant höher liegt als in der normalen Woche. Bei den Bring- und Holwegen liegt der Anteil im Hochwasserfall signifikant niedriger als in der normalen Woche. Für die Freizeitwege lässt sich ein signifikanter Rückgang zum Signifikanzniveau von $\alpha = 10\%$ beobachten (vgl. Tabelle 58). Absolut betrachtet sind in der Hochwasserwoche alle Wegzwecke zurückgegangen.

Die im Vergleich zu den ausgangs aufgestellten Hypothesen gegenteilig ausfallenden Testergebnisse lassen sich damit erklären, dass der Anteil der Arbeits- und Begleitwege zwar absolut gesehen rückläufig ist, wie in den Hypothesen erwartet, jedoch insgesamt betrachtet der Rückgang bei den Arbeitswegen weniger stark als bei den übrigen Wegzwecken ausfällt. Diese Tatsache führt zu einer insgesamt steigenden Bedeutung dieses Wegzwecks im Hochwasserfall. Offenbar ist das unterstellte Hochwasserereignis nicht so stark, dass die Arbeitswege in großem Umfang aufgegeben werden müssen. Bei den Freizeitwegen kann eine fallende Bedeutung im Hochwasserfall grundsätzlich bestätigt werden, sie fällt jedoch weniger stark als vermutet aus.

Der Test zur Bedeutung der Wegzwecke wurde auch für die Teilgruppe derjenigen Personen, die im Uferbereich von Laubegast wohnen, durchgeführt, außerdem für die Teilgruppe der Personen, die nicht im Uferbereich wohnen (sog. Restgruppe). Es sei darauf hingewiesen, dass die Summe aus Ufergruppe und Restgruppe nicht ganz der Grundgesamtheit entspricht, da einige Personen keine Angaben zu ihrem Wohnbereich gemacht haben. Für die Grundgesamtheit konnte die fallende Bedeutung der Begleitwege (Bringen/Holen) und die steigende Bedeutung der Arbeitswege gezeigt werden. Für die Ufergruppe trifft dies auch zu, zusätzlich kann ein Anstieg im Anteil der Ausbildungswege gezeigt werden. Für die Restgruppe ist nur beim Wegzweck Arbeit eine steigende Bedeutung zu sehen, die Aussage zu den Begleitwegen ist bei ihnen nicht mehr signifikant.

Die im Vorfeld aufgestellten Forschungshypothesen zur Bedeutung der Wegzwecke können somit eher nicht bestätigt werden. Im Gegenteil zur vorherigen Vermutung ist eine steigende Bedeutung der Arbeitswege zu erkennen. Bei den Begleitwegen (Bringen/Holen) ist eine fallende Bedeutung zu sehen (außer in der Teilgruppenbetrachtung für die Restgruppe). Freizeitwege werden tendenziell weniger wichtig. Unter Berücksichtigung des gesamten Rückgangs über alle Wegzwecke sind die Verschiebungen in der Hochwasserwoche jedoch plausibel.

6.2.1.2 Distanzen von Zielen (Forschungshypothese 2b)

In diesem Abschnitt wird Forschungshypothese 2b überprüft: Ziele im Nahbereich gewinnen an Bedeutung: Nur für Zwecke, die weiterhin wichtig sind und die nicht an einem näher gelegenen Ort erfüllt werden können, werden noch weite Wege in Kauf genommen.

Die Datenbasis bilden alle Wege, zu denen Zielangaben vorliegen, die nach ihrer Distanz ausgewertet werden konnten. Bei den Angaben zur Zielwahl ist nicht zu erwarten, dass Ausreißer vorliegen, sodass keine Datenpunkte ausgeschlossen wurden. Auch in der Distanzauswertung wurden Angaben zur Häufigkeit mitberücksichtigt. Die Voraussetzung der Unabhängigkeit der Datenpunkte ist auch für die hier verwendeten Datensätze nicht erfüllt. Die Begründung ist identisch zur Erklärung bei Betrachtung der Wegzwecke.

Jeder Weg, zu dem die Distanz von Laubegast aus bekannt ist, kann einem Distanzband zugeordnet werden. Als Nahbereich wurde ein Radius von 3 km gewählt. Zum einen soll eine Gesamtbetrachtung erfolgen und so zur Gesamtheit der Wege eine Aussage zu signifikanten Änderungen getroffen werden. Zum anderen erfolgt eine Betrachtung der Distanzen getrennt für die einzelnen Wegzwecke. Die Inputdaten für die Gesamtbetrachtung sind in der nachfolgenden Tabelle 60 zu sehen.

Tabelle 60: Input für Hypothesentest zur Bedeutung des Nahbereichs

	Normale Woche				Hochwasserwoche			
	0 bis 3 km	3 bis 10 km	Über 10 km	Summe	0 bis 3 km	3 bis 10 km	Über 10 km	Summe
absolut	1.814	3.051	292	5.157	1.111	1.407	128	2.646
anteilig	35,2 %	59,2 %	5,7 %	100 %	42,0 %	53,2 %	4,8 %	100 %

Die Inputdaten für die Auswertung nach den einzelnen Wegzwecken werden im Folgenden nicht gezeigt, lediglich die Ergebnisse. Wie bereits bei Forschungshypothese 2a wird wieder der Anteilstest verwendet. Die Null- und Alternativhypothesen sowie die Ergebnisse sind nachfolgend zu finden (Tabelle 61).

Tabelle 61: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Forschungshypothese 2b

Zweck	Nullhypothese	Alternativhypothese	p-Wert	Signifikanz
Gesamt	Anteil bis 3 km fällt	Anteil bis 3 km steigt	$2,311 \cdot 10^{-9}$	***
Arbeit	Anteil bis 3 km fällt	Anteil bis 3 km steigt	0,392	-
Ausbildung	Anteil bis 3 km fällt	Anteil bis 3 km steigt	0,5	-
Besorgung/ Service	Anteil bis 3 km fällt	Anteil bis 3 km steigt	$2,466 \cdot 10^{-10}$	***
Bringen/ Holen	Anteil bis 3 km fällt	Anteil bis 3 km steigt	0,003696	**
Freizeit	Anteil bis 3 km fällt	Anteil bis 3 km steigt	0,0001458	***

Die Ergebnisse zeigen, dass die Forschungshypothese bestätigt werden kann. Insgesamt geht der Anteil der Wege im Nahbereich signifikant nach oben (Zeile Gesamt). Bei Arbeits- und Ausbildungswegen lässt sich die Nullhypothese nicht verwerfen. Die Ergebnisse lassen sich durch die geringe Flexibilität in der Zielwahl bei Arbeits- und Ausbildungswegen erklären, wohingegen die übrigen Wegzwecke höhere Freiheitsgrade aufweisen. Vor dem Hintergrund des absoluten Rückgangs an Wegen in der Hochwasserwoche sind die Ergebnisse aus dem Signifikanztest plausibel.

Um festzustellen, welchen Einfluss der Radius auf die Ergebnisse hat, wurden auch Tests durchgeführt, bei denen der Nahbereich weiter (5 km) oder enger (2 km) gefasst war. Für die Gesamtheit der Wege liefert der Anteilstest in jedem Szenario ein signifikantes Ergebnis, d.h. unabhängig davon, ob man den Nahbereich als 2 km-, 3 km- oder als 5 km-Umkreis definiert, steigt der Anteil der Wege im jeweils definierten Nahbereich in der Hochwasserwoche im Vergleich zur normalen Woche signifikant an. Wenn man die Besorgungs- und Servicewege für sich betrachtet, ergibt sich auch unabhängig vom gewählten Nahbereich ein signifikanter Anstieg der nahen Wege. Bei den Arbeits- und Ausbildungswegen lässt sich für keinen der untersuchten Nahbereiche ein signifikanter Anstieg im Anteil der nahen Wege nachweisen. Diese Ergebnisse gehen konform mit der aufgestellten Forschungshypothese.

Bei den Begleitwegen (Bringen und Holen) ergibt sich nur für den Nahbereich von 3 km ein signifikanter Anstieg im Anteil der nahen Wege, bei den Freizeitwegen nur für den 2 km- und den 3 km-Umkreis.

Für die Ufergruppe lässt sich nach jeder Nahbereichsdefinition ein signifikanter Anstieg der nahen Ziele zeigen (außer bei Arbeits- und Ausbildungswegen). In der Restgruppe sind ähnliche Ergebnisse wie in der Grundgesamtheit zu beobachten. Unterschiede gibt es bei den Begleitwegen. Hier kann für keine der Nahbereichsdefinitionen eine steigende Bedeutung der nahen Ziele bestätigt werden. Und über alle Wegzwecke betrachtet kann in der Restgruppe bei einem Nahbereich von 5 km ebenfalls kein signifikanter Unterschied im Anteil der Wege in der Hochwasserwoche nachgewiesen werden.

Als Ergänzung zur Betrachtung aller Wegangaben, denen eine Distanz zugeordnet werden kann, wurde ausgewertet, wie sich die Anteile der Wege in den Nah- und in den Fernbereich darstellen, wenn der betrachtete Wegzweck bei einer Person in beiden Fällen vorkam und in beiden Fällen genau ein Ziel angegeben wurde. Die Aufbereitung der Daten erfolgt in sog. Vier-Felder-Schemata (vgl. Tabelle 62).⁴²¹

Tabelle 62: Vier-Felder-Schemata für Ziele im Nah- und Fernbereich

		Anteile aus NW	
	Gesamt	Nahbereich	Fernbereich
Anteile aus HW	Nahbereich	32 %	10 %
	Fernbereich	3 %	55 %
	Arbeit	Nahbereich	Fernbereich
Anteile aus HW	Nahbereich	19 %	3 %
	Fernbereich	1 %	76 %
	Ausbildung	Nahbereich	Fernbereich
Anteile aus HW	Nahbereich	37 %	0 %
	Fernbereich	0 %	63 %
	Besorgung/ Service	Nahbereich	Fernbereich
Anteile aus HW	Nahbereich	34 %	15 %
	Fernbereich	5 %	46 %
	Bringen/Holen	Nahbereich	Fernbereich
Anteile aus HW	Nahbereich	42 %	10 %
	Fernbereich	9 %	39 %
	Freizeit	Nahbereich	Fernbereich
Anteile aus HW	Nahbereich	41 %	10 %
	Fernbereich	4 %	46 %

Die Angaben in jedem der farblich unterschiedenen Vier-Felder-Schemata addieren sich zu 100 %. Auf der Diagonalen wird dargestellt, wie hoch der Anteil der Wege ist, die in beiden Fällen (normale Woche (NW) und Hochwasserwoche (HW)) in den Nahbereich (bis zu 3 km Entfernung) führen, und der Anteil der Wege, die in beiden Fällen

⁴²¹ Die hier eingeführten Vier-Felder-Schemata bilden auch die Grundlage für den in Abschnitt 6.2.2.2 eingeführten McNemar-Test.

in den Fernbereich führen. Auf der Gegendiagonalen zeigt sich, wie groß der Anteil der Wege ist, bei dem sich die Zuordnung in den Nah- bzw. Fernbereich in den beiden Fällen ändert.

Insgesamt zeigt sich in dieser Darstellung, dass die Wege in der Hochwasserwoche meist in denselben Bereich wie in der normalen Woche führen (höhere Prozentwerte auf der Diagonalen als auf der Gegendiagonalen). Wie sich erkennen lässt, führen vor allem Arbeits- und Ausbildungswege in beiden Fällen in den Fernbereich. Der Anteil der Wechsler bewegt sich auf einem niedrigen Niveau (Wegzweck Arbeit) oder es sind keine Wechsel zu beobachten (Wegzweck Ausbildung). Es lässt sich auch beobachten, dass mehr Wege in der Hochwasserwoche in den Nahbereich führen, die zuvor in den Fernbereich führten als umgekehrt (vergleiche hierzu die Werte auf der Gegendiagonalen).

Es sei darauf hingewiesen, dass die für die Gegenüberstellungen in Tabelle 62 verwendeten Datensätze wesentlich kleiner sind als die für die Anteilstests in Tabelle 60 und Tabelle 61 verwendeten. Der Datensatzumfang für das Vier-Felder-Schema im Abschnitt gesamt beläuft sich auf 1.671 Angaben, für den Anteilstest beträgt die Anzahl der Angaben in der normalen Woche 5.157, in der Hochwasserwoche 2.646.

6.2.2 Verkehrsmittel

Forschungshypothese 3 enthält Vermutungen zu Unterschieden in der Bedeutung der Verkehrsmittel. Zunächst geht es um Verschiebungen in den Anteilen der Verkehrsmittel, anschließend um das Wechselverhalten der Befragten. Die beiden Teilaspekte zur Verkehrsmittelwahl werden in 6.2.2.1 und 6.2.2.2 untersucht.

6.2.2.1 Verschiebungen der Anteile der Verkehrsmittel (Forschungshypothese 3a)

Forschungshypothese 3a besagt: Im Falle eines Hochwassers steigt die Bedeutung des Zufußgehens und des Fahrradfahrens, gemessen am Verkehrsaufkommen. ÖV und Pkw verlieren an Bedeutung.

Wieder geht es um eine Verschiebung in den Anteilen, sodass der bereits bekannte Anteilstest verwendet werden kann. Als Input dienen zunächst alle Wege mit Angaben zur Verkehrsmittelwahl, wobei wieder die Häufigkeit der Wege mitberücksichtigt wird (vgl. Tabelle 63). Die Voraussetzung der Unabhängigkeit ist allerdings weiterhin nicht gewährleistet (vgl. vorangegangene Ausführungen hierzu).

6. Mobilitätsverhalten in Laubegast - Ergebnisse

Tabelle 63: Input für Hypothesentest zur Bedeutung der Verkehrsmittel

Modus	Normale Woche		Hochwasserwoche	
	absolut	prozentual	absolut	prozentual
Zu Fuß	1.567	28 %	1.359	47 %
Fahrrad	1.408	25 %	796	27 %
Pkw	1.886	34 %	465	16 %
ÖV	727	13 %	278	10 %
Summe	5.588	100 %	2.898	100 %

Null- und Alternativhypothesen sowie die Ergebnisse zur Verschiebung in der Bedeutung der Verkehrsmittel über alle Wegzwecke sind in Tabelle 64 zu sehen.

Tabelle 64: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Forschungshypothese 3a (alle Wege)

Gesamt	Nullhypothese	Alternativhypothese	p-Wert	Signifikanz
Zu Fuß	Anteil fällt	Anteil steigt	$< 2,2 \cdot 10^{-16}$	***
Fahrrad	Anteil fällt	Anteil steigt	0,01268	*
Pkw	Anteil steigt	Anteil fällt	$< 2,2 \cdot 10^{-16}$	***
ÖV	Anteil steigt	Anteil fällt	$2,275 \cdot 10^{-6}$	***

Wie sich zeigt, lässt sich die Forschungshypothese bei Betrachtung des Gesamtdatensatzes bestätigen. Neben der Gesamtbetrachtung erfolgte auch eine Auswertung der Verschiebungen innerhalb der einzelnen Wegzwecke. Die Ergebnisse sind in Anhang F zu finden.

Die Betrachtung der Ergebnisse in Anhang F zeigt, dass die Fußwege bei allen Wegzwecken signifikant an Bedeutung gewinnen.⁴²² Der Pkw verliert wie bereits über alle Wegzwecke auch innerhalb der einzelnen Wegzwecke signifikant an Bedeutung, außer auf Ausbildungswegen. Auf Ausbildungswegen *gewinnt* der Pkw signifikant an Bedeutung entgegen der Hypothese. Ein signifikant steigender Fahrradanteil lässt sich nur bei Arbeitswegen beobachten. Auf Besorgungs- und Servicewegen liegt ein signifikanter Anstieg zu $\alpha = 10 \%$ vor. Bei Begleitwegen (Bringen/Holen) nimmt das Fahrrad im Hochwasserfall einen signifikant geringeren Stellenwert ein. Die signifikant fallende Bedeutung des ÖV lässt sich in der Einzelbetrachtung bei Besorgungs- und Service- und Freizeitwegen sowie bei Ausbildungswegen zeigen. Bei den Ausbildungswegen liegt das Signifikanzniveau jedoch nur bei $\alpha = 10 \%$.

Auch bei der Verkehrsmittelwahl wurde untersucht, welche signifikanten Unterschiede zwischen normaler Woche und Hochwasserwoche in Teilgruppen zu sehen sind (jeweils über alle Wegzwecke). In der Ufergruppe kann die steigende Bedeutung des Fahrrads in der Hochwasserwoche nicht zum Signifikanzniveau von 5 % gezeigt

⁴²² Auf Ausbildungswegen jedoch lediglich mit $\alpha = 10 \%$.

werden, jedoch für ein Signifikanzniveau von 10 %. In der Restgruppe liegen die Ergebnisse der Signifikanztests in derselben Größenordnung wie bei Betrachtung der Grundgesamtheit.

Die Hypothese zur Änderung der Bedeutung der Verkehrsmittel kann im Großen und Ganzen damit bestätigt werden.

6.2.2.2 Wechselverhalten (Forschungshypothese 3b)

Ein weiterer Aspekt, der die Verkehrsmittelwahl betrifft, ist das Wechselverhalten. Es sollen folgende Vermutungen hierzu überprüft werden:

Teil 1: Wer vorher zu Fuß oder mit dem Fahrrad unterwegs war, bleibt eher dabei. Vom Pkw und ÖV wird mehr gewechselt.

Teil 2: Von Pkw und ÖV zu Fuß und Fahrrad gibt es mehr Wechsel als umgekehrt.

Teil 1: Wer vorher zu Fuß oder mit dem Fahrrad unterwegs war, bleibt eher dabei. Vom Pkw und ÖV wird mehr gewechselt.

Um Aussagen zur Signifikanz im Wechselverhalten zu ermitteln, wird der sog. McNemar-Test verwendet, der mit einem Vier-Felder-Schema arbeitet. Das Vier-Felder-Schema wurde bereits bei den Distanzen ergänzend zum Anteilstest verwendet, um weitere Erkenntnisse zu gewinnen. Der McNemar-Test ist ein Test zum Vergleich von Häufigkeiten für zwei verbundene Stichproben.⁴²³

Um die Voraussetzungen verbundener Stichproben so gut wie möglich zu erfüllen und die Forschungshypothesen bestmöglich adressieren zu können, werden nur bestimmte Datenpunkte in der Auswertung berücksichtigt. Für den McNemar-Test enthalten die vier Felder gewichtete Angaben zu Wegen, die sowohl im Normalfall als auch im Hochwasserfall mit genau einem Verkehrsmittel zurückgelegt werden. Die Ermittlung erfolgt getrennt nach Wegzwecken, die Angaben werden anschließend jedoch für eine Gesamtbetrachtung zusammengeführt. Der Umfang des Gesamtdatensatzes beläuft sich unter Berücksichtigung der Häufigkeiten auf 1.397 Angaben. Zur vollumfänglichen Prüfung der Hypothesen 3b zum Wechselverhalten ist die Betrachtung der deskriptiven Daten wichtig. Sie spielen daher in diesem Abschnitt eine besonders große Rolle.

Für den McNemar-Test müssen die Datenpunkte aus Zufallsstichproben stammen, und jeder Datenpunkt muss sich eindeutig einer der beiden beobachteten Gruppen (normale Woche oder Hochwasserwoche) zuordnen lassen können. Diese Voraussetzungen sind erfüllt.

Wie der Test genau funktioniert, wird im Weiteren gezeigt. Die zu prüfende Aussage lautet: Wer vorher zu Fuß oder mit dem Fahrrad unterwegs war, bleibt eher dabei.

⁴²³ Vgl. Weiß (2008), S. 204 und S. 238.

Vom Pkw und ÖV wird mehr weggewechselt. Zur Beantwortung der Frage werden zunächst Vierfelder-Schemata aufgestellt, die als Input für den McNemar-Test benötigt werden. In den Tabellen wird jeweils die Nutzung eines der vier betrachteten Verkehrsmittel den übrigen gegenübergestellt (vgl. Tabelle 65 bis Tabelle 68).

Tabelle 65: Vierfelder-Matrix zum Zufußgehen

		Anteile aus NW	
		Zu Fuß	Nicht zu Fuß
Anteile aus HW	Zu Fuß	24 %	18 %
	Nicht zu Fuß	4 %	54 %

Tabelle 66: Vierfelder-Matrix zum Fahrradfahren

		Anteile aus NW	
		Fahrrad	Nicht Fahrrad
Anteile aus HW	Fahrrad	21 %	10 %
	Nicht Fahrrad	9 %	60 %

Tabelle 67: Vierfelder-Matrix zur Pkw-Nutzung

		Anteile aus NW	
		Pkw	Nicht Pkw
Anteile aus HW	Pkw	14 %	3 %
	Nicht Pkw	19 %	64 %

Tabelle 68: Vierfelder-Matrix zur ÖV-Nutzung

		Anteile aus NW	
		ÖV	Nicht ÖV
Anteile aus HW	ÖV	5 %	5 %
	Nicht ÖV	4 %	86 %

Die Prozentangaben summieren sich in jeder Tabelle zu 100 %. Die 1.397 Wegangaben wurden in den Vier-Felder-Schemata lediglich unterschiedlich aufbereitet. In Tabelle 65 lässt sich erkennen, dass 24 % der 1.397 Wege sowohl in der normalen Woche (NW) als auch in der Hochwasserwoche (HW) zu Fuß zurückgelegt werden. Der zweite Wert in der ersten Zeile zeigt, dass 18 % der Wege, die in der normalen Woche nicht zu Fuß gemacht wurden, in der Hochwasserwoche zu Fuß gemacht werden (sog. „Hin-Wechsler“). Ähnlich lassen sich die 4 % in der zweiten Zeile interpretieren: 4 % der Wege, die in der normalen Woche zu Fuß erledigt wurden, werden in der Hochwasserwoche nicht mehr zu Fuß erledigt (finden aber weiterhin statt). Das sind die „Weg-Wechsler“. Zuletzt werden 54 % der Wege weder in der normalen Woche noch in der Hochwasserwoche zu Fuß zurückgelegt. Auf analoge Weise lassen sich Tabelle 66 bis Tabelle 68 interpretieren.

Zur Analyse der Aussage, dass, wer vorher zu Fuß gegangen oder mit dem Fahrrad gefahren ist, eher dabei bleibt, und beim Pkw und ÖV mehr weggewechselt wird, werden die ersten Spalten von Tabelle 65 bis Tabelle 68 miteinander verglichen. In der ersten Spalte kann man den Anteil der Wege, die sowohl in der normalen Woche als auch in der Hochwasserwoche mit einem betrachteten Verkehrsmittel gemacht

werden, mit dem Anteil der Wege, die in der normalen Woche mit dem betrachteten Verkehrsmittel gemacht werden, in der Hochwasserwoche jedoch mit einem anderen Verkehrsmittel (Weg-Wechsler) gemacht werden, vergleichen.

Beim Zufußgehen zeigt sich, dass deutlich mehr Wege weiterhin zu Fuß gemacht werden als im Hochwasserfall mit einem anderen Verkehrsmittel (Tabelle 65, erste Spalte: 24 % im Vergleich zu 4 %). Auch in der Tabelle zur Fahrradnutzung (Tabelle 66) ist der Anteil der Nicht-Wechsler deutlich größer als der Anteil der Weg-Wechsler (21 % gegenüber 9 %).

Bei Betrachtung der Pkw-Nutzung (Tabelle 67) lässt sich erkennen, dass der Anteil der Wege, die in der Hochwasserwoche nicht mehr mit dem Pkw zurückgelegt werden, höher liegt als der Anteil der Wege, die sowohl in der normalen Woche als auch in der Hochwasserwoche mit dem Pkw gemacht werden (19 % Weg-Wechsler gegenüber 14 % Nicht-Wechsler).

Bei der ÖV-Nutzung sind die Anteile der Weg-Wechsler und der Nicht-Wechsler etwa gleich groß (Tabelle 68, 5 % Nicht-Wechsler gegenüber 4 % Weg-Wechsler).

Diese deskriptiven Beobachtungen anhand der Vier-Felder-Schemata stehen bereits weitgehend in Einklang mit Teil 1 der Hypothese 3b. Darüber hinaus wird der Anteil der Hin-Wechsler und der Weg-Wechsler in den Matrizen auf signifikante Unterschiede hin geprüft. Hier wird nun der McNemar-Test verwendet.

Dazu vergleicht er die Werte auf der Gegendiagonalen im Vierfelder-Schema und gibt an, ob ein signifikanter Unterschied besteht. Im Beispiel von Tabelle 65 werden die 18 %, die in der normalen Woche nicht zu Fuß, aber in der Hochwasserwoche zu Fuß unterwegs sind, mit den 4 %, die in der normalen Woche zu Fuß, in der Hochwasserwoche aber nicht zu Fuß unterwegs sind, verglichen.⁴²⁴ Der McNemar-Test kann nur als zweiseitiger Test durchgeführt werden. Mit dem Test lassen sich daher keine direkten Aussagen zur Richtung des Unterschieds ermitteln. Allerdings liefert der Blick auf die deskriptiven Anteile dann darüber Informationen. Der McNemar-Test wurde für jedes der Vierfelder-Schemata durchgeführt. Die Hypothesen und p-Werte sind in folgender Tabelle 69 zu sehen. Es gilt derselbe kritische α -Wert wie bislang auch.

⁴²⁴ Dem McNemar-Test werden jedoch nicht die prozentualen Werte aus Tabelle 65, sondern die zugehörigen absoluten Zahlen übergeben.

6. Mobilitätsverhalten in Laubegast - Ergebnisse

Tabelle 69: Null- und Alternativhypothese und p-Werte zu Forschungshypothese 3b (Teil 1)

	Nullhypothese	Alternativhypothese	p-Wert	Signifikanz
Zu Fuß	Keine sig. Unterschiede im Anteil der Weg- und der Hin-Wechsler	Sig. Unterschiede im Anteil der Weg- und der Hin-Wechsler	$< 2,2 \cdot 10^{16}$	***
Fahrrad	Keine sig. Unterschiede im Anteil der Weg- und der Hin-Wechsler	Sig. Unterschiede im Anteil der Weg- und der Hin-Wechsler	0,161	-
Pkw	Keine sig. Unterschiede im Anteil der Weg- und der Hin-Wechsler	Sig. Unterschiede im Anteil der Weg- und der Hin-Wechsler	$< 2,2 \cdot 10^{16}$	***
ÖV	Keine sig. Unterschiede im Anteil der Weg- und der Hin-Wechsler	Sig. Unterschiede im Anteil der Weg- und der Hin-Wechsler	0,7722	-

Der McNemar-Test liefert für das Vierfelder-Schema zum Zufußgehen und zur Pkw-Nutzung signifikante Ergebnisse. Das heißt sowohl in Tabelle 65 als auch in Tabelle 67 wurde ein signifikanter Unterschied in den Anteilen auf der Gegendiagonalen ermittelt, also im Anteil der Weg- und der Hin-Wechsler.

Bei Betrachtung der deskriptiven Anteile in den beiden Tabellen ist erkennbar, dass der Anteil derjenigen, die von einem anderen Verkehrsmittel zum Zufußgehen wechseln, signifikant größer ist (18 %) als der Anteil, der vom Zufußgehen zu einem anderen Verkehrsmittel gewechselt ist (4 %). Umgekehrt zeigt Tabelle 67, dass signifikant mehr vom Pkw wegwechseln (19 %) als zum Pkw hinwechseln (3 %). Beim Fahrrad und beim ÖV lassen sich keine signifikanten Unterschiede im Anteil der Weg- und der Hin-Wechsler erkennen.

Insgesamt kann man schlussfolgern, dass Teil 1 der Hypothese 3b gilt.

Teil 2: Von Pkw und ÖV zu Fuß und Fahrrad gibt es mehr Wechsel als umgekehrt.

Der zweite Aspekt, der zum Wechselverhalten untersucht werden soll, ist das Verhältnis der motorisierten und der nicht-motorisierten Verkehrsmittel zueinander. Dazu werden die Angaben zu nicht-motorisierten Verkehrsmitteln und die zu motorisierten Verkehrsmitteln zusammengefasst und ausgewertet (vgl. Tabelle 70):

Tabelle 70: Vierfelder-Matrix zu nicht-motorisierten und motorisierten Verkehrsmitteln

		Anteile aus NW	
		Fuß oder Fahrrad	Pkw oder ÖV
Anteile aus HW	Fuß oder Fahrrad	54 %	19 %
	Pkw oder ÖV	4%	23 %

Die Datengrundlage entspricht derjenigen, die auch in Teil 1 verwendet wurde (1.397 Angaben). Es soll geprüft werden, ob der Anteil der Wechsler, die vom Pkw oder ÖV auf Fuß oder Fahrrad umsteigen, signifikant höher ist als der umgekehrte Anteil. Die Übersicht zum durchgeführten McNemar-Test ist nachfolgend zu finden:

Tabelle 71: Null- und Alternativhypothese und p-Werte zu Forschungshypothese 3b (Teil 2)

	Nullhypothese	Alternativhypothese	p-Wert	Signifikanz
Fuß oder Fahrrad/ Pkw oder ÖV	Keine sig. Unterschiede im Anteil der Weg- und der Hin-Wechsler	Sig. Unterschiede im Anteil der Weg- und der Hin-Wechsler	$< 2,2 \cdot 10^{-16}$	***

Wie der Test zeigt, liegt ein signifikanter Unterschied zwischen dem Anteil der Wechsler von Fuß und Rad nach Pkw und ÖV und umgekehrt vor. Die Betrachtung der Anteile in Tabelle 70 zeigt, dass wesentlich mehr Wechsel von Pkw und ÖV zu Fuß und Fahrrad vorgenommen werden als anders herum. Der zweite Teil von Hypothese 3b kann daher auch bestätigt werden.

6.2.3 Wegdauer

Die nächste Hypothese, die getestet werden soll, behandelt die Angaben zur Wegdauer. Zum einen wurden Vermutungen zur mittleren Tendenz, zum anderen zur Streuung der Wegdauer angestellt. Die beiden Aspekte werden in 6.2.3.1 und 6.2.3.2 behandelt.

Ausreißer

Vor Durchführung statistischer Tests, wurden die Datensätze zur Wegdauer um Ausreißer bereinigt, da denkbar ist, dass unplausible Werte enthalten sind. Die Herausforderung bei Ausreißern ist, dass für sie keine einheitliche Definition existiert. Das heißt, es existiert weder ein objektiv überprüfbares Kriterium noch ein fixes Vorgehen, wie Ausreißer bestimmt werden können und, nachdem ein Wert als Ausreißer identifiziert wurde, wie mit diesem umgegangen werden soll.

Das erste Hilfsmittel, welches im vorliegenden Fall Verwendung findet, ist der Boxplot. Der Boxplot liefert eine grafische Darstellung der Daten eines Datensatzes und gibt eine Orientierung zu Lage- und Streuungsmaßen. Anhand des Boxplots lassen sich Datenpunkte bestimmen, die ausreißerverdächtig erscheinen. Dazu wird der mittels

Boxplot bestimmte Interquartilsabstand⁴²⁵ mit 1,5 multipliziert, und alle Werte, die größer bzw. kleiner als das ermittelte Intervall sind, werden als potenzielle Ausreißer definiert.⁴²⁶ Für die so ermittelten Datenpunkte wird eine Einzelfallbetrachtung durchgeführt. Zudem werden Angaben zur Dauer, die größer als 480 Minuten sind, als nicht sinnvoll erachtet und daher von weiteren Untersuchungen ausgeschlossen.

Das weitere Vorgehen zur Bestimmung der ausreißerbereinigten Datensätze besteht aus vier Schritten.

Schritt 1: Normalfalldaten

Im ersten Schritt wird ein Boxplot für die Daten des Normalfalls erstellt. Durch das oben beschriebene Vorgehen werden anhand des Interquartilsabstands ausreißerverdächtige Werte bestimmt. Die als verdächtig klassifizierten Werte werden in einer Einzelfallbetrachtung unter Berücksichtigung des angegebenen Ziels, der Verkehrsmittel und der Häufigkeit entweder als tatsächliche Ausreißer deklariert und damit aus dem Datensatz ausgeschlossen oder als ungewöhnliche, aber dennoch plausible Werte für die weitere Auswertung beibehalten.

Schritt 2: Hochwasserfalldaten

In Schritt 2 erfolgt die Einzelfalluntersuchung der durch Boxplot bestimmten ausreißerverdächtigen Werte im Hochwasserfall. Die als potenzielle Ausreißer klassifizierten Werte werden in einer Einzelfallbetrachtung der Hochwasserfalldaten, unter Berücksichtigung des zugehörigen Datenpunktes des Normalfalls, analysiert und anschließend entweder aussortiert oder beibehalten.

Schritt 3: Hochwasserfalldaten

In Schritt 1 wurden Werte des Normalfalls als Ausreißer bestimmt. In Schritt 3 erfolgt der Übertrag der im Normalfall ausgeschlossenen Werte auf den Hochwasserfall. Das heißt, wenn ein Wert im Normalfall ausgeschlossen wurde, dann wird der zugehörige Weg im Hochwasserfall ebenfalls ausgeschlossen, da es unplausibel erscheint, diesen beizubehalten.

Schritt 4: Normalfalldaten

In Schritt 2 wurden die Hochwasserfalldaten näher betrachtet, die anhand des Boxplots als ausreißerverdächtig erscheinen. Dabei wurde auch der Normalfall betrachtet. In diesem Schritt wurde teilweise nicht nur der Hochwasserwert für nicht sinnvoll erachtet, sondern auch der Normalfallwert. Für die Datenpaare, für die dies der Fall war, erfolgt im abschließenden Schritt 4 ein „Rückübertrag“ der in Schritt 2 als verdächtig erscheinenden Werte des Normalfalls auf den Normalfalldatensatz.

⁴²⁵ Der Interquartilsabstand ist definiert als die Differenz zwischen dem 0,75- und dem 0,25-Quantil.

⁴²⁶ Vgl. Tukey (1977), S. 43f.

Eine Gegenüberstellung der Datensatzumfänge vor und nach Bereinigung um Ausreißer zeigt Tabelle 72 (erste bis vierte Spalte). In der letzten Spalte ist ersichtlich, wie viel Datenpunkte in der normalen Woche (NW) (erster Wert) und wie viel Datenpunkte in der Hochwasserwoche (HW) (zweiter Wert) als Ausreißer identifiziert und ausgeschlossen wurden.

Tabelle 72: Datensatzumfänge vor und nach Bereinigung um Ausreißer - Dauer

Wegzweck	NW unbereinigt	HW unbereinigt	NW bereinigt	HW bereinigt	Ausschluss (NW / HW)
Arbeit	269	154	264	150	5 (2 %) / 4 (3 %)
Ausbildung	25	13	23	13	2 (8 %) / 0 (0 %)
Besorgung/ Service	857	452	794	419	63 (7 %) / 33 (7 %)
Bringen/ Holen	193	59	188	58	5 (3 %) / 1 (2 %)
Freizeit	703	237	665	222	38 (5 %) / 15 (6 %)
Gesamt	2.047	915	1.934	862	113 (6 %) / 53 (6 %)

Die in der Tabelle zu findenden Werte beziehen sich auf die Datensatzumfänge vor Berücksichtigung der Häufigkeiten.

Wie sich zeigt, wurden vor allem auf Besorgungs- und Service- und auf Freizeitwegen Angaben zur Wegdauer als Ausreißer deklariert. Die Einzelfallbetrachtung der verdächtigen Besorgungs- und Service- und Freizeitwege erweckt den Eindruck, dass hier teilweise nicht nur der Weg zur Besorgung oder zur Freizeitaktivität angegeben wurde, sondern die Besorgung oder die Freizeitaktivität an sich miteingerechnet wurde. Für Freizeitwege kann dies richtig sein, für Besorgungs- und Servicewege nicht.

Aus den nach dem obigen Verfahren erzeugten bereinigten Datensätzen wurden unter Berücksichtigung der genannten Häufigkeiten die schlussendlichen Datengrundlagen für die Auswertungen zur Wegdauer gebildet („bereinigte und gewichtete Datensätze“).⁴²⁷

6.2.3.1 Mittlere Tendenz (Forschungshypothese 4a)

Zunächst soll Hypothese 4a überprüft werden: Die mittlere Wegdauer nimmt signifikant und deutlich zu. Erst wird geprüft, ob es zu signifikanten Zunahmen in der Wegdauer kommt. Anschließend wird die Deutlichkeit von Änderungen thematisiert.

Um Unterschiede in den mittleren Tendenzen zweier Stichproben auf Signifikanz zu prüfen, wird in der Regel der t-Test für zwei Stichproben verwendet.⁴²⁸ Dieser setzt

⁴²⁷ Ergänzend wurden sog. bereinigte, ungewichtete und gestutzte Datensätze erstellt, für die ein weiterer Test für verbundene Stichproben durchgeführt wurde (vgl. Tabelle 76).

⁴²⁸ Es existiert ein t-Test für zwei verbundene Stichproben und ein t-Test für zwei unabhängige Stichproben, vgl. Weiß (2008), S. 207ff.

voraus, dass die Stichproben aus normalverteilten Grundgesamtheiten stammen. Es wurde daher überprüft, ob die Wegdauer normalverteilt ist.

Dazu erfolgten zunächst eine Histogramm-Betrachtung, die Berechnung der Schiefe und Wölbung der Datensätze und die Erstellung sog. QQ-Plots.⁴²⁹ Die Auswertungen ergaben, dass es sich in allen betrachteten Fällen um schief verteilte Datensätze handelt. Diese Erkenntnisse korrespondieren mit den Arbeiten anderer Verkehrsforscher, z.B. Plötz et al.⁴³⁰ Es handelt sich demnach nicht um normalverteilte Daten und das Standardverfahren, der sog. t-Test, kann nicht verwendet werden, um Signifikanzaussagen zur mittleren Tendenz der Datensätze treffen zu können.

Der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test ist ein Oberbegriff für Testverfahren zur Prüfung von Unterschieden in der mittleren Tendenz von Datensätzen, die keiner Normalverteilung folgen. Es sei bereits an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass signifikante Unterschiede in der mittleren Tendenz nicht automatisch gleichbedeutend damit sind, dass signifikante Unterschiede im Mittelwert oder im Median vorliegen. Unter der Voraussetzung, dass die Verteilungsformen und Streuungen der beiden verglichenen Datensätze gleich sind, kann ein signifikanter Unterschied im Median angenommen werden.

Der Test, der im Weiteren verwendet wird, ist der Wilcoxon-Rangsummentest. Es werden sog. Rangsummen gebildet, die die Grundlage für die Testentscheidung bilden.

Der Wilcoxon-Rangsummentest stellt die folgenden Bedingungen⁴³¹: Die Beobachtungen X_1, \dots, X_m sind eine Zufallsstichprobe aus der Grundgesamtheit 1, d.h. sie sind unabhängig und identisch verteilt. Die Beobachtungen Y_1, \dots, Y_n sind eine Zufallsstichprobe aus der Grundgesamtheit 2 (also auch unabhängig und identisch verteilt). Die zweite Voraussetzung bildet das Kriterium der Unabhängigkeit zwischen X und Y. Das heißt zusätzlich zur Annahme der Unabhängigkeit innerhalb der beiden Stichproben ist auch gefordert, dass die beiden Stichproben voneinander unabhängig sind. Diese Voraussetzung ist beispielsweise dann eindeutig erfüllt, wenn man im Rahmen einer Medikamentenstudie einen Testaufbau mit einer Behandlungs- und einer Kontrollgruppe hat. Die Voraussetzung der Unabhängigkeit ist, wie bereits erörtert wurde, im vorliegenden Anwendungsfall nicht erfüllt. Als weitere Voraussetzung sollen beide Grundgesamtheiten einer stetigen Verteilung folgen. Bei Interpretation der Ergebnisse aus dem Wilcoxon-Rangsummentest muss die Tatsache, dass die Unabhängigkeit nicht vollständig gewährleistet ist, einschränkend berücksichtigt werden.

Ein weiteres Testverfahren aus der Wilcoxon-Mann-Whitney-Testgruppe, welches in diesem Abschnitt zum Einsatz kommt, ist der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test. Im

⁴²⁹ In einem QQ-Plot wird die Korrelation zwischen der untersuchten Stichprobe und der Normalverteilung abgetragen, um grafisch Hinweise darauf zu erhalten, ob es sich bei der untersuchten Stichprobe um einen normalverteilten Datensatz handeln kann.

⁴³⁰ Vgl. Plötz et al. (2017).

⁴³¹ Vgl. Hollander et al. (2014), S. 115.

Gegensatz zum Wilcoxon-Rangsummentest wurde der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test für verbundene Stichproben konzipiert.⁴³² Der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test wird zusätzlich zum Wilcoxon-Rangsummentest durchgeführt, um die Aussagen zu signifikanten Unterschieden besser beantworten zu können.

Der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test wird anhand bereinigter, ungewichteter und gestutzter Datensätze durchgerechnet. Das heißt hier werden nur Angaben von Personen berücksichtigt, die einen bestimmten Weg in beiden betrachteten Fällen machen („gestutzt“). Da die Stichprobenumfänge der beiden übergebenen Datensätze (normale und Hochwasserwoche) für den Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test identisch sein müssen, kann die Angabe zu den Häufigkeiten hier nicht berücksichtigt werden (d.h. es kann keine Gewichtung vorgenommen werden, „ungewichtet“). Bei den bereinigten, ungewichteten und gestutzten Datensätzen wurde die Voraussetzung der schiefen Verteilung auch nochmal separat geprüft.

Doch zunächst zurück zum Wilcoxon-Rangsummentest. Der Wilcoxon-Rangsummentest bildet sog. Rangsummen und ermittelt anhand dieser, ob Unterschiede in der mittleren Tendenz der verglichenen Datensätze vorliegen. Konkret werden zunächst die Datenpunkte beider verglichenen Datensätze zu einem Datensatz zusammengefasst und in aufsteigender Reihenfolge sortiert. Im sortierten Datensatz erhält jeder Eintrag einen Rang entsprechend dem Platz, den er im Gesamtdatensatz einnimmt. Wenn identische Werte auftreten, müssen sog. verbundene Ränge vergeben werden. Anschließend werden Rangsummen für die beiden Ausgangsdatsätze gebildet. Das heißt es werden alle Ränge summiert, die zu Daten des Normalfalls gehören, und es werden alle Ränge summiert, die zu Daten des Hochwasserfalls gehören. Um Unterschiede, die aus unterschiedlichen Gruppengrößen resultieren, zu eliminieren, wird dann jeweils die durchschnittliche Rangsumme gebildet. Damit lässt sich die Prüfgröße ermitteln, anhand derer die Testentscheidung getroffen wird.⁴³³

In Kombination mit den deskriptiven Lagemaßen ist dann die Beantwortung der Forschungshypothese 4a möglich. In Tabelle 73 sind die Ergebnisse des Wilcoxon-Rangsummentests für die bereinigten und gewichteten Datensätze zu sehen.

⁴³² Vgl. Hollander et al. (2014), S. 40.

⁴³³ Ein Kritikpunkt am Wilcoxon-Rangsummentest ist, dass lediglich die Rangfolge der auftretenden Werte eine Rolle spielen, die Größenunterschiede zwischen den Werten auf den Rängen jedoch nicht.

6. Mobilitätsverhalten in Laubegast - Ergebnisse

Tabelle 73: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Forschungshypothese 4a für bereinigte und gewichtete Datensätze

Zweck	Nullhypothese	Alternativhypothese	p-Wert	Signifikanz
Gesamt	Die mittlere Tendenz der Wegdauer fällt.	Die mittlere Tendenz der Wegdauer steigt.	$< 2,2 \cdot 10^{-16}$	***
Arbeit	Die mittlere Tendenz der Wegdauer fällt.	Die mittlere Tendenz der Wegdauer steigt.	$< 2,2 \cdot 10^{-16}$	***
Ausbildung	Die mittlere Tendenz der Wegdauer fällt.	Die mittlere Tendenz der Wegdauer steigt.	0,000514	***
Besorgung/ Service	Die mittlere Tendenz der Wegdauer fällt.	Die mittlere Tendenz der Wegdauer steigt.	$8,24 \cdot 10^{-5}$	***
Bringen/ Holen	Die mittlere Tendenz der Wegdauer fällt.	Die mittlere Tendenz der Wegdauer steigt.	$< 2,2 \cdot 10^{-16}$	***
Freizeit	Die mittlere Tendenz der Wegdauer fällt.	Die mittlere Tendenz der Wegdauer steigt.	0,1441	-

Die Ergebnisse beziehen sich auf den Wilcoxon-Rangsummentest.

Der Wilcoxon-Rangsummentest liefert für alle Betrachtungen außer für die Freizeitwege ein signifikantes Ergebnis. Zur Begutachtung der Testergebnisse zeigt nachfolgende Tabelle 74 die Mediane und arithmetischen Mittelwerte der Datensätze.⁴³⁴

⁴³⁴ In Tabelle 28 und Tabelle 37 wurden bereits einmal Mediane angegeben. Abweichungen zwischen den Werten hier in Tabelle 74 und Tabelle 28 resultieren daraus, dass in Tabelle 28 die unbereinigten Datensätze die Grundlage bildeten. Für die Tests bilden stets die bereinigten Datensätze die Auswertungsgrundlage.

Tabelle 74: Lagemaße zur Dauer in min für die bereinigten und gewichteten Datensätze

	Median		Arith. Mittelwert	
	NW	HW	NW	HW
Gesamt	30	40	39,2	46,5
Arbeit	25	45	28,7	47,3
Ausbildung	20	45	27,2	38,8
Besorgung/Service	30	30	39,1	42,4
Bringen/Holen	15	30	24,4	41,9
Freizeit	40	45	55,5	52,9

Es zeigt sich, dass sich das signifikante Ergebnis aus dem statistischen Test meist auch in den Lagemaßen widerspiegelt. Bei den Freizeitwegen, wo kein statistisch signifikanter Anstieg in der Wegdauer gezeigt werden konnte, zeigt Tabelle 74 einen höheren Median im Hochwasserfall, gleichzeitig aber auch einen niedrigeren arithmetischen Mittelwert im Hochwasserfall als im Normalfall. Die Betrachtung der Lagemaße bestätigt den statistischen Test, dass bei den Freizeitwegen keine Aussage zur Veränderung der Wegdauer vorgenommen werden kann. Bei den Besorgungs- und Servicewegen ergibt sich ein statistisch signifikanter Anstieg der Wegdauer im Hochwasserfall. Der Blick auf die Lagemaße zeigt allerdings nur für den arithmetischen Mittelwert einen Anstieg in der Hochwasserwoche, der Median bleibt unverändert.

Um die Deutlichkeit der Änderungen beurteilen zu können, wurden die Änderungskoeffizienten ermittelt, indem der Quotient des Medians bzw. des arithmetischen Mittelwerts aus der Hochwasserwoche und der normalen Woche gebildet wurde (vgl. Tabelle 75).

Tabelle 75: Änderungskoeffizienten aus den bereinigten und gewichteten Datensätzen zur Dauer

	Koeffizient Median	Koeffizient Mittelwert
Gesamt	1,33	1,18
Arbeit	1,8	1,65
Ausbildung	2,25	1,42
Besorgung und Service	1,0	1,08
Bringen und Holen	2,0	1,72
Freizeit	1,13	0,95

Bei Betrachtung der Faktoren in Tabelle 75 lässt sich durch einen Vergleich des Faktors für Gesamt mit den einzelnen Wegzwecken sehen, wo besonders deutliche Steigerungen in der Hochwasserwoche vorliegen. Die Deutlichkeit ergibt sich einerseits im paarweisen Vergleich der Koeffizienten. Andererseits spielt die Abweichung von 1 eine Rolle. Die Faktoren für Arbeits-, Ausbildungs- und Begleitwege stechen dabei hervor. Aber auch beim Gesamtwert an sich ist ein deutlicher Anstieg zu sehen.

Für den bereinigten, ungewichteten und gestutzten Datensatz zur Dauer werden in Tabelle 76 noch die Ergebnisse aus dem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test gezeigt. Es sei daran erinnert, dass das Kriterium der Unabhängigkeit bei den bisherigen Wilcoxon-Rangsummentests nicht vollumfänglich erfüllt war. Bei den bereinigten, ungewichteten und gestutzten Datensätzen handelt es sich nun um verbundene Stichproben desselben Stichprobenumfangs, für die das Testverfahren für verbundene Stichproben angewendet werden kann (Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test).

Der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test verlangt nach gleichgroßen Datensatzumfängen für die zu vergleichenden Situationen. Während für den Wilcoxon-Rangsummentest Ränge gebildet wurden, werden für den Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test Vorzeichen gebildet. Im paarweisen Vergleich der Einträge aus normaler Woche und Hochwasserwoche wird entweder ein positives, ein negatives oder kein Vorzeichen ermittelt, abhängig davon, ob der Wert der normalen Woche oder der Wert der Hochwasserwoche höher ist. Anhand der Vorzeichen wird die Prüfgröße berechnet, anhand derer die Testentscheidung getroffen wird.

Tabelle 76: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Forschungshypothese 4a für bereinigte, ungewichtete und gestutzte Datensätze

Zweck	Nullhypothese	Alternativhypothese	p-Wert	Signifikanz
Gesamt	Die mittlere Tendenz der Wegdauer fällt.	Die mittlere Tendenz der Wegdauer steigt.	$< 2,2 \cdot 10^{-16}$	***
Arbeit	Die mittlere Tendenz der Wegdauer fällt.	Die mittlere Tendenz der Wegdauer steigt.	$< 2,2 \cdot 10^{-16}$	***
Ausbildung	Test aufgrund geringen Datensatzumfangs nicht durchgeführt.			
Besorgung/ Service	Die mittlere Tendenz der Wegdauer fällt.	Die mittlere Tendenz der Wegdauer steigt.	$7,774 \cdot 10^{-5}$	***
Bringen/ Holen	Die mittlere Tendenz der Wegdauer fällt.	Die mittlere Tendenz der Wegdauer steigt.	0,0001078	***
Freizeit	Die mittlere Tendenz der Wegdauer fällt.	Die mittlere Tendenz der Wegdauer steigt.	0,08888	-

Die Ergebnisse beziehen sich auf den Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test.

Aus dem Test für die verbundenen Stichproben lassen sich ähnliche Ergebnisse ablesen, wie aus dem Test, der unabhängige Datenpunkte voraussetzt.

Der Wilcoxon-Rangsummentest wurde auch für die Teilgruppen der Uferbewohner und der Bewohner des restlichen Laubegast getrennt durchgerechnet. Für die Ufergruppe wurden für alle Wegzwecke außer für Ausbildungswege signifikant steigende Wegdauern ermittelt. Für Ausbildungswege ist die Datenbasis sehr klein. Der deskriptive Vergleich der Lagemaße (Median und Mittelwert) lässt für die Ausbildungswege ebenfalls steigende Wegdauern in der Hochwasserwoche erkennen. Für die Restgruppe kann kein statistisch signifikanter Anstieg für Freizeitwege gezeigt werden. Für die übrigen Wegzwecke sind die Ergebnisse signifikant.

Die Hypothese 4a kann mit Ausnahme der Freizeitwege somit bestätigt werden.

6.2.3.2 Streuung (Forschungshypothese 4b)

Forschungshypothese 4a besagte, dass die mittlere Wegdauer signifikant und deutlich zunimmt. In Forschungshypothese 4b wird vermutet, dass nicht nur die mittlere Wegdauer steigt, sondern auch die Streuung.

Für Untersuchungen zu den Streuungen scheint der Levene-Test zunächst eine geeignete Wahl darzustellen. Der Bartlett-Test, der der verbreitetste Test auf Gleichheit von Varianzen ist, setzt voraus, dass die Stichproben normalverteilt sind. Der Levene-Test setzt keine Normalverteilung voraus.⁴³⁵ Er setzt jedoch voraus, dass es sich um unabhängige Beobachtungen handelt. Dass es sich hierbei um eine kritische Voraussetzung handelt, wurde bereits erwähnt (vgl. Abschnitt 6.2.3.1). Die ursprüngliche Version des Levene-Tests orientiert sich bei der Ermittlung der Differenzen zum „Zentrum“ der Daten am arithmetischen Mittelwert. Durch eine Orientierung am Median anstatt am arithmetischen Mittelwert erhält man eine robustere Aussage, weshalb zum Test der Varianzen die Variante, in der der Median verwendet wird, zum Einsatz kommt. Der Brown-Forsythe-Test, der aus dem Levene-Test entwickelt wurde, orientiert sich am Median.⁴³⁶ In der Literatur existiert kein einfaches Testverfahren für die Überprüfung der Varianzhomogenität zweier teilweise verbundener Stichproben, was im vorliegenden Fall die Ideallösung wäre. Daher wird der Brown-Forsythe-Test angewandt, obwohl die Stichproben nicht unabhängig sind.

Der Test zur Gleichheit der Varianzen wird auf die um Ausreißer bereinigten und gewichteten Datensätze angewandt, analog zur Vorgehensweise beim Wilcoxon-Rangsummentest. Sofern sich interessante Erkenntnisse für Teilgruppenauswertungen zeigen ließen, werden diese ebenfalls besprochen. Im Gegensatz zu den beiden Wilcoxon-Tests aus dem vorherigen Abschnitt gibt es keine einseitige Testmöglichkeit. Das heißt die Richtung, in der ein Unterschied vermutet wird, muss im Nachgang anhand deskriptiver Kennwerte analysiert werden.

⁴³⁵ Vgl. Janssen und Laatz (2017), S. 243f.

⁴³⁶ Vgl. Janssen und Laatz (2017), S. 243f, Lim und Loh (1996), S. 288, und Brown und Forsythe (1974), S. 366.

In Tabelle 77 sind die Ergebnisse des Brown-Forsythe-Tests für die bereinigten und gewichteten Datensätze ersichtlich.

Tabelle 77: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Forschungshypothese 4b für bereinigte und gewichtete Datensätze zum Brown-Forsythe-Test

Zweck	Nullhypothese	Alternativhypothese	p-Wert	Signifikanz
Gesamt	Streuung nicht signifikant unterschiedlich	Streuung signifikant unterschiedlich	$2,096615 \cdot 10^{-18}$	***
Arbeit	Streuung nicht signifikant unterschiedlich	Streuung signifikant unterschiedlich	$1,41204 \cdot 10^{-65}$	***
Ausbildung	Streuung nicht signifikant unterschiedlich	Streuung signifikant unterschiedlich	0,0009565709	***
Besorgung/ Service	Streuung nicht signifikant unterschiedlich	Streuung signifikant unterschiedlich	0,01824482	*
Bringen/ Holen	Streuung nicht signifikant unterschiedlich	Streuung signifikant unterschiedlich	$7,353033 \cdot 10^{-13}$	***
Freizeit	Streuung nicht signifikant unterschiedlich	Streuung signifikant unterschiedlich	0,1710368	-
Gesamt ohne Freizeit	Streuung nicht signifikant unterschiedlich	Streuung signifikant unterschiedlich	$2,493793 \cdot 10^{-39}$	***

Die Ergebnisse ergeben sich aus dem Brown-Forsythe-Test. Er misst die Streuungen als Abweichungen vom Median.

Außer für Freizeitwege gibt der Test für jeden Wegzweck eine signifikant unterschiedliche Streuung in den beiden Fällen an. Um die Ergebnisse des statistischen Tests zu verifizieren, wurde die Standardabweichung zum Median (SD_{med}^{437}) im Datensatz der normalen Woche (NW) und der Hochwasserwoche (HW) ermittelt und in Tabelle 78 verglichen.

⁴³⁷ $SD_{med} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \tilde{x})^2}$, wobei \tilde{x} den Median bezeichnet.

Tabelle 78: Streuung der Dauer in min für die bereinigten und gewichteten Datensätze

	SD _{med}	
	NW	HW
Gesamt	36,9	33,2
Arbeit	14,5	24,5
Ausbildung	17,9	22,3
Besorgung/Service	35,5	36,1
Bringen/Holen	25,7	33,0
Freizeit	50,6	39,0
Gesamt ohne Freizeit	28,5	30,3

Die Ergebnisse aus dem statistischen Test spiegeln sich in den Standardabweichungen zum Median weitgehend wider. Über alle Wege betrachtet (Zeile Gesamt) sprechen die Werte in Tabelle 78 allerdings dafür, dass die Streuung im Hochwasserfall signifikant niedriger als im Normalfall ist. Auch für Freizeitwege ist ein Rückgang in der Streuung zu erkennen (Zeile Freizeit in Tabelle 78). Die größten Zuwächse in der Streuung sind bei den Arbeits-, Ausbildungs- und Begleitwegen (Bringen/Holen) zu verbuchen.

Es scheint, als ob die im Hochwasserfall geringer ausfallende Standardabweichung auf den Freizeitwegen die Aussage der steigenden Streuung über die Gesamtheit aller Wege verhagelt – und das, obwohl der Brown-Forsythe-Test keinen signifikanten Unterschied in den Streuungen des Normalfalls und des Hochwasserfalls der Freizeitdaten feststellen kann.

Ergänzend wurde die Gesamtheit der Daten unter Ausschluss der Freizeitwege betrachtet (vgl. Zeile Gesamt ohne Freizeit in Tabelle 77 und Tabelle 78). Der Brown-Forsythe-Test liefert für den Vergleich der Normalfall- und der Hochwasserfallwerte einen signifikanten Unterschied in der Streuung. Der Vergleich der Lagemaße in Tabelle 78 zeigt eine steigende Streuung im Hochwasserfall, wenn die Freizeitwege aus der Gesamtheit der Wege ausgeschlossen werden.

Freizeitwege bilden die Wegkategorie, die den größten Freiheitsgrad aufweist. Es ist denkbar, dass dies der Grund ist, weshalb hier ein Rückgang in der Streuung im Hochwasserfall zu beobachten ist.

In der Teilgruppe der Uferbewohner kann für alle Wegzwecke eine signifikante Änderung der Streuung in den beiden Fällen ermittelt werden. Bei den Ausbildungswegen liegt das Signifikanzniveau jedoch nur bei $\alpha = 10\%$. Entgegen der Annahme ist die Streuung für die Besorgungs- und Servicewege im Hochwasserfall kleiner als im Normalfall. Für die Restgruppe liegen mit Ausnahme der Freizeitwege auf allen anderen Wegzwecken signifikant unterschiedliche Streuungen laut Brown-Forsythe-Test vor. Für die Gesamtheit der Wege und die Freizeitwege ist – wie bereits in der Gesamtbetrachtung – die Streuung im Normalfall größer als im Hochwasserfall.

Grundsätzlich kann die Hypothese zur steigenden Streuung mit Ausnahme der Freizeitwege bestätigt werden.

6.2.4 Häufigkeiten

Zuletzt werden Aussagen zur Häufigkeit geprüft. Zunächst wird die mittlere Anzahl an Wegen (Abschnitt 6.2.4.1), anschließend die Streuung untersucht (Abschnitt 6.2.4.2).

Ausreißer

Wie bei den Angaben zur Dauer ist es denkbar, dass im Datensatz zu den Häufigkeitsangaben Ausreißer enthalten sind. Für die im Weiteren durchgeführten Tests wurden um Ausreißer bereinigte Datensätze als Input verwendet.

Die Plausibilisierung der Angaben zur Häufigkeit lässt sich nicht über den Boxplot-Ansatz vornehmen. Dies liegt hauptsächlich am recht kleinen Intervall, in dem die mittleren 50 % der Häufigkeitsangaben liegen (die meisten Angaben liegen zwischen 1 und 5). Die Einzelfallbetrachtung erfolgt daher für alle Angaben zur Weghäufigkeit, die größer als 6 sind und unter Berücksichtigung des angegebenen Wegzwecks, Ziels und der Dauer. Aus dieser Festlegung ergeben sich folgende Datensatzumfänge für die Einzelfallprüfung:

Tabelle 79: Datensatzumfänge für die Einzelfallprüfung

Wegzweck	NW	HW
Arbeit	6	1
Ausbildung	0	0
Besorgung/Service	28	8
Bringen/Holen	14	6
Freizeit	35	32

Zu jedem Dateneintrag, der im Normalfall der Einzelfallprüfung unterzogen wird, wird auch der zugehörige Hochwasser-Dateneintrag überprüft. Dies gilt entsprechend auch für die andere Richtung. Im Rahmen dieser Einzelfallprüfung wurden die Datensatzumfänge jedoch nur leicht reduziert (siehe Tabelle 80).

Tabelle 80: Datensatzumfänge vor und nach Bereinigung um Ausreißer - Häufigkeit

Wegzweck	NW unbereinigt	HW unbereinigt	NW bereinigt	HW bereinigt	Ausschluss (NW / HW)
Arbeit	272	157	272	157	0 (0 %) / 0 (0 %)
Ausbildung	25	14	25	14	0 (0 %) / 0 (0 %)
Besorgung/ Service	877	458	872	457	5 (0,6 %) / 1 (0,2 %)
Bringen/ Holen	198	61	198	61	0 (0 %) / 0 (0 %)
Freizeit	714	237	707	237	7 (1 %) / 0 (0 %)
Gesamt	2.186	927	2.074	926	12 (0,5 %) / 1 (0,1 %)

Die ersten vier Spalten zeigen, wie groß die Datensatzumfänge der normalen Woche (NW) und der Hochwasserwoche (HW) vor Bereinigung und nach Bereinigung sind. In der letzten Spalte ist ersichtlich, wie viele Angaben in der normalen Woche (erster Wert) und wie viele in der Hochwasserwoche (zweiter Wert) ausgeschlossen wurden.

6.2.4.1 Mittlere Tendenz (Forschungshypothese 5a)

Hypothese 5a besagt: Bei der mittleren Anzahl der Wege gibt es keine signifikante und deutliche Änderung. Da es, wie bereits bei Hypothese 4a um die mittlere Tendenz geht, ist es prinzipiell möglich, auch hier den Wilcoxon-Rangsummentest zu verwenden. Im Vergleich zur Wegdauer nimmt die Häufigkeit jedoch deutlich weniger Ausprägungen an. Es stellt sich daher die Frage, inwieweit die Voraussetzung der stetigen Verteilung gegeben ist. Die Analyse zur mittleren Tendenz der Häufigkeit erfolgt daher anhand deskriptiver Informationen.

Um die Aussage zur mittleren Häufigkeit zu prüfen, sind nachfolgend die Mediane und arithmetischen Mittelwerte zu finden (vgl. Tabelle 81).

Tabelle 81: Lagemaße zur mittleren Häufigkeit für die bereinigten Datensätze

	Median		Arith. Mittelwert	
	NW	HW	NW	HW
Gesamt	2	2	2,6	2,9
Arbeit	5	5	4,7	4,7
Ausbildung	5	5	4,2	3,9
Besorgung/Service	2	2	2,3	2,1
Bringen/Holen	2	4	2,9	3,7
Freizeit	2	2	2,2	2,9

Man erkennt insbesondere bei den Arbeits- und Ausbildungswegen eine große Stabilität. Auch bei den Besorgungs- und Servicewegen sind die Unterschiede zwischen normaler Woche und Hochwasserwoche relativ gering. Größere Unterschiede sind bei den Begleitwegen zu sehen und bei Betrachtung des Mittelwerts der Freizeitwege.

Hypothese 5a kann weitgehend bestätigt werden. Die mittlere Häufigkeit ändert sich nur geringfügig. Größere Abweichungen zwischen Normalfall und Hochwasserfall sind lediglich bei den Begleitwegen und den Freizeitwegen zu erkennen.

6.2.4.2 Streuung (Forschungshypothese 5b)

In Hypothese 5b wird behauptet, dass sich bei der Streuung der Häufigkeiten signifikante und deutliche Änderungen zeigen. Zur Analyse der Fragestellung wird der bereinigte Datensatz zu den Häufigkeiten herangezogen und es werden die Standardabweichungen zum arithmetischen Mittelwert (SD) und die Standardabweichungen zum Median (SD_{med}) näher betrachtet. Tabelle 82 zeigt die Lagemaße zur Streuung für den bereinigten Datensatz zu den Häufigkeiten.

Tabelle 82: Übersicht zu Lagemaßen zur Streuung der Häufigkeit für die bereinigten Datensätze

	SD_{med}		SD	
	NW	HW	NW	HW
Gesamt	2,01	2,23	1,90	2,05
Arbeit	1,02	0,98	0,96	0,92
Ausbildung	1,65	2,04	1,42	1,69
Besorgung/ Service	1,57	1,20	1,54	1,20
Bringen/Holen	2,61	2,34	2,44	2,32
Freizeit	1,90	3,00	1,89	2,85

Der Vergleich der Streuungswerte zeigt, dass vor allem bei Ausbildungs-, Besorgungs- und Freizeitwegen größere Unterschiede in den Streuungen vorliegen. Bei den Ausbildungs- und Freizeitwegen ist die Streuung im Hochwasserfall größer als im Normalfall, bei den Besorgungs- und Servicewegen ist es umgekehrt.

Die Hypothese zur signifikant unterschiedlichen Streuung kann nur eingeschränkt bestätigt werden (hauptsächlich für die Freizeitwege).

6.2.5 Zusammenfassung der analytischen Ergebnisse

In Forschungshypothese 1 wurde behauptet, dass das Verkehrsaufkommen im Hochwasserfall im Vergleich zum Normalfall deutlich zurückgeht. Dies konnte bestätigt werden. Das Aufkommen im Hochwasserfall fällt etwa halb so hoch wie im Normalfall aus.

In Forschungshypothese 2 wurden Vermutungen zur Änderung der Wegzwecke angestellt, außerdem zur Bedeutung der nahe gelegenen Ziele. Bei den Wegzwecken (Forschungshypothese 2a) wurde geprüft, ob Besorgungs- und Servicewege und Begleitwege wichtiger werden, während die übrigen Wegzwecke an Bedeutung verlieren. Es konnte keine der Vermutungen bestätigt werden. Dafür konnten gegenteilige signifikante Änderungen gezeigt werden: Der Anteil der Arbeitswege liegt in der Hochwasserwoche signifikant höher als in der normalen Woche, wohingegen der Anteil der Begleitwege (Bringen/Holen) in der Hochwasserwoche signifikant geringer ausfällt als im Normalfall. Für die Freizeitwege kann lediglich zum (abgeschwächten) Signifikanzniveau von $\alpha = 10\%$ ein Rückgang bestätigt werden. Die im Vergleich zu den Hypothesen umgekehrt ausfallenden Signifikanztests zu Arbeits- und Begleitwegen lassen sich durch die für jeden einzelnen Wegzweck zurückgehenden Nennungen an Wegen erklären. Offenbar besteht auch im Hochwasserfall eine hohe Verpflichtung, den Arbeitsplatz aufzusuchen, wodurch sich der steigende Anteil ergibt. Zudem scheint das unterstellte Hochwasserereignis nicht so stark zu sein, dass Arbeitswege in besonderem Ausmaß aufgegeben werden müssen. Geht man davon aus, dass Begleitwege zusammen mit Ausbildungs- oder Freizeitwegen auftreten, lässt sich die fallende Bedeutung dieser Wegekategorie erklären.

Zur Bedeutung des Nahbereichs (Forschungshypothese 2b) wurde geprüft, ob der Anteil der Wege, bei denen kein festes Ziel angesteuert werden muss (Besorgung/Service, Bringen/Holen, Freizeit), in der Hochwasserwoche im Nahbereich höher ist als in der normalen Woche.

Als Nahbereich wurde ein Umkreis um Laubegast von 3 km gewählt. Für den Datensatz, der alle Wegzwecke umfasst, konnte bestätigt werden, dass ein signifikant höherer Anteil der Wege in der Hochwasserwoche ein Ziel im 3-km-Radius hat als in der normalen Woche. In der Einzelbetrachtung der Wegzwecke konnte für die Wege ohne festes Ziel (Besorgung/Service, Bringen/Holen und Freizeit) jeweils auch eine signifikant steigende Bedeutung des Nahbereichs nachgewiesen werden. Für die Arbeits- und Ausbildungswege konnte keine signifikant steigende Bedeutung des Nahbereichs gezeigt werden. Für anders definierte Nahbereiche (Radius 2 km und 5 km) blieben die Ergebnisse im Wesentlichen stabil.

Zur Verkehrsmittelwahl wurden mehrere Forschungshypothesen untersucht, zum einen zur allgemeinen Verschiebung in der Bedeutung der Verkehrsmittel, zum anderen zum Wechselverhalten.

Für den Gesamtdatensatz konnten die Vermutungen zur allgemeinen Veränderung in der Bedeutung der Verkehrsmittel bestätigt werden: Der Anteil des Zufußgehens und des Fahrradfahrens liegt in der Hochwasserwoche signifikant höher als in der normalen Woche, umgekehrt verhält es sich beim Anteil des Pkw und des ÖV.

Es wurde auch untersucht, ob in der Einzelbetrachtung der Wege eines bestimmten Wegzwecks signifikante Veränderungen in den Anteilen der Verkehrsmittel zu sehen sind. Dabei konnte ein signifikant steigender Anteil des Zufußgehens für jeden einzelnen Wegzweck gezeigt werden, außerdem ein signifikant fallender Anteil des Pkws (außer bei den Ausbildungswegen). Alle weiteren interessanten Ergebnisse hierzu sind in Abschnitt 6.2.2.1 beschrieben.

Zum Wechselverhalten wurde vermutet, dass das Zufußgehen und Fahrradfahren eine höhere Stabilität aufweisen als die Pkw- und die ÖV-Nutzung. Zur Untersuchung wurden sog. Vier-Felder-Schemata aufgestellt. Es zeigte sich, dass der Anteil der Wege, die auch im Hochwasserfall mit demselben Verkehrsmittel wie im Normalfall gemacht werden, sowohl für das Zufußgehen als auch das Fahrradfahren höher ist als der Anteil der Wege, die im Hochwasserfall nicht mehr zu Fuß oder mit dem Fahrrad erledigt werden (mehr Verbleiben als Weg-Wechsel). Für den Pkw konnte gezeigt werden, dass anteilig mehr Wege nicht mehr mit dem Pkw gemacht werden als beim Pkw verbleiben (mehr Weg-Wechsel als Verbleiben). Beim ÖV sind die Anteile der verbleibenden Wege und der im Hochwasserfall anders zurückgelegten Wege ausgeglichen.

Außerdem konnte gezeigt werden, dass signifikant mehr Wege im Hochwasserfall zum Zufußgehen dazukommen als vom Zufußgehen wegwechseln. Auch für die Pkw-Nutzung konnten signifikante Unterschiede im Anteil der Hin- und der Weg-Wechsler gezeigt werden. Dort liegt allerdings der Anteil der Weg-Wechsler signifikant höher als der Anteil der Hin-Wechsler.

In einer zusammenfassenden Betrachtung wurde zudem das Verhältnis der motorisierten zu den nicht-motorisierten Verkehrsmitteln genauer analysiert. Es wurde geprüft, ob es mehr Wechsel von Pkw und ÖV zum Zufußgehen und Fahrradfahren gibt als umgekehrt. Der statistische Test lieferte ein signifikantes Ergebnis für den Anteil der Hin- und der Weg-Wechsler zwischen den motorisierten und den nicht-motorisierten Verkehrsmitteln. Der Anteil der Wechsler vom Pkw und ÖV zum Zufußgehen und Fahrradfahren fiel signifikant höher aus als der umgekehrte Anteil.

Allerdings zeigte sich auch, dass der Anteil der Wege, der in der im Normalfall gewählten Kategorie (Fuß/Fahrrad bzw. Pkw/ÖV) auch im Hochwasserfall verbleibt, höher ausfällt als der Anteil der Wege, der in die andere Kategorie wechselt.

Zur Wegdauer wurde untersucht, ob diese in der Hochwasserwoche im Mittel höher liegt als in der normalen Woche (Forschungshypothese 4a). Es konnte mit Ausnahme der Freizeitwege für alle Wegzwecke und für die Gesamtheit aller Wege eine signifikant steigende Tendenz der Wegdauer in der Hochwasserwoche gezeigt werden.

Auch die Lagemaße (Median und arithmetischer Mittelwert der Wegdauer) unterstützen diese Ergebnisse.

Bei der Streuung der Wegdauer wurde vermutet, dass diese in der Hochwasserwoche ebenfalls stärker ausgeprägt ist als in der normalen Woche (Forschungshypothese 4b). Außer für die Freizeitwege sind signifikant unterschiedliche Streuungen zu sehen. Allerdings führt die für Freizeitwege in den deskriptiven Daten zu sehende fallende Streuung im Hochwasserfall dazu, dass sich auch für den Gesamtdatensatz eine fallende Tendenz in den deskriptiven Kennwerten der Streuung ergibt. Betrachtet man die Gesamtheit der Daten unter Ausschluss der Angaben zu Freizeitwegen, so zeigt sich die vermutete signifikant steigende Streuung im Hochwasserfall bei der Wegdauer.

Als letzter Punkt wurden Vermutungen zur Nennung von Häufigkeiten geprüft (Forschungshypothese 5). Die Überprüfung erfolgte anhand deskriptiver Daten. Die These, dass sich die mittlere Anzahl der Wege nicht signifikant ändert, kann für die verschiedenen Wegzwecke im Wesentlichen gestützt werden, und zwar sowohl bei Betrachtung der Mittelwerte als auch bei Betrachtung der Mediane (Forschungshypothese 5a). Lediglich bei Begleitwegen ist ein deutlicherer Anstieg in der Hochwasserwoche zu beobachten.

Bei der Streuung zur Häufigkeit wurde angenommen, dass sie sich im Hochwasserfall signifikant und deutlich ändert (Forschungshypothese 5b). Dazu wurden die Standardabweichungen zum arithmetischen Mittelwert und zum Median für die beiden Fälle betrachtet. Bei Ausbildungs- und Besorgungswegen ist die Streuung bei Hochwasser größer als im Normalfall, bei den Besorgungswegen ist es allerdings umgekehrt.

Neben der statistischen Signifikanz interessiert auch die Stärke oder Deutlichkeit eines Effekts, d.h. die Größe des Koeffizienten. Entsprechende Erkenntnisse wurden zur Wegdauer bereits in Tabelle 75 gezeigt, werden jedoch vollumfänglich in Kapitel 7.2 zusammengetragen und diskutiert.

Spezielle Erkenntnisse über die Ufer- und die Restgruppe

Einige der Hypothesen wurden für die Teilgruppe der Bewohner des Uferbereichs und die Teilgruppe derjenigen, die nicht im Uferbereich wohnen, getrennt überprüft. Für die Grundgesamtheit konnte eine steigende Bedeutung der Arbeitswege und eine fallende Bedeutung bei den Begleit- und den Freizeitwegen gezeigt werden. Im Uferbereich kann bei den Freizeitwegen keine signifikante Änderung festgestellt werden, dafür aber neben der steigenden Bedeutung der Arbeitswege auch eine steigende Bedeutung der Ausbildungswege.

Bei Betrachtung der Anteile der nahen Ziele kann für jede der verwendeten Nahbereichsdefinitionen (2 km, 3 km und 5 km) für die Ufergruppe ein signifikanter Anstieg

6. Mobilitätsverhalten in Laubegast - Ergebnisse

der Ziele im Nahbereich für die Wegzwecke Besorgung, Begleitung und Freizeit festgestellt werden. Für die Restgruppe ist dies nicht der Fall (Details sind im entsprechenden Abschnitt unter 6.2.1.2 zu finden).

Bei Betrachtung der Verkehrsmittelwahl können grundsätzlich dieselben Ergebnisse in der Teilgruppe der Uferbewohner und in der Restgruppe gezeigt werden wie in der Grundgesamtheit.

Für die mittlere Wegdauer konnten in der Grundgesamtheit außer für Freizeitwege signifikant steigende Tendenzen in der Hochwasserwoche gezeigt werden. In der Ufergruppe können für alle Wegzwecke außer für die Ausbildungswege signifikant steigende Tendenzen bestätigt werden. Die Ergebnisse für die Restgruppe sind identisch zu den Ergebnissen für die Grundgesamtheit.

Bei der Streuung zur Wegdauer wurde angenommen, dass diese im Hochwasserfall höher ausfällt. Dies konnte in der Grundgesamtheit außer für die Freizeitwege überall bestätigt werden. Für die Ufergruppe lassen sich für alle Wegzwecke signifikante Unterschiede in der Streuung der Wegdauer bestätigen. Allerdings fällt, anders als angenommen, die Streuung auf Besorgungswegen im Hochwasserfall geringer aus als im Normalfall. Für die Restgruppe zeigen sich identische Ergebnisse wie für die Grundgesamtheit.

7. Explorative Übertragung auf Passau-Altstadt

In Zukunft ist immer häufiger mit Extremereignissen zu rechnen. In Deutschland werden vor allem mehr Hochwasserereignisse, Dürren und Hitzewellen erwartet. Um bestmöglich auf Ereignisse reagieren und Auswirkungen abmildern zu können, ist es unerlässlich, Informationen zu den Bedürfnissen der betroffenen Bevölkerung zu erlangen (vgl. Kapitel 1.1). Diese Dissertation ist im Rahmen eines CEDIM-Verbund-Projektes entstanden. Das CEDIM⁴³⁸, welches ein interdisziplinärer Zusammenschluss mehrerer Institute des KIT ist, befasst sich mit den Ursachen, der Bewältigung und der Prävention natürlicher Risiken.

Ein Forschungsschwerpunkt am CEDIM ist die Erstellung einer sog. Forensic Disaster Analysis (FDA) im Nachgang eines Naturereignisses. Ziel einer FDA ist es, kurz nach einem Ereignis bereits einen ersten Bericht auf Grundlage von relativ wenigen Informationen zu veröffentlichen. In diesem Bericht wird der zeitliche und räumliche Ablauf der Katastrophe analysiert und eine Abschätzung direkter Auswirkungen vorgenommen.^{439,440}

Die Analyse für Laubegast wurde durchgeführt, um Erkenntnisse darüber zu erlangen, wie das Mobilitätsverhalten auf Hochwasser reagiert. Diese Erkenntnisse aus Laubegast können als Grundlage für Abschätzungen zu Verhaltensänderungen in anderen Städten und Stadtteilen, die in Zukunft von Hochwasser betroffen sein können, dienen. Dieses Kapitel 7 beschäftigt sich daher mit der Generalisierung der für Laubegast erhaltenen Ergebnisse.

Dabei sind zwei Punkte zu untersuchen. Einerseits ist zu überlegen, welche Implikationen sich anhand der Erkenntnisse für Laubegast für andere Orte ergeben. Andererseits muss geklärt werden, welche Erfordernisse Daten erfüllen müssen, um eine Übertragbarkeit der Ergebnisse für Laubegast auf andere Orte vornehmen zu können. Es soll eine Sensibilisierung für Einflussfaktoren erfolgen, die im Zusammenhang mit einer Übertragung der Ergebnisse aus Laubegast auf andere Stadtteile eine Rolle spielen.

In dem im Weiteren verwendeten Ansatz wird für einen anderen potenziell in Zukunft betroffenen Ort eine Abschätzung zu den Auswirkungen eines Hochwassers im Stile einer FDA vorgenommen. Wesentliches Merkmal dieser Abschätzung wird sein, dass mit einem minimalen Eingangsdatensatz gearbeitet wird. Für den Fall, dass mehr Informationen zur Verfügung stehen, sollten diese selbstverständlich mitberücksichtigt werden. Das Hauptaugenmerk liegt jedoch darauf, zeitnah nach dem eingetretenen Ereignis eine Abschätzung zu liefern.

⁴³⁸ Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology.

⁴³⁹ Vgl. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Strategische Entwicklung und Kommunikation (SEK) (2022).

⁴⁴⁰ Ein FDA-Bericht wurde beispielsweise zur Hochwasserkatastrophe im Ahrtal im Sommer 2021 verfasst, vgl. Schäfer et al. (2021).

In einem breiteren Kontext kann die Befragung in Laubegast als ein erster Datenpunkt für einen umfangreicheren Datensatz verstanden werden, aus dem allgemeingültige Erkenntnisse zur Auswirkung eines Hochwasserereignisses auf die Mobilität privater Haushalte abgeleitet werden können. Gleichzeitig stellen sich methodische Fragen zum Übertrag. In Form eines Ausblicks soll daher abschließend (in Kapitel 8) diskutiert werden, wie ein programmatisches Vorgehen aussehen kann, welches die Verallgemeinerung der Erkenntnisse aus Laubegast auf eine breitere Datenbasis stellt, und welche methodischen Fragen noch geklärt werden müssen.

Zunächst werden die Voraussetzungen überblicksartig beleuchtet, die eine Übertragbarkeit der Erkenntnisse aus Laubegast grundsätzlich ermöglichen. In Kapitel 7.2 werden die Veränderungen, die sich anhand der Befragung in Laubegast ergeben haben und teilweise bereits in Kapitel 6.2 ermittelt wurden, dargestellt (sog. Koeffizienten). Dabei erfolgt auch eine Gegenüberstellung zur Deutlichkeit der für Laubegast ermittelten Koeffizienten, die im Rahmen der Forschungshypothesen auch teilweise bereits thematisiert wurde, d.h. ein Vergleich dazu, wie stark ein beobachteter Unterschied zwischen Normal- und Hochwasserfall ist. In Kapitel 7.3 wird der als Beispiel ausgewählte Übertragungsraum, die Stadt Passau, vorgestellt. In Kapitel 7.4 wird die exemplarische Abschätzung der Auswirkungen auf die Altstadt von Passau im Falle eines Hochwassers vorgenommen. In Kapitel 7.5 erfolgen eine Reflexion und weitere Anpassung der vorgenommenen Abschätzung.

7.1 Voraussetzungen

Das Mobilitätsverhalten wird von einer Vielzahl an Einflussfaktoren bestimmt (vgl. hierzu insbesondere die Ausführungen in Kapitel 2.1 und in Kapitel 3.1). Es sind einerseits persönliche Faktoren anzuführen, andererseits beeinflussen die räumlichen Gegebenheiten die Mobilitätsbedürfnisse und das Mobilitätsverhalten. Als weitere Dimensionen sind die Betroffenheit der Bevölkerung und das Ausmaß des untersuchten Ereignisses im Untersuchungsraum zu nennen. Das heißt, grundsätzlich werden Informationen zur Sozioökonomik und zu den räumlichen Verhältnissen benötigt.

Je stärker sich die sozioökonomischen Eigenschaften der betroffenen Personen, die Schwere des untersuchten Ereignisses und die räumlichen und geografischen Gegebenheiten von Laubegast und dem Ort, auf den eine Übertragung vorgenommen werden soll, ähneln, desto eher lassen sich die Erkenntnisse aus Laubegast übertragen.

Für die Übertragbarkeit der Ergebnisse aus Laubegast müssen Informationen zur Sozioökonomie der Bevölkerung, zur Geografie und zum Ist-Zustand der Mobilitätsnachfrage vorliegen. Dabei können Informationen in unterschiedlichem Detailgrad vorliegen. Daten zur Mobilitätsnachfrage können aus eigenständigen Erhebungen zum Mobilitätsverhalten privater Haushalte eines bestimmten Untersuchungsraumes stammen, beispielsweise im Rahmen einer Fortschreibung des Verkehrsentwicklungsplans. Davon, dass entsprechende Daten vorliegen, ist im Regelfall aber nicht auszugehen. Für kleinere Gebiete lässt sich das Verkehrsaufkommen, welches eine zent-

rale Kenngröße für weitere Untersuchungen darstellt, auch anhand von Abschätzungsvorschriften der FGSV ermitteln.⁴⁴¹ Abgesehen vom Verkehrsaufkommen müssen auch für weitere Mobilitätsmerkmale geeignete Informationen zusammengetragen werden.

Für den Fall, dass keine Informationen zum Mobilitätsverhalten im Alltag vorliegen, müssen unter Verwendung der zur Verfügung stehenden Informationen plausible Annahmen darüber getroffen werden. Wie dabei vorgegangen werden kann, wird in Kapitel 7.4.2 demonstriert. Zudem muss eine Einschätzung der Schwere der Folgen eines Hochwassers vorgenommen werden und diese mit der Schwere der Auswirkungen des in Laubegast betrachteten Hochwassers verglichen werden. Je nach Beurteilung müssen die Veränderungen, die sich in Laubegast beobachten ließen, für den Übertrag angepasst werden.

7.2 Koeffizienten aus der Erhebung in Laubegast

In Kapitel 6.2 wurden Signifikanztests zu zuvor aufgestellten Forschungshypothesen durchgeführt. Es wurde ermittelt, welche Hypothesen bestätigt werden können und welche verworfen werden müssen. Ein anderer wichtiger Aspekt ist die Deutlichkeit, in der sich Werte oder Anteile in der normalen Woche von den korrespondierenden Werten und Anteilen in der Hochwasserwoche unterscheiden. Die Änderungen zwischen normaler Woche und Hochwasserwoche werden in diesem Teilkapitel zusammengetragen und liefern Koeffizienten, anhand derer eine Abschätzung für einen anderen betroffenen Stadtteil erfolgen soll.⁴⁴² Wie Einschätzungen zur Deutlichkeit vorgenommen werden können, wird im entsprechenden Abschnitt jeweils klar werden.

Im Weiteren sind v.a. die Änderungskoeffizienten für das Verkehrsaufkommen, für die Anteile der einzelnen Verkehrsmittel und der einzelnen Wegzwecke von Bedeutung. Eine Übertragung der Erkenntnisse für Änderungen in der Wegdauer und im Anteil der Wege in einem bestimmten Distanzband wird als grundsätzlich schwieriger angesehen. Hier spielen stadtspezifische Faktoren wie beispielsweise die Größe oder die Erreichbarkeit von Zielen eine besonders große Rolle. Nichtsdestotrotz werden auch für die Wegdauer und die Distanzen Änderungskoeffizienten ermittelt, die der Bestimmung einer grundsätzlichen Änderungstendenz dienlich sein können. Im Anschluss erfolgt ein Vergleich zur Größenordnung aller Änderungskoeffizienten.

⁴⁴¹ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) (2006): Die dort beschriebene Abschätzung wurde für Abschätzungen bis zu einer Gebietsgröße von 0,5 km² konzipiert.

⁴⁴² Die in den folgenden Tabellen dargestellten Werte stellen teilweise eine Wiederholung aus Kapitel 6 dar.

Verkehrsaufkommen

Wie die Untersuchung in Laubegast zeigt, kann man im Falle eines Hochwassers von einer Verringerung des Verkehrsaufkommens ausgehen. In der normalen Woche belief sich das Aufkommen auf 5.766 Wege, in der Woche mit Hochwasser betrug das Aufkommen lediglich 2.991 Wege. Der Änderungskoeffizient liegt damit bei 0,52⁴⁴³.

Zur Änderung im Verkehrsaufkommen wurde kein Signifikanztest durchgeführt, es ist jedoch offensichtlich, dass es sich um eine signifikante und deutliche Verringerung handelt. Das Aufkommen ist im Hochwasserfall nur noch etwa halb so hoch wie zuvor, worin sich die Deutlichkeit zeigt. Es ist davon auszugehen, dass es sich bei der Änderungstendenz grundsätzlich um ein allgemeingültiges Ergebnis handelt, welches auf ähnliche Situationen übertragen werden kann.

Modal Split

Für den Modal Split ergaben sich folgende Unterschiede zwischen der normalen Woche und der Hochwasserwoche (vgl. Tabelle 83).

Tabelle 83: Gegenüberstellung der Verkehrsmittelwahl in Laubegast in der normalen Woche und in der Hochwasserwoche

Verkehrsmittel	Normale Woche		Hochwasserwoche	
	absolut	prozentual	absolut	prozentual
Zu Fuß	1.567	28 %	1.359	47 %
Fahrrad	1.408	25 %	796	27 %
Pkw	1.886	34 %	465	16 %
ÖV	727	13 %	278	10 %
Summe	5.588	100 %	2.898	100 %

Die für den Modal Split auf der Gesamtheit der angegebenen Wege durchgeführten Hypothesentests waren durchweg signifikant. Die Änderungen, die sich im Hochwasserfall ergeben, werden mit zwei Änderungskoeffizienten beschrieben (vgl. Tabelle 84).

Tabelle 84: Koeffizienten zum Modal Split

	Relativer Koeffizient	Absoluter Koeffizient
Zu Fuß	1,67	0,87
Fahrrad	1,09	0,57
Pkw	0,48	0,25
ÖV	0,74	0,38
Gesamt	-	0,52

⁴⁴³ $\frac{2.991}{5.766} = 0,52$.

Der relative Koeffizient ergibt sich mithilfe von Tabelle 83 als Quotient aus dem Anteil des betrachteten Verkehrsmittels in der Hochwasserwoche und in der normalen Woche, am Beispiel des Zufußgehens: $0,47/0,28 = 1,67$. Der Vorteil dieser Betrachtung ist, dass sich anhand des Koeffizienten unmittelbar erkennen lässt, ob das betrachtete Verkehrsmittel in der Hochwasserwoche relativ gesehen wichtiger (relativer Koeffizient >1) oder unwichtiger wird (relativer Koeffizient <1). Bei dieser Betrachtung wird aber außer Acht gelassen, dass sich das gesamte Verkehrsaufkommen und die absolute Bedeutung aller Verkehrsmittel reduzieren.

Daher wird ein zweiter Koeffizient ermittelt, der Änderungen in den Verkehrsmitteln unter Berücksichtigung der Änderung in der Gesamtzahl an Wegen zeigt (absoluter Koeffizient). Dies wird im Folgenden auch der Wert sein, der zur Übertragung der Erkenntnisse aus Laubegast auf Passau verwendet werden wird. Der Wert für den absoluten Koeffizienten ergibt sich als Quotient aus der absoluten Anzahl an Wegen, die mit einem bestimmten Verkehrsmittel in der Hochwasserwoche gemacht wurden, und der absoluten Anzahl an Wegen mit dem entsprechenden Verkehrsmittel in der normalen Woche. Anhand des Anteils des Zufußgehens ergibt sich so, auch unter Verwendung von Tabelle 83, ein absoluter Koeffizient von $1.359/1.567 = 0,87$.⁴⁴⁴

Vergleicht man die Koeffizienten miteinander, so sind beim Zufußgehen und beim Pkw deutlichere Änderungen als beim Fahrrad und beim ÖV zu sehen.

Auch bei den Änderungen im Modal Split ist davon auszugehen, dass sich die Änderungstendenzen auf ähnliche Situationen übertragen lassen. Vor allem im urbanen Umfeld ist es durchaus plausibel, dass dort eine höhere Flexibilität des Fahrrads und des Zufußgehens gegeben ist als mit dem Pkw oder mit dem ÖV. Das heißt die Richtungen, in der Änderungen für Laubegast festgestellt wurden, sollten auf andere städtische Räume übertragbar sein.

Anteil der Wegzwecke

Die Änderungen, die sich zwischen normaler Woche und Hochwasserwoche bei den Wegzwecken ergeben, sind in Tabelle 85 ersichtlich.

⁴⁴⁴ Dieser Koeffizient lässt sich übrigens auch folgendermaßen errechnen: $\frac{0,47}{0,28} \cdot \frac{2.898}{5.588} = 0,87$. Das heißt, man kann den absoluten Koeffizienten auch als Produkt aus relativem Koeffizienten und Quotienten aus der Änderung in der Gesamtzahl an Wegen bestimmen.

7. Explorative Übertragung auf Passau-Altstadt

Tabelle 85: Gegenüberstellung Nennungen zu vorkommenden Wegzwecken

Zweck	Normale Woche		Hochwasserwoche	
	absolut	prozentual	absolut	prozentual
Arbeit	1.311	23 %	765	26 %
Ausbildung	113	2 %	58	2 %
Besorgung/ Service	2.111	37 %	1.092	37 %
Bringen/ Holen	600	10 %	270	9 %
Freizeit	1.631	28 %	805	27 %
Summe	5.766	100 %	2.991	100 %

Für die Berechnung der Änderungskoeffizienten wurde analog vorgegangen wie beim Modal Split. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle 86 aufgeführt.

Tabelle 86: Koeffizienten zur Bedeutung der Wegzwecke

	Relativer Koeffizient	Absoluter Koeffizient
Arbeit	1,12	0,58
Ausbildung	1,00	0,52
Besorgung/Service	1,00	0,52
Bringen/Holen	0,87	0,45
Freizeit	0,95	0,49
Gesamt	-	0,52

Die Hypothesentests zur Veränderung der Anteile der Wegzwecke lieferten teilweise signifikante Ergebnisse. So konnte bei den Arbeitswegen eine signifikante Steigerung des Anteils gezeigt werden, bei den Begleitwegen (Bringen/Holen) eine signifikante Verringerung. Für die übrigen Wegzwecke ließen sich keine Aussagen zum üblichen Signifikanzniveau von $\alpha = 5$ treffen. Für die Freizeitwege konnte zu einem Signifikanzniveau von $\alpha = 10 \%$ eine Verringerung in der Bedeutung gezeigt werden. Die Betrachtung der Koeffizienten zeigt ebenfalls teilweise nur geringfügige Unterschiede. Dies lässt sich am relativen Koeffizienten erkennen, wenn er nahe 1 liegt, und beim absoluten Koeffizienten, wenn der absolute Koeffizient eines Wegzwecks nahe am Gesamtwert (0,52) liegt. Vor allem im Vergleich zu den Koeffizienten, die sich beim Modal Split ergeben, sind bei den Wegzwecken insgesamt betrachtet geringere Veränderungen zu sehen.

Die Übertragung der Änderungen in den Wegzwecken wird im Vergleich zum Aufkommen und zum Modal Split als weniger zuverlässig angesehen. Neben den Tatsachen, dass teilweise keine Aussagen zur Signifikanz der Änderungen getroffen werden können und die Koeffizienten nahe bei 1 bzw. 0,52 liegen, stellt sich die Frage, wie groß der Einfluss der sozioökonomischen Charakteristiken der Befragten auf die

beobachteten Auswirkungen ist. Diese Überlegung spielt bei allen ermittelten Koeffizienten eine Rolle, jedoch im besonderen Maße bei der Bedeutung der Wegzwecke. Als Faustregel lässt sich womöglich die Erkenntnis verwenden, dass sich die Bedeutung der Arbeits- und Begleitwege verändern, während die übrigen Zwecke weitgehend stabil bleiben.

Nichtsdestotrotz ist es wichtig, beim Übertrag der Erkenntnisse aus Laubegast die Unterschiede, die sich bei sozioökonomischen Merkmalen ggf. zeigen, mitzubedenken.

Veränderungen in der Wegdauer

Für die Wegdauer wurde untersucht, wie sich die Lagemaße in der normalen Woche und in der Hochwasserwoche unterscheiden. Grundsätzlich konnte eine steigende Tendenz in der Wegdauer beobachtet werden. Sowohl der Vergleich der Mediane als auch der arithmetischen Mittelwerte stützen diese Aussage (vgl. Tabelle 87).

Tabelle 87: Gegenüberstellung der mittleren Tendenzen der Wegdauer

	Normale Woche	Hochwasserwoche	Koeffizient
Median	30 min	40 min	1,33
Arithmetischer Mittelwert	39,2 min	46,5 min	1,19

Der Wilcoxon-Rangsummentest stellt einen signifikanten Unterschied in den mittleren Tendenzen der normalen Woche und der Hochwasserwoche fest. Ein Vergleich der Koeffizienten aus der Wegdauer mit den Koeffizienten der bisherigen Auswertungen lässt hier einen eher deutlichen Unterschied zwischen normaler Woche und Hochwasserwoche erkennen.

Beim Übertrag der Ergebnisse zur Wegdauer sollten die unterschiedlichen Gegebenheiten in Laubegast und im Übertragungsort besonders berücksichtigt werden. Beispielsweise konnte anhand der MOP-Daten gezeigt werden, dass sich die Mobilitätszeit in der Stadt und auf dem Land unterscheidet. Es ist denkbar, dass auch andere Faktoren wie Alter, Haushaltsgröße oder Berufstätigkeit eine messbare Auswirkung auf die Mobilitätszeit haben.

Veränderungen in den Distanzen der angesteuerten Ziele

Für Laubegast wurde untersucht, inwiefern sich Ziele in der Hochwasserwoche stärker auf das nahe Umfeld der Bewohner konzentrieren, als es in der normalen Woche der Fall ist. Definiert man den Nahbereich als einen Umkreis von 3 km um den zentralen Kirchplatz in Laubegast, so ergibt sich ein signifikanter Anstieg im Anteil der Wege, die in einer Hochwasserwoche in den 3 km-Umkreis führen, im Vergleich zum Anteil dieser Wege in einer normalen Woche.

Tabelle 88: Gegenüberstellung der Anteile der Ziele nach Distanzen und ermittelte Koeffizienten

	Normale Woche	Hochwasser-woche	Relativer Koeffizient	Absoluter Koeffizient
Bis 3 km	34 %	41 %	1,19	0,61
Über 3 km	66 %	59 %	0,90	0,46

In Tabelle 88 sind zusammenfassend die wesentlichen Kennzahlen zu sehen, die Änderungen in den Distanzen der Ziele charakterisieren. Da Auswertungen zur Zielwahl, die die räumliche Dimension beschreiben, stark vom betrachteten Setting abhängen, sollten die in Laubegast beobachteten Änderungen für eine quantitative Abschätzung zu Änderungen in einem anderen Untersuchungsraum mit Vorsicht verwendet werden. Zum einen hängt der Anteil der nahen Wege beispielsweise vom Anteil der einzelnen Wegzwecke am Aufkommen ab, der wiederum mit sozioökonomischen Eigenschaften der Betroffenen in Verbindung steht. Zum anderen ist nicht klar, wie der Nahbereich zu definieren ist und in welcher Höhe ein Anstieg im Nahbereich zu erwarten ist. Der Anstieg, der für Laubegast ermittelt werden konnte, kann aber als deutlich bezeichnet werden.

Vergleich der Änderungskoeffizienten

Insgesamt lassen sich die deutlichsten Änderungen bei der Gesamtzahl der Wege und in der Verkehrsmittelwahl erkennen. Vor allem beim Zufußgehen und beim Pkw ergeben sich starke Unterschiede zwischen normaler Woche und Hochwasserwoche (stärkste betragsmäßig absolute Abweichungen von 1, vgl. Tabelle 84). Bei den Änderungskoeffizienten der Wegzwecke sind durchmischte Ergebnisse zu sehen (wie bereits bei den entsprechenden Hypothesentests). Auch die Änderungen zur Bedeutung des Nahbereichs und der Wegdauer sind recht deutlich. Beim Übertrag von Erkenntnissen, die in Laubegast gewonnen wurden, auf einen anderen Ort sollten jedoch sowohl stadtspezifische Besonderheiten als auch Unterschiede in der Bevölkerung berücksichtigt werden.

7.3 Beschreibung der Stadt Passau und der dortigen Gefahren durch Hochwasser

Die kreisfreie Stadt Passau liegt in Oberbayern im Grenzgebiet zu Österreich und hat etwa 53.000 Einwohner.⁴⁴⁵ Passau wird auch als Drei-Flüsse-Stadt bezeichnet, weil dort Donau, Inn und Ilz zusammenfließen. Dementsprechend können in der Stadt Hochwasser auftreten.

In Passau spielt auch der Tourismus eine Rolle. Passau liegt an zwei Radfernwegen, entlang der Donau und entlang des Inns. Zudem kommt Passau als Schiffsanlegestelle für Flusskreuzfahrtschiffe eine besondere Bedeutung zu.

⁴⁴⁵ Vgl. Bayerisches Landesamt für Statistik (2022a): Am Stichtag 31.12.2021 waren es 53.093 Einwohner.

Seit 1978 gibt es eine Universität in Passau, an der aktuell etwa 12.000 Studierende eingeschrieben sind.⁴⁴⁶ Die Stadt ist dadurch studentisch geprägt. Der hohe Anteil an Studierenden ist ein Grund für den vergleichsweise hohen Anteil an Ein-Personen-Haushalten.⁴⁴⁷

Eines der schlimmeren Hochwasser in letzter Zeit ereignete sich im Juni 2013, d.h. im gleichen Zeitraum wie das in der Befragung in Laubegast vorgegebene Hochwasserereignis. Das damalige Hochwasser in Passau wurde im Nachhinein als ein Über-100-jährliches Ereignis eingestuft, also als statistisch gesehen seltener als einmal in einhundert Jahren.⁴⁴⁸ Laut § 76 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) sind Landesregierungen dazu verpflichtet, Risikogebiete, d.h. Gebiete, die bei einem Hochwasser überschwemmt oder durchflossen werden können, als Überschwemmungsgebiete festzusetzen.⁴⁴⁹

Zur Festlegung des Überschwemmungsgebiets für Passau verwendete das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf das Hochwasser von 2013 entlang der Donau, für Teilabschnitte des Inn das Hochwasser von 1954.⁴⁵⁰ In den Karten, die die ermittelten Überschwemmungsgebiete zeigen, ist vor allem im Altstadtbereich ein großer Anteil an betroffenen Gebäuden zu erkennen (vgl. Abbildung 73⁴⁵¹). Im Nachgang der Ereignisse von 2013 wurden intensive Überlegungen angestellt, welche Hochwasserschutzmaßnahmen zu ergreifen sind.⁴⁵²

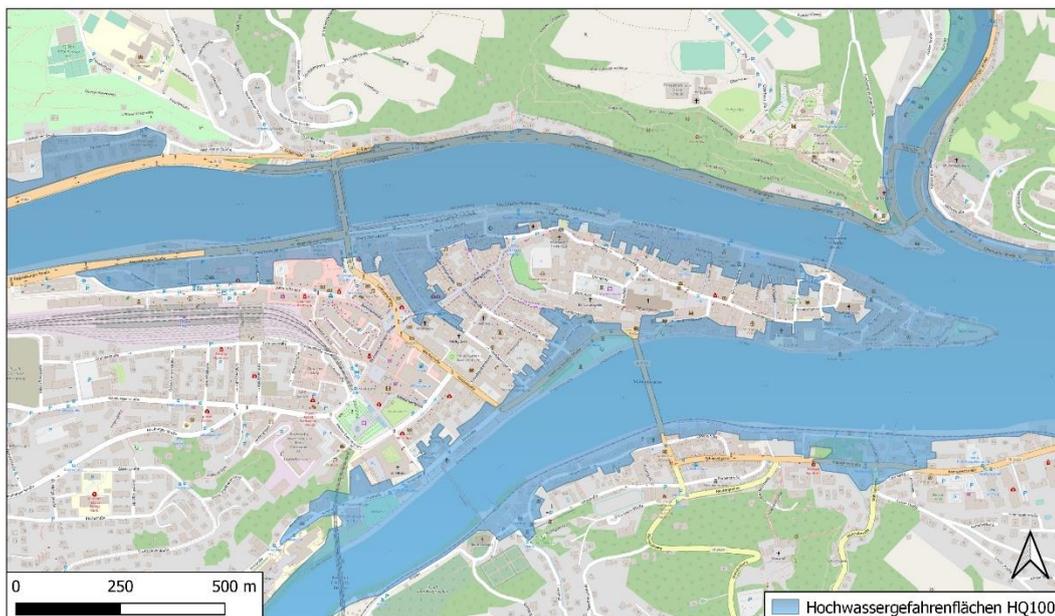


Abbildung 73: Hochwassergefahr in der Altstadt von Passau

⁴⁴⁶ Vgl. Universität Passau (2022).

⁴⁴⁷ Vgl. Bayerisches Landesamt für Statistik (2021), S. 6: Von den 27.845 Haushalten in Passau sind 13.994 Einpersonenhaushalte (Werte für 2011).

⁴⁴⁸ Das Hochwasser von 2013 in Dresden war ein 50-jähriges Ereignis.

⁴⁴⁹ Vgl. Wasserhaushaltsgesetz (WHG), § 76, zugegriffen am 22.08.2022.

⁴⁵⁰ Vgl. Stadt Passau (2017).

⁴⁵¹ Eigene Abbildung auf Basis von Bayerisches Landesamt für Umwelt (2022) und OpenStreetMap (2022).

⁴⁵² Vgl. Wasserwirtschaftsamt Deggendorf (2017).

7. Explorative Übertragung auf Passau-Altstadt

Für die Altstadt sind zwei Hochwasserschutzmaßnahmen in Planung oder bereits in der Umsetzung: An der Oberen Donaulände/Brunngasse und an der Magalettgasse (siehe Abbildung 74).⁴⁵³ Ein vollständiger Hochwasserschutz ist dennoch nicht möglich.

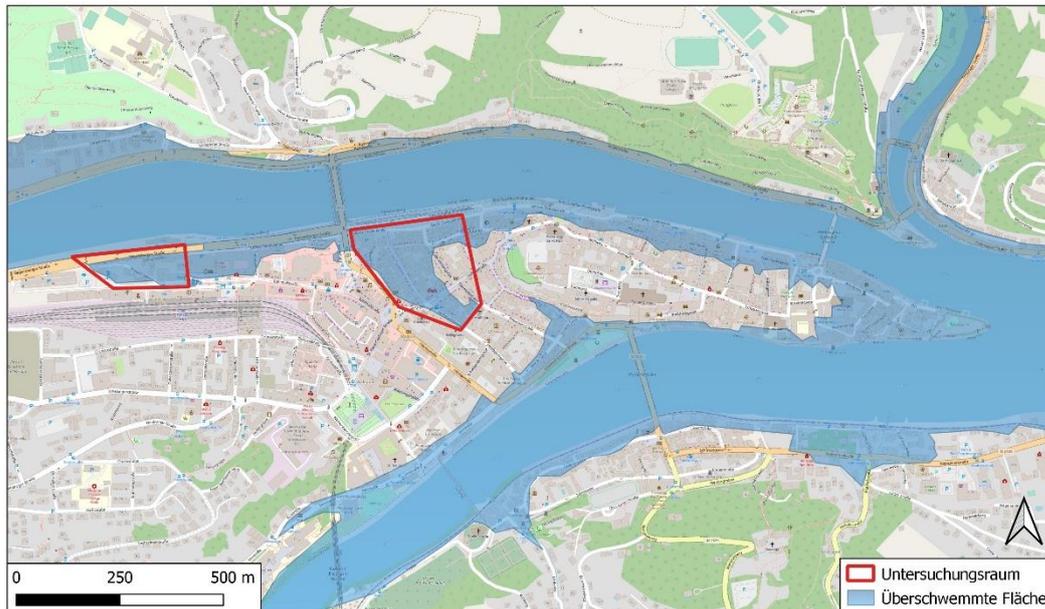


Abbildung 74: Geplante und bereits teilweise fertiggestellte Hochwasserschutzmaßnahmen⁴⁵⁴

Die Altstadt von Passau stellt ein potenziell von Hochwasser betroffenes Gebiet dar. Eine Evakuierung wurde 2013 in der Justizvollzugsanstalt in Passau vorgenommen.⁴⁵⁵ Zu weiteren durchgeführten Evakuierungen konnten keine Informationen gefunden werden. Es ist daher damit zu rechnen, dass in entsprechenden Situationen weiterhin Mobilität in der Altstadt stattfindet.

Bevor ein Übertrag der Erkenntnisse aus Laubegast auf die Altstadt von Passau vorgenommen werden kann, müssen die Rahmenbedingungen verglichen werden, beispielsweise eine Einschätzung zur Schwere der Folgen von Hochwasserereignissen in Laubegast und in der Altstadt von Passau erfolgen. Es gibt objektive Kriterien und subjektive Gesichtspunkte, anhand derer die Schwere eingestuft werden kann. Objektive Kriterien ergeben sich z.B. über die Jährlichkeit der verglichenen Ereignisse oder über die Pegelstände.

Tatsächlich ist jedoch nicht klar, wie sehr sich durch den Vergleich der objektiven Kriterien die Schwere der Auswirkungen ähnelt. Es muss beispielsweise berücksichtigt werden, welche Hochwasserschutzmaßnahmen jeweils vorhanden sind und wie die Bevölkerungsstruktur einzuschätzen ist. Handelt es sich um ein dicht besiedeltes Gebiet? Wie resilient ist die Verkehrsinfrastruktur?

⁴⁵³ Vgl. Wasserwirtschaftsamt Deggendorf (2016).

⁴⁵⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an Wasserwirtschaftsamt Deggendorf (2016), S. 2 und OpenStreetMap (2022).

⁴⁵⁵ Vgl. Bayerisches Staatsministerium der Justiz (2013).

Die eben aufgezählten Aspekte zeigen, welche Faktoren für die Einschätzung eines Hochwassers u.a. eine Rolle spielen. Bei der Erstellung von Prognosen zu Änderungen müssen Unterschiede in den Rahmenbedingungen berücksichtigt werden. Einige der Rahmenbedingungen in Laubegast und in der Altstadt von Passau sind in folgender Tabelle 89 gegenübergestellt.

Tabelle 89: Gegenüberstellung Laubegast und Altstadt Passau

	Laubegast	Altstadt Passau
Bevölkerung	Ca. 12.000	Ca. 3.000 ⁴⁵⁶
Betroffene Fläche ⁴⁵⁷	56 % ⁴⁵⁸	27 % ⁴⁵⁹
Einbettung/Lage des untersuchten Stadtteils	Stadtrandlage in einer Großstadt (Dresden ca. 500.000 Einwohner)	Stadtzentrum in einer Kleinstadt (Passau ca. 50.000 Einwohner)
Haushaltsstruktur	Im Rücklauf der Umfrage: Hälfte der Personen aus Zwei-Personen-Haushalten, ca. 30 % Ein-Personen-Haushalte	Hoher Anteil an Ein-Personen-Haushalten (ca. 50 %) ⁴⁶⁰
Sozioökonomische Besonderheiten	Im Rücklauf der Umfrage: Großer Anteil an Älteren (Rentnern)	Jüngere Bevölkerung, viele Studierende ⁴⁶¹
Verkehrliche Situation/ Schwere eines Hochwasserereignisses	Laubegast während des vorgegebenen Hochwassers weitgehend abgeschnitten.	Verkehr stand während des Hochwassers 2013 in der Innenstadt zunächst weitgehend still. Marienbrücke als eine Verbindung über den Inn für Einsatzfahrzeuge vorhanden. Im weiteren Zeitverlauf Freigabe der Marienbrücke zunächst für Fußgänger und Radfahrer, später auch für Fahrzeuge bis zu 16 t Gewicht. ⁴⁶²

Wie man sehen kann, gibt es einige Unterschiede und einige Ähnlichkeiten. Vergleicht man die Bevölkerung und die betroffenen Flächen miteinander, erweckt dies den Eindruck, dass in Laubegast größere Auswirkungen des Hochwassers vorliegen könnten. Der höhere Anteil an jungen Bewohnern in der Passauer Altstadt, die eine höhere Grundmobilität aufweisen, könnte unterschiedlich starke Auswirkungen in der Passauer Altstadt im Vergleich zu Laubegast vermuten lassen. Die Gegenüberstellung der verkehrlichen Situation spricht nicht dafür, dass ein großer Unterschied in den Auswirkungen vorliegt. Die Unterschiede, die sich strukturell zwischen Laubegast

⁴⁵⁶ Vgl. Stadt Passau et al. (2012), S. 5. Der Stadtteil Altstadt wurde zur Zeit des zitierten Berichts etwas anders definiert als heute. Ein Vergleich der früheren Altstadtflächen mit den heutigen lässt jedoch keine starken Unterschiede in der Einwohnerzahl vermuten.

⁴⁵⁷ Um den Anteil der betroffenen Fläche zu ermitteln, wurde die in einem Hochwasserfall überschwemmte Fläche zur Gesamtfläche des bebauten Stadtteils ins Verhältnis gesetzt.

⁴⁵⁸ Beim Hochwasser 2013.

⁴⁵⁹ Für ein hypothetisches 100-jährliches Hochwasser.

⁴⁶⁰ Vgl. Stadt Passau et al. (2012), S. 5.

⁴⁶¹ Vgl. Stadt Passau et al. (2012), S. 5.

⁴⁶² Vgl. Niederbayern Wiki (2018).

und der Altstadt von Passau zeigen, sollen bei den Abschätzungen mitdiskutiert werden.

Für eine Übertragung der Erkenntnisse aus Laubegast auf die Passauer Altstadt kann man prinzipiell zwei Wege beschreiten. Ein Weg ist, die Koeffizienten aus Laubegast (siehe Kapitel 7.2) auf Passau-Altstadt zu übertragen und anschließend zu diskutieren, wie realistisch das ist. Ein anderer Weg wäre, die Diskussion der örtlichen Bedingungen in den Vordergrund zu stellen und nur selektiv Koeffizienten aus Laubegast anzuwenden. Die in Kapitel 7.4 vorgestellte Abschätzung folgt dem ersten Weg, da grundsätzlich von einer Eignung dieses Ansatzes ausgegangen wird.

7.4 Abschätzung der Auswirkungen nach einem Hochwasser in Passau-Altstadt

Wie bereits einleitend beschrieben wurde, bildet das Erstellen von sog. FDA einen Forschungsschwerpunkt am CEDIM. Ein wesentliches Merkmal der FDA ist es, dass sie mit wenigen Daten und mit wenig Vorlauf erste Schätzungen zu Auswirkungen eines Ereignisses ermöglicht. Eine Abschätzung in dieser Art wird im Folgenden vorgenommen.

Da grundsätzlich nicht davon auszugehen ist, dass detaillierte Informationen zum alltäglichen Mobilitätsverhalten für einen Beobachtungsraum vorliegen, wird ein konstruktives Vorgehen zur Ermittlung von Auswirkungen eines Hochwassers auf das Mobilitätsverhalten aufgezeigt, welches mit geringen Datenanforderungen beschränkt werden kann.

7.4.1 Allgemeines Schema zum Vorgehen

Bevor ein Übertrag der Erkenntnisse aus Laubegast auf einen möglichen Hochwasserfall in einer anderen Stadt erfolgen kann, muss zunächst das Mobilitätsverhalten im Normalfall für die andere Stadt bestimmt werden. Aus deutschlandweit durchgeführten Erhebungen lassen sich Informationen zum allgemeinen Mobilitätsverhalten ziehen. Zu nennen sind hier die MiD-Studie, das MOP und die SrV-Erhebung. Sie liefern Informationen zu zentralen Kennwerten der Umfrageteilnehmer, die auch in der in Laubegast durchgeführten Befragung erhoben wurden. Konkret aufzuführen sind insbesondere Informationen zum Verkehrsaufkommen, zur Verkehrsmittelnutzung und zur Bedeutung von Wegzwecken. Die SrV-Erhebung wird regelmäßig in verschiedenen deutschen Städten durchgeführt, sodass hier sogar stadtsspezifische Werte ausgelesen werden können. Diese Kennwerte können herangezogen werden, um die Mobilität im Alltag im Beobachtungsraum in einer ersten groben Näherung zu beschreiben. Sofern man die Möglichkeit hat, eigenständige Auswertungen anhand von Datensätzen vorzunehmen, kann es sich anbieten, Kennwerte anhand eines Teildatensatzes zu ermitteln. Allerdings sollte man bei der Analyse anhand einer Teilstichprobe darauf achten, dass die Datenbasis nicht zu klein wird.

Informationen zur Bevölkerung können ggf. zu einer Korrektur oder Verfeinerung z.B. der Angaben zur Verkehrsmittelwahl oder zur Bedeutung der Wegzwecke genutzt werden, die aus den herangezogenen Erhebungen vorliegen. Wenn beispielsweise eine hohe Bedeutung des Fahrrads bekannt ist oder es sich um eine Universitätsstadt handelt und daher Ausbildungswege einen höheren Stellenwert als im Durchschnitt haben, lässt sich diese Information zur Feinjustierung verwenden. Anhand der Bevölkerung kann eine Abschätzung zum absoluten Verkehrsaufkommen vorgenommen werden. Dazu können zur Verfügung stehende Angaben zum Wegaufkommen pro Person und pro Tag verwendet werden und anhand dieser eine Hochrechnung für das Aufkommen einer Stadt oder eines Stadtteils an einem normalen Tag erfolgen. Unter Umständen können auch Informationen zur Geografie dabei helfen, die grundsätzliche Mobilität in einem Beobachtungsraum besser zu charakterisieren.

Basierend auf den Werten, die für das Beobachtungsgebiet im Alltag bestimmt wurden, in diesem Fall für Passau-Altstadt, lässt sich die Abschätzung der Auswirkungen des Hochwassers mit den ermittelten Koeffizienten aus Laubegast durchführen. Auch bei der Anwendung der Koeffizienten können Informationen zur Bevölkerung mitberücksichtigt werden, um der Situation im Beobachtungsraum noch stärker Rechnung zu tragen. Zudem muss eine Einschätzung zur Schwere der Hochwassersituation vorgenommen werden. Es muss entschieden werden, ob es sich bei Betrachtung der Folgen um ein im Vergleich zu Laubegast 2013 schwereres, ähnliches oder weniger schweres Ereignis handelt. Je nach Beantwortung dieser Frage können die ermittelten Koeffizienten mit einem Verstärkungs- oder mit einem Dämpfungsfaktor verknüpft werden.

7.4.2 Ermittlung von Mobilitätseckwerten für die Altstadt von Passau im Normalfall

Für eine beliebige Stadt kann anhand allgemeiner Mobilitätswerte eine Ausgangssituation kreiert werden, auf die die in Kapitel 7.2 zusammengetragenen Koeffizienten angewandt werden können, um so potenzielle Auswirkungen eines Hochwassers abzuschätzen. Für Passau-Altstadt liegen teilweise detaillierte Informationen zum Mobilitätsverhalten im Alltag vor, die dementsprechend auch genutzt werden.

Die Stadt Passau hat das Ingenieurbüro gevas humberg und Partner vor einigen Jahren mit der Erarbeitung eines Verkehrsentwicklungsplans und der Fortschreibung des existierenden Verkehrsmodells der Stadt beauftragt.⁴⁶³ Im Zuge dieser Beauftragung führte das Ingenieurbüro im Jahr 2009 eine Haushaltsbefragung durch. Die Haushaltsbefragung liefert Daten zu Strukturmerkmalen der befragten Bevölkerung und zu den an einem vorgegebenen Stichtag durchgeführten Wegen.⁴⁶⁴

⁴⁶³ Vgl. Hoffmann und Spath (2010a) und (2010b).

⁴⁶⁴ Es sei darauf hingewiesen, dass Passau seit Durchführung der Umfrage im Jahr 2009 ganz leicht von 50.627 auf 53.093 Einwohner gewachsen ist (vgl. Bayerisches Landesamt für Statistik (2022a)).

7. Explorative Übertragung auf Passau-Altstadt

Die Haushaltsbefragung erfolgte an einem Stichtag, der einen normalen Werktag außerhalb der Schulferien repräsentieren soll. Es wurden über 8.000 Haushalte kontaktiert, wovon etwa 1.700 Haushalte an der Erhebung teilgenommen haben. Die Auswertung erfolgte anhand der Angaben von 3.847 Personen.⁴⁶⁵ Dies entsprach einer Quote von 7,6 % an der Gesamtbevölkerung von Passau.

Die relevanten Daten, die damals erhoben wurden, werden nachfolgend beschrieben. Zunächst kommen Informationen zur Haushaltsgröße, zum Alter und der Pkw-Verfügbarkeit.⁴⁶⁶ Sie sollen direkt, soweit möglich, den statischen Daten für Passau und den Verteilungen in der eigenen Erhebung zum Mobilitätsverhalten in Laubegast gegenübergestellt werden, um Ähnlichkeiten und Unterschiede erkennen zu können. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass sich die Informationen für Passau auf die gesamte Stadt Passau und nicht auf den Bereich der Passauer Altstadt beziehen. Daher ist auch zu diskutieren, inwiefern sie auf die Altstadt bezogen werden können.

In Tabelle 90 erkennt man, dass in Passau die Hälfte der Befragten in Ein-Personen-Haushalten lebt, etwa ein Drittel lebt in Zwei-Personen-Haushalten. In Laubegast, im Rücklauf der Umfrage, sind die Anteile der Ein- und Zwei-Personen-Haushalte umgekehrt verteilt. Die Anteile der größeren Haushalte unterscheiden sich weniger stark voneinander. Die vorliegende Verteilung für ganz Passau wird für den Altstadtbereich übernommen. Vor allem ist ein hoher Anteil an Ein-Personen-Haushalten im Altstadtbereich eine plausible Annahme vor dem Hintergrund, dass sich dort die Universität von Passau befindet und Studierende nach Möglichkeit im Nahbereich zur Universität wohnen. Zur Haushaltsgrößenverteilung konnten keine offiziellen Statistiken für Passau gefunden werden. Lediglich beim Anteil der Ein-Personen-Haushalte (vgl. Fußnote 447) kann eine gute Übereinstimmung attestiert werden.

Tabelle 90: Vergleich zur Haushaltsgröße

Haushaltsgröße	Rücklauf Laubegast	Rücklauf Passau ⁴⁶⁷
1-Personen-HH	27 %	50 %
2-Personen-HH	53 %	31 %
3-Personen-HH	12 %	7 %
4-und-mehr-Personen-HH	9 %	12 %

Vergleicht man die Altersverteilungen in Tabelle 91, zeigen sich größere Unterschiede. Der Großteil der Stichprobe in Passau (72 %) gehört der mittleren Altersgruppe an. In Laubegast lässt sich etwa jeder zweite Befragte der mittleren Altersgruppe zuordnen. Dafür sind in Laubegast wesentlich mehr Ältere enthalten und Minderjährige nur sehr schwach repräsentiert. Ein Blick auf die Verteilung im Rücklauf für

⁴⁶⁵ Vgl. Hoffmann und Spath (2010a), S. 14.

⁴⁶⁶ Vgl. Hoffmann und Spath (2010b), S. 8f.

⁴⁶⁷ Vgl. Hoffmann und Spath (2010b), S. 8.

Passau und die offizielle Statistik zeigt nur geringfügige Unterschiede in den Anteilen. Es liegen keine expliziten Informationen zur Alters- und Haushaltsgrößenverteilung für Passau-Altstadt vor. Es wird daher zunächst davon ausgegangen, dass die Verteilungen für ganz Passau nicht wesentlich von den Verteilungen in Passau-Altstadt abweichen. Aufgrund des hohen Anteils an Studierenden in Passau ist jedoch davon auszugehen, dass der Unterschied zwischen der Haushaltsgrößen- und der Altersverteilung in Laubegast und in Passau-Altstadt deutlicher ausfällt als zwischen Laubegast und ganz Passau.

Tabelle 91: Vergleich zur Altersverteilung

Alterseinteilung laut Fragebogen Laubegast	Rücklauf Laubegast	Alterseinteilung Passau	Rücklauf Passau ⁴⁶⁸	Statistik Passau ⁴⁶⁹
Bis 14 Jahre	1 %	6 bis 18 Jahre	8 %	9 %
15 bis 24 Jahre	3 %	18 bis 65 Jahre	72 %	68 %
25 bis 44 Jahre	17 %			
45 bis 64 Jahre	33 %			
65 Jahre und älter	47 %	Ab 65 Jahre	20 %	23 %

Als abschließendes Merkmal erfolgt der Vergleich zur grundsätzlichen Pkw-Verfügbarkeit in den Haushalten (vgl. Tabelle 92).

Tabelle 92: Vergleich zur Pkw-Verfügbarkeit

Anzahl an Pkw	Rücklauf Laubegast	Rücklauf Passau ⁴⁷⁰
0 Pkw	17 %	19 %
1 Pkw	63 %	60 %
2 Pkw	18 %	18 %
Mindestens 3 Pkw	2 %	3 %

Die Haushaltsausstattung mit Pkw in Laubegast und in Passau zeigt eine sehr gute Übereinstimmung. In Laubegast gibt es geringfügig mehr Haushalte, die mindestens einen Pkw im Haushalt zur Verfügung haben. Es ist denkbar, dass im Altstadtbereich von Passau der Anteil dieser Haushalte geringer ist. Es liegen jedoch weder für ganz Passau noch für Passau-Altstadt Informationen aus offiziellen Statistiken zur Pkw-

⁴⁶⁸ Vgl. Hoffmann und Spath (2010b), S. 8.

⁴⁶⁹ Vgl. Bayerisches Landesamt für Statistik (2022b), Werte für 31.12.2021. Es zeigt sich, dass die Verteilung nach Altersklassen stabil ist (vgl. Verteilung für das Jahr 2009 auf Bayerisches Landesamt für Statistik (2022b)).

⁴⁷⁰ Vgl. Hoffmann und Spath (2010b), S. 9.

Verfügbarkeit vor (lediglich die Informationen in Tabelle 92, die in der Umfrage von gevas humberg und Partner ermittelt wurden).

Modal Split

Um Auswirkungen eines möglichen Hochwassers abzuschätzen, müssen Ausgangswerte und –verteilungen für Passau-Altstadt ermittelt werden, auf die die Koeffizienten aus Laubegast angewandt werden können. Die Mobilitätsdaten, die anhand der Passauer Erhebung vorliegen, beziehen sich im Allgemeinen auf die Gesamtstadt Passau. Lediglich für den Modal Split sind nach Stadtteil getrennte Auswertungen zu finden. Damit liefert der Modal Split für die Passauer Altstadt den Ausgangspunkt für die Zusammenstellung der Datenbasis, die den Normalfall in Passau-Altstadt abbilden soll.

Der für Passau-Altstadt vorliegende Modal Split am Aufkommen ist in nachfolgender Tabelle 93 zu sehen. Zusätzlich enthält die Tabelle den Modal Split für die Gesamtstadt Passau und für Laubegast. Um die Vergleichbarkeit zwischen Laubegast und Passau zu erleichtern, wurden die Angaben für Passau nach den vier Hauptverkehrsmitteln (zu Fuß, Fahrrad, Pkw, ÖV) im Rücklauf in Laubegast zusammengefasst und die Anteile an diesen vier Hauptverkehrsmitteln auf 100 % normiert.

Tabelle 93: Gegenüberstellung der Modal Splits

	Rücklauf Passau-Altstadt ⁴⁷¹	Rücklauf Passau gesamt ⁴⁷²	Rücklauf Laubegast Normale Woche
Zu Fuß	39 %	19 %	28 %
Fahrrad	15 %	9 %	25 %
Pkw ⁴⁷³	30 %	60 %	34 %
ÖV	16 %	12 %	13 %

Die Verteilungen in der Altstadt und in ganz Passau weisen einige Unterschiede auf. Das Zufußgehen wird in der Altstadt viel stärker praktiziert als in der Gesamtstadt. Auch dem Fahrrad kommt in der Altstadt eine höhere Bedeutung zu. Dafür ist der Pkw in der Altstadt nur halb so wichtig wie in der gesamten Stadt. Die Verteilung, die sich für Laubegast ergibt, liegt zwischen den Anteilen für Passau-Altstadt und für ganz Passau. Eine Ausnahme bildet der Anteil des Fahrrads, der in Laubegast im Vergleich am höchsten ist.

Die Unterschiede im Anteil des Fahrrads innerhalb Passaus lassen sich teilweise anhand der Topografie und anhand geografischer Besonderheiten erklären. In den

⁴⁷¹ Vgl. Hoffmann und Spath (2010b), S. 13. Die Werte für Passau-Altstadt wurden durch Ablesen einer Grafik rekonstruiert.

⁴⁷² Vgl. Hoffmann und Spath (2010a), S. 19.

⁴⁷³ Die Kategorie Pkw umfasst auch Angaben zu Krafträdern, de facto handelt es sich im Wesentlichen aber um Pkw-Fahrten.

Stadtteilen in Passau, die sich durch eine eher flache Topografie auszeichnen (z.B. in der Altstadt), liegt der Fahrradanteil höher, in anderen Stadtteilen ist der Fahrradanteil niedriger aufgrund der dortigen größeren Höhenunterschiede.⁴⁷⁴

Ein weiterer Einflussfaktor könnte die Lage des betrachteten Stadtteils in Bezug zu den anderen Stadtteilen sein oder auch die im Altstadtbereich vorherrschende Siedlungsstruktur. Die für Passau-Altstadt vorliegende Verkehrsmittelverteilung (erste Spalte von Tabelle 93) wird für die später durchgeführte Übertragung der Ergebnisse von Laubegast verwendet werden.

Um die übrigen Eckwerte für den Normalfall für Passau-Altstadt zu approximieren, wurden Auswertungen anhand der vorliegenden MOP- und SrV-Daten und jeweils anhand von Teildatensätzen, die vielversprechend wirken, vorgenommen. Ziel war es, anhand der zur Verfügung stehenden Daten den vorliegenden Modal Split für Passau-Altstadt zu rekonstruieren und so Rückschlüsse zu ziehen, welcher verfügbare Datensatz eine gute Annäherung für die fehlenden Informationen für Passau-Altstadt darstellen könnte. Der Modal Split wurde anhand folgender Datensätze ermittelt:

- MOP gesamt
- MOP Mittelstadt: Befragte, die in Gemeinden mit 20.000 bis 100.000 Einwohnern leben
- MOP Mittelstadt Ein-Personen-Haushalte: Teilgruppe von MOP Mittelstadt, die in Ein-Personen-Haushalten lebt
- MOP Studierende: Personen der Altersgruppe 18 bis 35 Jahre und mit Berufsangabe „Noch in Ausbildung: in der Schule bzw. Hochschule“
- Synthetischer MOP-Datensatz aus MOP Studierende und MOP Mittelstadt ohne Studierende⁴⁷⁵
- Zusätzlich: Jeder der obigen Datensätze, wobei jeweils nur mittlere Werktage (Dienstag bis Donnerstag) in die Ermittlung der Eckwerte einfließen⁴⁷⁶
- SrV Dresden
- SrV Altstadt: Nur Daten von Altstadtbewohnern in Dresden
- SrV Plauen: Nur Daten von Bewohnern des Stadtteils Plauen, in dem sich die Technische Universität Dresden befindet
- SrV Leuben: Nur Daten von Bewohnern des Stadtteils Leuben, zu dem Laubegast gehört
- SrV Berufstätige, SrV Studierende, SrV Rentner: Aufteilung der Personen aus der SrV nach den wichtigsten Beschäftigungsgruppen.

⁴⁷⁴ Vgl. Hoffmann und Spath (2010a), S. 26.

⁴⁷⁵ Es wurde angenommen, dass 23 % der Bewohner der Altstadt von Passau Studierende sind. Die 23 % ergeben sich aus dem Verhältnis von Studierenden in Passau (12.000) zur Einwohnerzahl (53.000). Für den synthetischen MOP-Datensatz wurden daher die Werte aus MOP Studierende mit dem Gewicht 23/100 berücksichtigt, die Werte aus MOP Mittelstadt ohne Studierende mit dem Gewicht 77/100.

⁴⁷⁶ Dieser Ansatz wurde gewählt, um Abweichungen in unterschiedlichen Methodiken zu verringern: Die Erhebung in Passau wurde an einem Dienstag, also an einem mittleren Werktag, durchgeführt. Das MOP bezieht sich auf eine Woche, also auch auf das Wochenende.

7. Explorative Übertragung auf Passau-Altstadt

Die Vergleiche sollen hier nicht im Einzelnen dargestellt werden. Es zeigte sich, dass von dieser langen Reihe an Möglichkeiten die beste Approximation an den Modal Split für Passau-Altstadt der Modal Split des SrV für die Dresdner Altstadt liefert. Dieser wird in Tabelle 94 gezeigt.

Tabelle 94: Best Fit Modal Split

	Rücklauf Passau-Altstadt	SrV Dresden-Altstadt
Zu Fuß	39 %	35 %
Fahrrad	15 %	15 %
Pkw	30 %	27 %
ÖV	16 %	23 %

Eine Interpretationsmöglichkeit ist, dass der Stadtteil Dresden-Altstadt die größte Übereinstimmung mit dem Stadtteil Passau-Altstadt bei den Faktoren aufweist, die zumindest den Modal Split, womöglich auch die übrigen Eckwerte zur Mobilität, beeinflussen. Um konsistent bei der Rekonstruktion der für Passau-Altstadt nicht zur Verfügung stehenden Werte zu sein, werden die für Passau-Altstadt fehlenden Werte (Wegzweckverteilung, Aufkommen, Leistung, Mobilitätszeit) anhand der für Dresden-Altstadt ermittelten Werte approximiert.

Nachdem sich Dresden-Altstadt als beste Approximation herausgestellt hat, wurden Kennwerte zur Bevölkerung von Dresden-Altstadt ermittelt, um festzustellen, wie ähnlich die Bevölkerung in Dresden-Altstadt und Passau-Altstadt bzw. Passau und Dresden zueinander ist. Verglichen wurden Informationen zur Haushaltsgrößen- und Altersverteilung und zur Pkw-Verfügbarkeit. Die Daten sollen hier nicht im Detail gezeigt werden, allerdings die wesentlichen Erkenntnisse wiedergegeben werden.

Die Haushaltsgrößenverteilung in ganz Passau ist in Tabelle 90 ersichtlich. Vergleicht man diese mit der Verteilung in ganz Dresden, kann man kaum von Abweichungen sprechen. In Dresden-Altstadt liegt der Anteil der Ein-Personen-Haushalte bei 60 %, d.h. etwas höher als in ganz Dresden und in ganz Passau.⁴⁷⁷ Für Passau-Altstadt liegen keine Werte vor. Es ist aber plausibel, dass der Anteil der Ein-Personen-Haushalte aufgrund der Zentrumslage nah am Wert für Dresden-Altstadt liegt.

Eine Gegenüberstellung der Altersverteilung ist nicht direkt möglich. Für Passau und für Dresden sind die Altersgruppen, für die die Anteile an der Bevölkerung genannt werden, unterschiedlich definiert. Aber auch hier sind keine außergewöhnlich großen Unterschiede zu vermuten.⁴⁷⁸

Als letztes Merkmal wurde die Pkw-Verfügbarkeit in ganz Passau (siehe Tabelle 92) mit derjenigen im SrV gesamt und im SrV Dresden-Altstadt-Teildatensatz verglichen.

⁴⁷⁷ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2021c), Reiter 100.

⁴⁷⁸ Vgl. Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2021c), Reiter 27 bis 46.

In der Gegenüberstellung der Verteilungen in Passau und in Dresden sind die Unterschiede wieder geringfügig. In Dresden-Altstadt liegt der Anteil der Haushalte, die keinen Pkw zur Verfügung haben, bei 30 % und damit 10 Prozentpunkte höher als in der gesamten Stadt. Dafür haben in Dresden-Altstadt nur etwa 9 % zwei Pkw zur Verfügung, während es in ganz Dresden doppelt so viele sind. Es ist gut denkbar, dass sich die Pkw-Verfügbarkeit in Dresden-Altstadt auf Passau-Altstadt übertragen lässt, insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Modal Splits bekannt sind und so stark übereinstimmen.

Wegzwecke

Basierend auf den zuvor angeführten Konsistenzüberlegungen wird die Wegzweckverteilung der Teilstichprobe SrV Dresden-Altstadt zur Rekonstruktion der Verteilung der Wegzwecke für Passau-Altstadt verwendet. Aus der vorliegenden Erhebung für Passau von Hoffmann und Spath liegt die Wegzweckverteilung für die Gesamtstadt Passau vor. Die Verteilungen sind in Tabelle 95 zu sehen. Zusätzlich wurde die Verteilung für Laubegast ergänzt.

Tabelle 95: Gegenüberstellung der Wegzweckverteilungen

	Werte aus SrV Dresden-Altstadt	Rücklauf Passau	Rücklauf Laubegast Normale Woche
Arbeit	21 %	28 %	23 %
Ausbildung	8 %	11 %	2 %
Besorgung und Service	34 %	31 %	37 %
Bringen und Holen	11 %	7 %	10 %
Freizeit	25 %	23 %	28 %

Im direkten Vergleich der Werte für Dresden-Altstadt und für ganz Passau zeigen sich die größten Unterschiede im Anteil der Arbeitswege. In Dresden-Altstadt entfällt etwa ein Fünftel des Aufkommens auf Arbeitswege, in Passau sind es 28 %. Dafür liegt der Anteil der Besorgungs-, Begleit- und Freizeitwege in Dresden-Altstadt geringfügig höher als in Passau. Die Verteilung, die sich für die normale Woche in Laubegast ergeben hat, ist grundsätzlich ähnlich zu den beiden anderen gezeigten Verteilungen. Einen Ausreißer bilden die Ausbildungswege, die in Laubegast kaum eine Rolle spielen, worin sich die Personenstruktur des Rücklaufs von Laubegast zeigt (wenige junge Teilnehmer).

Es sei darauf hingewiesen, dass die Verteilung für ganz Passau in obiger Tabelle nur der Vollständigkeit halber gezeigt wird und dass die Werte aus Dresden-Altstadt im Weiteren verwendet werden.

Verkehrsaufkommen

Den Basiswert, von dem aus die Berechnungen zum Verhalten im Alltag starten, bildet die Einwohnerzahl der Altstadt von Passau. Es wird mit 3.000 Bewohnern gerechnet (vgl. Tabelle 89). Für den SrV-Teildatensatz Dresden-Altstadt wurde ein Verkehrsaufkommen von 3,8 Wegen pro Tag pro mobile Person ermittelt. Im Dresden-Altstadt-Datensatz lag die Mobilitätsquote bei ca. 87 %. Diese Quote wird genauso wie das Aufkommen von Dresden-Altstadt auf Passau-Altstadt übertragen. Hieraus ergibt sich ein tägliches Verkehrsaufkommen für Passau-Altstadt in Höhe von 9.826 Wegen.⁴⁷⁹ Da in Laubegast keine Rückwege erfasst wurden, wird das Aufkommen um Rückwege bereinigt. Der Anteil an Rückwegen am Aufkommen liegt in Dresden-Altstadt bei ca. 40 %. So ergibt sich für Passau-Altstadt ein um Rückwege bereinigtes tägliches Aufkommen in Höhe von 5.874 Wegen. Pro mobiler Person ergibt sich ein um Rückwege bereinigtes Aufkommen von täglich 2,3 Wegen.⁴⁸⁰

Verkehrsleistung, Weglänge und Distanzen

Für die Ableitung der Verkehrsleistung für Passau-Altstadt wird analog vorgegangen wie beim Aufkommen. Die Verkehrsleistung in Dresden-Altstadt liegt bei etwa 25,9 km pro mobile Person.⁴⁸¹ Nach Berücksichtigung des Anteils der Rückwege an der Verkehrsleistung ergibt sich eine Verkehrsleistung von 10,8 km pro Tag für jede mobile Person. Hieraus ergibt sich eine durchschnittliche Weglänge von 4,8 km. Zum Vergleich: Für ganz Passau konnte anhand des Modal Splits und anhand von durchschnittlichen Weglängen nach Verkehrsmittel eine durchschnittliche Weglänge von 5,3 km ermittelt werden.⁴⁸² Der für Passau-Altstadt ermittelte Wert liegt damit in einem plausiblen Bereich.

Um die Ergebnisse der Laubegast-Umfrage zum Anteil der Wege im Nahbereich bis 3 km und den übrigen Bereich für eine Übertragung zu nutzen, sollen diese Anteile auch für Passau-Altstadt bestimmt werden. Basierend auf der Teilmenge SrV-Dresden-Altstadt wurden Analysen zum Anteil des Aufkommens in verschiedenen Distanzbändern vorgenommen. Die Aufteilung findet sich in Tabelle 96, wobei Rückwege wieder herausgerechnet wurden. Die Anteile werden nach Nahbereich (bis 3 km Entfernung) und Fernbereich (weiter als 3 km entfernt) zusammengefasst und für Passau-Altstadt als Ausgangsaufteilung für den Normalfall herangezogen.

⁴⁷⁹ Die für die folgenden Abschnitte durchgeführten Berechnungen wurden anhand exakter Werte durchgeführt. Um die Lesbarkeit des Textes zu gewährleisten, wurden teilweise gerundete Werte angegeben. So ergibt $3.000 \cdot 3,8 \cdot 0,87 = 9.918$, während sich mit der exakten Mobilitätsquote ein Aufkommen in Höhe von 9.826 Wegen ergibt.

⁴⁸⁰ Im Übrigen ergibt sich für ganz Passau in der von gevas humberg und Partner durchgeführten Erhebung ein um Rückwege bereinigtes Aufkommen in Höhe von 2,2 Wegen (eigene Berechnung auf Basis von Hoffmann und Spath (2010a), S. 18, und Hoffmann und Spath (2010b), S. 14).

⁴⁸¹ Es ist bekannt, dass die Verkehrsleistung in Städten deutlich geringer als im ländlichen Raum ausfällt (vgl. z.B. Abbildung 5). Ein weiterer Grund für die geringe Verkehrsleistung kann sich durch die unterschiedlichen Erhebungsmethodiken ergeben (SrV Stichtagserhebung, MOP Erhebung über eine Woche).

⁴⁸² Vgl. Hoffmann und Spath (2010b), S. 16. Dabei werden Angaben zur Bahn jedoch nicht berücksichtigt.

Tabelle 96: Verteilung des um Rückwege bereinigten Aufkommens der Teilgruppe SrV-Dresden-Altstadt nach Distanz

Distanzband in km	Anteil am Aufkommen	Ausgangslage für Passau-Altstadt
[0;1)	39 %	64 %
(1;2]	15 %	
(2;3]	10 %	
(3;10]	29 %	36 %
(10;50]	6 %	
(50;200]	1 %	

Zum Erinnerung: In Laubegast lag der Anteil der Wege im Nahbereich bei 34 %. Die angenommene Ausgangslage für Passau-Altstadt unterscheidet sich demnach klar von der Ausgangslage in Laubegast. Da sich die beiden Stadtteile Laubegast und Passau-Altstadt deutlich in ihrer Lage und Bedeutung zu der jeweiligen Gesamtstadt unterscheiden, ist die fast umgekehrte Ausgangssituation allerdings plausibel. Je zentraler ein Stadtteil liegt, desto kürzer fallen Wege aus und desto mehr Wege führen in den Nahbereich.

Mobilitätszeit und Wegdauer

Auch für die Mobilitätszeit wurde derselbe Ansatz wie bei den übrigen bisher behandelten Eckwerten, verwendet. Die Mobilitätszeit für Dresden-Altstadt liegt pro mobiler Person bei etwa 91,8 min pro Tag. Nach Bereinigung um Rückwege ergibt sich eine durchschnittliche Mobilitätszeit von 53,9 min pro mobiler Person. Daraus ergibt sich eine mittlere Wegdauer von 23,8 min.

Wie bereits bei der Weglänge kann auch hier ein Vergleich zur für ganz Passau vorliegenden mittleren Wegdauer gezogen werden. Nach dem gleichen Ansatz wie eben konnte anhand des Modal Splits für ganz Passau und den durchschnittlichen Wegdauern nach Verkehrsmittel eine mittlere Wegdauer über alle Verkehrsmittel errechnet werden. Diese beläuft sich auf 19,0 min.⁴⁸³ Der anhand des SrV-Dresden-Altstadt für Passau-Altstadt ermittelte Wert zur Wegdauer liegt etwas höher, allerdings ist dies auch durchaus plausibel. Je zentrumsnäher das Mobilitätsverhalten betrachtet wird, desto wichtiger ist die Bedeutung der langsamen Verkehrsmittel (Zufußgehen und Fahrrad). Zudem sind dort Stauprobleme häufiger vorzufinden.

⁴⁸³ Vgl. Hoffmann und Spath (2010b), S. 16, wieder ohne Berücksichtigung von Angaben zur Bahn.

7. Explorative Übertragung auf Passau-Altstadt

Zum Abschluss dieses Kapitels werden alle für den Normalfall für Passau-Altstadt ermittelten Werte, die als Ausgangspunkt für den Übertrag der Erkenntnisse aus Laubegast auf Passau-Altstadt für den Fall eines Hochwassers verwendet werden, gesamtartig dargestellt.

Tabelle 97: Für den Übertrag verwendete Werte für den Normalfall von Passau-Altstadt

Aufkommen	
Gesamtaufkommen um Rückwege bereinigt	5.874
pro mobiler Person und um Rückwege bereinigt	2,3
Modal Split am Aufkommen	
Zu Fuß	39 %
Fahrrad	15 %
Pkw	30 %
ÖV	16 %
Wegzwecke am Aufkommen	
Arbeit	21 %
Ausbildung	8 %
Besorgung und Service	34 %
Bringen und Holen	11 %
Freizeit	25 %
Aufkommen nach Distanzen	
0 bis 3 km	64 %
Mehr als 3 km	36 %
Mobilitätszeit und Wegdauer	
Mobilitätszeit bereinigt um Rückwege	53,9 min
Mittlere Wegdauer	23,8 min

7.4.3 Abschätzung der Mobilität nach einem Hochwasser

Mit den in Kapitel 7.4.2 ermittelten Ausgangsdaten für Passau-Altstadt werden in diesem Abschnitt Abschätzungen zu den Auswirkungen eines Hochwassers vorgenommen. Dazu erfolgt zunächst die mechanische Übertragung der Koeffizienten aus Laubegast auf die Ausgangsdaten für Passau-Altstadt. Im Weiteren wird diskutiert, inwiefern die durchgeführten Übertragungen grundsätzlich plausibel sind. In Kapitel 7.5 wird skizziert, wie im Rahmen einer Verfeinerung der Abschätzung charakteristische Eigenschaften von Passau-Altstadt stärker Berücksichtigung finden können, und es wird eine Reflexion der Abschätzungen vorgenommen.

Zunächst werden die Übertragungen zu Mobilitätsseckwerten vorgenommen, anschließend erfolgt der Übertrag der Verteilungen. Die Ermittlung der Auswirkungen erfolgt anhand der exakten Werte, d.h. unter Verwendung aller Nachkommastellen, im Text und in den nachfolgenden Tabellen sind teilweise jedoch gerundete Werte ausgewiesen.

Verkehrsaufkommen

Das Verkehrsaufkommen wurde für Passau-Altstadt für den Normalfall auf 5.874 Wege pro Tag geschätzt. Aus Laubegast ist eine Verringerung des Aufkommens im Hochwasserfall auf ca. 52 % des Wertes aus dem Normalfall ermittelt worden. Überträgt man die Reduktion auf Passau-Altstadt, erhält man für den Hochwasserfall ein Aufkommen in Höhe von 3.047 Wegen pro Tag.⁴⁸⁴ Bei konstanter Mobilitätsquote ergibt sich ein Aufkommen in Höhe von 1,2 Wegen für jede mobile Person (ohne Berücksichtigung von Rückwegen).

Es stellt sich die Frage, ob für Passau ein Rückgang in derselben Größenordnung sinnvoll ist. Es ist denkbar, dass die etwas jüngere Bevölkerungsstruktur in Passau dafür sorgt, dass der Rückgang etwas geringer ausfällt. Andererseits könnte sich auch die Mobilitätsquote verringern. In Laubegast wurde der Hochwasserfall des Fragebogens nicht von allen, die den Normalfall ausgefüllt haben, bearbeitet. Es lässt sich hieraus allerdings nicht mit Bestimmtheit ableiten, welcher Grund dahintersteckt.

Mobilitätszeit und Wegdauer

Für Passau-Altstadt wurde die um Rückwege bereinigte Mobilitätszeit am Verkehrsaufkommen auf 53,9 min pro Tag geschätzt. Es ergibt sich hieraus eine Wegdauer von 23,8 min pro Weg im Normalfall in Passau-Altstadt. In Laubegast wurde eine steigende Wegdauer beobachtet. Bezogen auf den Mittelwert steigt die Wegdauer in Laubegast in einer Hochwasserwoche um 19 % an. Der von Laubegast übertragene Anstieg in der Wegdauer führt auf eine durchschnittliche Wegdauer im Hochwasserfall in Passau-Altstadt in Höhe von 28,3 min. Aus dem auf etwa die Hälfte gesunkenen Verkehrsaufkommen und der durchschnittlichen Wegdauer von etwa 28,3 min ergibt sich eine Mobilitätszeit von 33,2 min für jede mobile Person.

Die Mobilitätszeit hängt stark mit der Zielwahl, den Wegzwecken und den Verkehrsmitteln zusammen. Steigt der Anteil langsamer Verkehrsmittel, so steigt auch die Mobilitätszeit. Steigt der Anteil nahe gelegener Ziele, hat dies einen reduzierenden Effekt auf die Mobilitätszeit. Einige Wegzwecke sind mit einem geografisch festgelegten Ziel verbunden, bei anderen Zwecken sind die Wahlfreiheiten größer. Insbesondere in der vereinfachten Herangehensweise, die hier verwendet wurde, gibt es jedoch keinen konkreten Grund, von dem ermittelten Wert abzuweichen.

Modal Split

Basierend auf dem Verkehrsaufkommen in Höhe von 5.874 Wegen im Alltag der Passauer Altstadtbewohner und der Anfangsverteilung der Verkehrsmittel für Passau-Altstadt (vgl. Tabelle 94, erste Spalte) ergibt sich mit den absoluten Koeffizienten, die in Kapitel 7.2 für Änderungen im Modal Split ermittelt wurden (vgl. Tabelle 84), zunächst die nachfolgende Aufteilung der Verkehrsmittel für die Bevölkerung von

⁴⁸⁴ $5.874 \cdot 0,52 = 3.047$ unter Verwendung der exakten Reduktion (mit allen Nachkommastellen).

7. Explorative Übertragung auf Passau-Altstadt

Passau-Altstadt im Hochwasserfall. Diese ist in den letzten beiden Spalten von Tabelle 98 ersichtlich.

Tabelle 98: Abschätzung für den Modal Split für Passau-Altstadt (Zwischenergebnis)

	PA-Altstadt Normalfall absolut	PA-Altstadt Normalfall relativ	Abs. Koeffi- zienten aus Laubegast	PA-Altstadt Hochwasser- fall absolut	PA- Altstadt Hochwas- serfall relativ
Zu Fuß	2.291	39 %	0,87	1.987	61 %
Fahrrad	881	15 %	0,57	499	15 %
Pkw	1.762	30 %	0,25	434	13 %
ÖV	940	16 %	0,38	359	11 %
Summe	5.874	100 %	0,52	3.279	100 %

Die Spalten 1 und 2 stellen den einen Startpunkt für den Übertrag der Erkenntnisse aus Laubegast dar. Die Verteilung in Spalte 2 wurde aus der ersten Spalte von Tabelle 94 übernommen. Das Aufkommen im Normalfall in Passau-Altstadt in Höhe von 5.874 Wegen, das in Kapitel 7.4.2 ermittelt wurde, wurde mithilfe der Prozente aus der zweiten Spalte auf die verschiedenen Verkehrsmittel aufgeteilt (siehe Spalte 1). Aus dem absoluten Verkehrsaufkommen für den Normalfall für Passau-Altstadt und dem absoluten Koeffizienten aus Laubegast lassen sich die absoluten Werte in der vierten Spalte berechnen. Das Vorgehen beim Übertrag wird anhand der Zeile zu Fuß erklärt: Aus Laubegast ergab sich der absolute Änderungskoeffizient von 0,87. Dieser Änderungskoeffizient wurde mit der absoluten Anzahl an Fußwegen in Passau-Altstadt in der normalen Woche multipliziert (2.291). Das Ergebnis beläuft sich auf 1.987 Fußwege in Passau-Altstadt im Hochwasserfall. Analog wurde die absolute Anzahl an Wegen im Hochwasserfall in Passau-Altstadt für die übrigen Verkehrsmittel errechnet. Nachdem die Summe der Wege des Hochwasserfalls in Passau berechnet wurde, konnten die Anteile in der letzten Spalte von Tabelle 98 ermittelt werden, z.B. für zu Fuß $1.987/3.279 = 61 \%$.

In Summe ergeben sich im eben vorgestellten Verfahren 3.279 Wege für den Hochwasserfall. Setzt man diese 3.279 Wege mit dem Ausgangsaufkommen in Höhe von 5.874 ins Verhältnis, so sieht man, dass es nicht das 0,52-fache, sondern das 0,56-fache beträgt.⁴⁸⁵ Es ist *nicht* möglich, die Änderungen in den Anteilen der Verkehrsmittel unter Berücksichtigung der Reduktion des Verkehrsaufkommens exakt zu übertragen.

⁴⁸⁵ $3.279/5.874=0,56$.

Hinsichtlich der Diskrepanz zwischen dem insgesamt beobachteten Rückgang auf das 0,52-fache aus Laubegast und dem durch die Rückgänge der einzelnen Verkehrsmittelanteile auf das 0,56-fache, stellt sich die Frage, welche der Veränderungen relevanter ist und als Randbedingung erfüllt sein soll.

Soll der Rückgang auf das 0,52-fache des Ausgangswertes erfüllt sein, besteht die Möglichkeit der Herunterskalierung der Werte in Tabelle 98 auf das 0,52-fache Aufkommen. Dazu wurde zunächst das absolute Verkehrsaufkommen für die Hochwasserwoche berechnet, wenn es das 0,52-fache des Aufkommens der normalen Woche betragen soll: $5.874 \cdot 0,52 = 3.047$ (Zielaufkommen). Der Skalierungsfaktor, der vom Aufkommen aus dem Zwischenergebnis auf das Zielaufkommen von 3.279 führt, ergibt sich aus dem Quotienten der beiden Zahlen und beläuft sich auf 0,93.

Tabelle 99: Abschätzung für den Modal Split für Passau-Altstadt herunterskaliert

	PA-Altstadt Hochwasserfall absolut	PA-Altstadt Hochwasserfall relativ	PA-Altstadt Hochwasserfall absolut korrigiert
Zu Fuß	1.987	61 %	1.846
Fahrrad	499	15 %	463
Pkw	434	13 %	403
ÖV	359	11 %	334
Summe	3.279	100 %	3.047

In Tabelle 99 sind in der letzten Spalte die heruntergerechneten Werte für die einzelnen Verkehrsmittel ersichtlich, die sich nun auf das Zielaufkommen von 3.047 Wegen aufsummieren.

Es sei darauf hingewiesen, dass sich, wenn nun wieder die absoluten Änderungskoeffizienten ermittelt werden, andere Werte (vgl. Tabelle 100, Spalte „Absoluter Koeffizient nach Korrektur“) im Vergleich zu den in Laubegast ermittelten und im Zwischenergebnis noch geltenden Faktoren (vgl. Tabelle 100, Spalte „Absoluter Koeffizient aus Laubegast“) ergeben.

Tabelle 100: Gegenüberstellung des Aufkommens nach Verkehrsmittel mit und ohne Skalierung

	PA-Altstadt Hochwasserfall absolut	PA-Altstadt Hochwasserfall absolut korrigiert	Absoluter Koeffizient PA-Altstadt nach Korrektur	Absoluter Koeffizient aus Laubegast
Zu Fuß	1.987	1.846	0,81	0,87
Fahrrad	499	463	0,53	0,57
Pkw	434	403	0,23	0,25
ÖV	359	334	0,36	0,38
Summe	3.279	3.047	0,52	0,52

7. Explorative Übertragung auf Passau-Altstadt

Es liegt im eigenen Ermessen, welche der Werte man für eine Abschätzung heranziehen möchte. Im Rahmen einer schnellen Abschätzung liegt der Fokus vielleicht eher darauf, dass der gesamte Rückgang mit den Ergebnissen aus Laubegast konform ist, sodass die Werte mit Skalierung verwendet werden würden. Dies wird im Folgenden auch gemacht, sodass die Werte aus der dritten Spalte der Tabelle 99 verwendet werden. Erfreulich ist allerdings, dass die Divergenz der beiden Vorgehensweisen nicht sehr groß ist.

Es stellt sich die Frage, inwiefern die unterschiedlichen Rahmenbedingungen in Passau-Altstadt und Laubegast einen Einfluss auf die Änderungen in den Verkehrsmittelanteilen haben. Grundsätzlich gibt es keinen Anlass, die Änderungstendenzen in Passau-Altstadt in Frage zu stellen. In urbanen Räumen ist eine höhere Flexibilität der langsamen Verkehrsmittel plausibel. Inwieweit die Größenordnung der Änderungen auch sinnvoll ist, lässt sich anhand der in diesem Ansatz zur Verfügung stehenden Daten nicht abschließend diskutieren.

Wegzwecke

Wie beim Modal Split liefern das Verkehrsaufkommen für Passau-Altstadt im Normalfall, das sich auf 5.874 Wege beläuft, und die Anfangsverteilung zur Bedeutung der Wegzwecke (Tabelle 95 erste Spalte) den Ausgangspunkt zur Ermittlung der neuen Verteilung der Wegzwecke im Hochwasserfall. Diese ergibt sich unter Verwendung der in Kapitel 7.2 ermittelten Koeffizienten für die Wegzwecke aus Laubegast (siehe Tabelle 86).

Tabelle 101: Abschätzung zur Bedeutung der Wegzwecke in der Altstadt von Passau (Zwischenergebnis)

	PA-Altstadt Normalfall absolut	PA-Altstadt Normalfall relativ	Abs. Koeffi- zienten aus Laube- gast ⁴⁸⁶	PA-Altstadt Hochwas- serfall absolut	PA-Altstadt Hochwas- serfall relativ
Arbeit	1.246	21 %	0,58	727	24 %
Ausbildung	486	8 %	0,52	251	8 %
Besorgung/ Service	1.998	34 %	0,52	1.034	34 %
Bringen/ Holen	660	11 %	0,45	297	10 %
Freizeit	1.485	25 %	0,49	732	24 %
Summe	5.874	100 %	0,52	3.042	100 %

In Summe ergeben sich 3.042 Wege für den Hochwasserfall. Setzt man diese 3.042 Wege mit dem Ausgangsaufkommen ins Verhältnis, so sieht man, dass es etwa das

⁴⁸⁶ Vgl. Tabelle 86.

0,52-fache des Aufkommens im Normalfall beträgt. Eine Korrektur wie bei der Abschätzung zum Modal Split führt nur auf geringfügige Unterschiede (nicht explizit gezeigt).

Man könnte daraus ableiten, dass es sinnvoll ist, dann auch bei der Abschätzung im Modal Split die Reduktion auf das 0,52-fache des Ausgangsaufkommens als Randbedingung festzuhalten und aus Tabelle 99 die Werte der letzten Spalte, also die mit Skalierung, zu verwenden.

Auch hier stellt sich die Frage, ob und wie stark Unterschiede zwischen Laubegast und Passau-Altstadt in der Übertragung der Ergebnisse berücksichtigt werden sollen. Es ist denkbar, dass der hohe Anteil an Studierenden zu einem Anstieg des Anteils der Ausbildungswege in Passau im Hochwasserfall im Vergleich zum Normalfall führt, analog zum Anteil der Arbeitswege in Laubegast, während die übrigen Wegzwecke im Hochwasserfall an Bedeutung verlieren oder gleichbedeutend sind. Hingegen könnten die Begleitwege (Bringen und Holen) in Passau-Altstadt deutlicher als in Laubegast sinken, aufgrund des höheren Anteils an Ein-Personen-Haushalten in Passau-Altstadt.

Aufkommen nach Distanzen

Zur Distanz für Passau-Altstadt im Normalfall wurde errechnet, dass 64 % der Wege an einem normalen Tag in einen Umkreis bis zu 3 km führen, die übrigen 36 % führen weiter weg. Aus Laubegast ist bekannt, dass der Anteil der Wege in den Nahbereich in der Hochwasserwoche höher liegt als in der normalen Woche. Es erscheint plausibel, diese grundsätzliche Änderung auch für Passau-Altstadt zu übernehmen. Wie bereits in Laubegast wird ermittelt, wie sich die Anteile der Wege in den Nah- und in den Fernbereich verändern.

Der Übertrag wurde in gleicher Weise wie bei den Verkehrsmitteln und den Wegzwecken vorgenommen. Der Übertrag der Anteilsänderungen aus Laubegast auf Passau-Altstadt führte zu folgenden Ergebnissen (Tabelle 102):

7. Explorative Übertragung auf Passau-Altstadt

Tabelle 102: Abschätzung zur Verteilung nach Distanz für Passau-Altstadt (Zwischenergebnis)

	PA-Altstadt Normalfall absolut	PA-Altstadt Normalfall relativ	Abs. Koeffizienten aus Laubegast ⁴⁸⁷	PA-Altstadt Hochwasserfall absolut	PA-Altstadt Hochwasserfall relativ
0 bis 3 km	3.738	64 %	0,61	2.283	70 %
Über 3 km	2.136	36 %	0,46	986	30 %
Summe	5.874	100 %	0,51	3.269	100 %

Das durch den Übertrag der Anteile an den Distanzen entstandene Aufkommen liegt über dem 0,51-fachen (genauer beim 0,56-fachen).⁴⁸⁸ Es ist möglich, die Werte herunter zu skalieren, um auf die genaue Reduktion aus Laubegast zu kommen, analog zur Vorgehensweise beim Modal Split. Auf eine erneute Darstellung der Vorgehensweise wird hier verzichtet. Die nach Skalierung vorliegende Verteilung ist in Tabelle 103 zu sehen. Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass die Laubegaster Datenbasis für die Ermittlung der Veränderungen in den Distanzen etwas abweicht von den im Übrigen verwendeten Datenbasen. Dies liegt daran, dass nicht für alle Wegangaben eine Zuordnung zu einem nach Distanz auswertbarem Ziel möglich war.

Tabelle 103: Abschätzung zur Verteilung nach Distanz für Passau-Altstadt herunterskaliert

	PA-Altstadt Hochwasserfall absolut	PA-Altstadt Hochwasserfall relativ	PA-Altstadt Hochwasserfall absolut korrigiert
0 bis 3 km	2.283	70 %	2.105
Über 3 km	986	30 %	909
Summe	3.269	100 %	3.013

Bei Beantwortung der Frage zu Auswirkungen auf die Zielwahl sind die örtlichen Gegebenheiten von sehr großer Bedeutung. Um den Übertrag aus Laubegast rechtfertigen zu können, muss die Stadtstruktur in Passau und Dresden bzw. in Passau-Altstadt und Laubegast miteinander vergleichbar sein. Es spielen Distanzen zu Einrichtungen des täglichen Bedarfs eine Rolle, außerdem die Lage von Ausbildungsstätten und Arbeitsplätzen und in welcher Entfernung Freizeitangebote wahrgenommen werden können. Eine Einschätzung hierzu bedarf detaillierterer Untersuchungen zur Struktur des betrachteten Gebietes, die hier nicht geleistet werden sollen, da dies auch nicht im Sinne einer FDA ist.

⁴⁸⁷ Es sei darauf hingewiesen, dass sich bezogen auf die nach *Distanz* auswertbaren Ziele in Laubegast eine Reduktion auf das 0,51-fache für Laubegast ergeben hat. Für die übrigen Dimensionen lag eine Reduktion auf das 0,52-fache des Aufkommens des Normalfalls vor. Daher sind die sich durch den Übertrag der Anteile aus Laubegast auf Passau-Altstadt ergebenden Werte bzw. Anteile mit der Reduktion auf das 0,51-fache des Normalfalls zu vergleichen um anschließend eine Entscheidung zu treffen, ob eine Skalierung der Ergebnisse ratsam ist.

⁴⁸⁸ $3.269/5.874 = 0,56$, d.h. hier liegt die Reduktion in einer ähnlichen Größenordnung wie beim Übertrag der Erkenntnisse aus Laubegast beim Modal Split auf Passau-Altstadt, bevor die Werte herunterskaliert wurden.

Zusammenfassend sind in der nachfolgenden Tabelle 104 die Kennzahlen des Übertrags der Ergebnisse aus Laubegast auf Passau-Altstadt zu sehen, die das Mobilitätsverhalten im Hochwasserfall beschreiben. Der Vollständigkeit halber sind zusätzlich die Ausgangswerte in der ersten Spalte ersichtlich, die den Normalfall für Passau-Altstadt zeigen und in Kapitel 7.4.2 ermittelt wurden.

Tabelle 104: Zusammenstellung der sich nach dem Übertrag ergebenden Werte für den Hochwasserfall von Passau-Altstadt sowie der Ausgangswerte (Normalfall)

Aufkommen		
	Normalfall	Hochwasserfall Übertrag
Gesamtaufkommen um Rückwege bereinigt	5.874	Reduktion auf 52 % des Normalfalls ⁴⁸⁹
pro mobiler Person und um Rückwege bereinigt	2,3	1,2
Modal Split am Aufkommen		
	Normalfall	Hochwasserfall Übertrag
Zu Fuß	39 %	61 %
Fahrrad	15 %	15 %
Pkw	30 %	13 %
ÖV	16 %	11 %
Wegzwecke am Aufkommen		
	Normalfall	Hochwasserfall Übertrag
Arbeit	21 %	24 %
Ausbildung	8 %	8 %
Besorgung und Service	34 %	34 %
Bringen und Holen	11 %	10 %
Freizeit	25 %	24 %
Aufkommen nach Distanzen		
	Normalfall	Hochwasserfall Übertrag
0 bis 3 km	64 %	70 %
Mehr als 3 km	36 %	30 %
Mobilitätszeit und Wegdauer		
	Normalfall	Hochwasserfall Übertrag
Mobilitätszeit bereinigt um Rückwege	53,9 min	33,2 min
Mittlere Wegdauer	23,8 min	28,3 min

In diesem Abschnitt wurden einige Punkte genannt, die bei einer Feinjustierung der Übertragungen auf Passau-Altstadt berücksichtigt werden können. In Kapitel 7.5 werden einige Anpassungen diskutiert und durchgeführt. Eine vergleichende Diskussion der ermittelten Auswirkungen eines Hochwassers in Passau-Altstadt wird daher an dieser Stelle nicht geführt.

⁴⁸⁹ Bei der Auswertung zur Zielwahl ergibt sich eine Reduktion auf 51 % des Normalverhaltens.

7.5 Reflexion zur Abschätzung und weitere Anpassung

In Abschnitt 7.4.3 wurde demonstriert, wie die in Laubegast erzielten Ergebnisse verwendet werden können, um Abschätzungen zu Auswirkungen eines Hochwassers in einem anderen Setting vorzunehmen. Die für den Normalfall verwendeten Werte, die in Tabelle 97 und zusätzlich in Tabelle 104 in der ersten Spalte zusammenfassend dargestellt sind, wurden aufbauend auf der Studie von Hoffmann und Spath ermittelt.⁴⁹⁰

In der zweiten Spalte von Tabelle 104 wurden die Effekte, die sich in Laubegast beobachten und auf Passau-Altstadt anhand der Koeffizienten übertragen ließen, zusammengestellt. Die beiden betrachteten Stadtteile Dresden-Laubegast und Passau-Altstadt unterscheiden sich in einigen Punkten. Die wesentlichsten finden sich zum einen in der Bevölkerungsstruktur und zum anderen in der räumlichen Lage. Es ist denkbar, dass diese Unterschiede den Normalfall und/oder die Auswirkungen im Hochwasserfall beeinflussen. Dementsprechend werden im Folgenden zunächst die wesentlichen Unterschiede zwischen Dresden-Laubegast und Passau-Altstadt genauer beschrieben und anschließend wird diskutiert, inwiefern sich diese verstärkend oder dämpfend auf die Änderungen der einzelnen Mobilitätskennzahlen im Hochwasserfall auswirken können.⁴⁹¹ In Tabelle 105 ist eine Möglichkeit zu sehen, wie die anhand der Erhebung in Dresden-Laubegast ermittelten Werte für den Hochwasserfall in Passau-Altstadt (Spalte „Hochwasser Übertrag“) nachbearbeitet werden können, um den Hauptunterschieden zwischen Laubegast und Passau-Altstadt Rechnung zu tragen (Spalte „Hochwasser Nachbearbeitung“). Das Hauptaugenmerk liegt darauf, in welche Richtung eine Nachjustierung erfolgt. Wie stark die hier vorgenommenen Anpassungen sind, soll von nachrangiger Bedeutung sein.

Ein grundlegender Unterschied zwischen Dresden-Altstadt und Passau-Altstadt liegt in der Stadtgröße, in der sich der jeweils betrachtete Stadtteil befindet. Dresden hat etwa zehnmal so viele Einwohner wie Passau. Als ähnlich lässt sich jedoch die Lage der beiden Stadtteile relativ zu den sonstigen Stadtteilen einschätzen. Es handelt sich in beiden Fällen um das Stadtzentrum. Deshalb scheint die Verwendung von Dresden-Altstadt zur Konstruktion des Normalfalls von Passau-Altstadt als passend. Passau wird häufig als Studentenstadt bezeichnet, während für Dresden allerdings keine Charakterisierung dieser Art gefunden wurde.

Vergleicht man die Lage von Passau-Altstadt mit der von Dresden-Laubegast, lässt sich Passau-Altstadt als das Zentrum von Passau bezeichnen, während sich Laubegast eher dem Stadtrand von Dresden zuordnen lässt. Ein weiterer wesentlicher Un-

⁴⁹⁰ Es sei darauf hingewiesen, dass ohne die Erkenntnisse aus dieser Studie zum Modal Split von Passau-Altstadt ggf. eine andere Teilstichprobe als am stärksten auf das Mobilitätsverhalten in Passau-Altstadt zutreffend ausgewählt worden wäre als Dresden-Altstadt aus der SrV-Erhebung.

⁴⁹¹ Bei den Kennwerten des Normalfalls wurden bewusst keine Anpassungen vorgenommen, sondern nur in Kapitel 7.4.2 erörtert, wie sich untersuchungsraumspezifische Unterschiede evtl. auswirken könnten.

terschied ergibt sich in der Bevölkerungsstruktur. An der Erhebung in Laubegast haben anteilig viele Rentner teilgenommen. Daraus ergab sich eine relativ geringe Bedeutung der Ausbildungswege. Da Passau als Studentenstadt charakterisiert wird, ist davon auszugehen, dass Ausbildungswege eine größere Rolle einnehmen als in Laubegast. Zudem können andere Wegzwecke (z.B. Bringen und Holen oder Freizeit) aufgrund der unterschiedlichen Alters- und Haushaltsstruktur in Passau-Altstadt weniger wichtig als in Laubegast sein.

Aufbauend auf den in Kapitel 7.4.3 bereits thematisierten Verdachtsmomenten, in welcher Art eine Nachbearbeitung der aus Laubegast auf Passau-Altstadt übertragenen Werte erfolgen kann, sind die nachträglich vorgenommenen Anpassungen in Tabelle 105 in der dritten Spalte zu sehen. Aus Gründen der Vollständigkeit sind in der ersten Spalte die Kennwerte ersichtlich, die den Normalfall in Passau-Altstadt abbilden. Diese wurden in Kapitel 7.4.2 ermittelt. In der zweiten Spalte lassen sich die Auswirkungen, die sich anhand der Erkenntnisse aus Laubegast auf Passau-Altstadt übertragen ließen, sehen und in diesem Abschnitt einer Nachbearbeitung unterzogen werden.

7. Explorative Übertragung auf Passau-Altstadt

Tabelle 105: Zusammenstellung des Normalfalls, des Übertrags aus Laubegast und der Nachbearbeitung des Übertrags für Passau-Altstadt

		1. Normalfall	2. Hochwasser Übertrag	3. Hochwasser Nachbearbeitung
1.	Aufkommen ⁴⁹²			
	Aufkommen pro mobiler Person	2,3	1,2	1,4
	Aufkommen für ganz Passau-Altstadt	5.874	Reduktion auf 52 % des Normalfalls	Reduktion auf 60 % des Normalfalls
2.	Modal Split am Aufkommen			
	Zu Fuß	39 %	61 %	54%
	Fahrrad	15 %	15 %	22%
	Pkw	30 %	13 %	10%
	ÖV	16 %	11 %	14%
3.	Wegzwecke am Aufkommen			
	Arbeit	21 %	24 %	24%
	Ausbildung	8 %	8 %	9%
	Besorgung und Service	34 %	34 %	34%
	Bringen und Holen	11 %	10 %	9%
	Freizeit	25 %	24 %	24%
4.	Aufkommen nach Distanzen			
	0 bis 3 km	64 %	70 %	67%
	Mehr als 3 km	36 %	30 %	33%
5.	Mobilitätszeit ⁴⁹³ und Wegdauer			
	Mobilitätszeit	53,9 min	33,2 min	36,7 min
	Mittlere Wegdauer	23,8 min	28,3 min	26,2 min

Die Werte in den ersten beiden Spalten der obigen Tabelle sind identisch mit den Werten in Tabelle 104.

In Laubegast konnte eine Halbierung des Verkehrsaufkommens beobachtet werden. Es ist denkbar, dass die Reduktion in Passau-Altstadt weniger stark ausfällt, aufgrund der dortigen jüngeren Bevölkerung. Daher wurde die Reduktion von 52 % auf 60 % abgeschwächt. Das bedeutet, dass in der Nachkorrektur statt einer Verringerung um 48 % eine Verringerung um 40 % angenommen wird. Aus der angepassten Reduktion im Gesamtaufkommen ergibt sich auch eine Anpassung im Aufkommen pro mobiler Person. Sie liegt dann bei 1,4 Wegen pro Tag, wobei Rückwege nicht berücksichtigt sind.⁴⁹⁴

⁴⁹² Um Rückwege bereinigt.

⁴⁹³ Um Rückwege bereinigt.

⁴⁹⁴ Die Mobilitätsquote gibt den Anteil der Bevölkerung an, die an einem Stichtag mindestens einen Außer-Haus-Weg unternimmt. Die Befragung in Laubegast lässt keinen eindeutig auf das Hochwasser zurückführenden Rückschluss auf einen Rückgang oder Anstieg in der Mobilitätsquote zu. Das heißt es ist nicht möglich zu sagen, dass bedingt durch das Hochwasser mehr oder weniger Personen als im Normalfall mindestens einen Außer-Haus-Weg unternehmen. Daher wird die Mobilitätsquote für den Übertrag als konstant angenommen. Jede Person, die mindestens einen Außer-Haus-Weg zurücklegt, unternimmt im Hochwasserfall jedoch weniger Wege als im Normalfall.

Als nächstes wurden Überlegungen zur Bedeutung der Wegzwecke angestellt (dritter Block in Tabelle 105). Absolut gesehen konnte in Laubegast in jedem Wegzweck ein Rückgang beobachtet werden. Relativ gesehen konnte jedoch eine steigende Bedeutung der Arbeitswege gezeigt werden, während Begleitwege an Bedeutung verloren haben. Es ist denkbar, dass sich in Passau-Altstadt auch bei den Ausbildungswegen eine steigende Bedeutung zeigt, aufgrund der Charakterisierung als Studentenstadt. Daher wurde der Anstieg, der in Laubegast für die Arbeitswege beobachtet wurde (von 21 % auf 24 %), auf die Ausbildungswege in Passau-Altstadt übertragen, woraus sich neben dem Anstieg bei den Arbeitswegen auch ein Anstieg in der Bedeutung der Ausbildungswege im Hochwasserfall von 8 % auf 9 % für Passau-Altstadt ergibt.

Die Erhöhung des Anteils der Ausbildungswege führt dazu, dass bei einem oder mehreren anderen Wegzwecken der Anteil am Aufkommen verringert werden muss. Angesichts der vorliegenden Bevölkerungsstrukturen wurde der Anteil der Bring- und Holwege um einen zusätzlichen Prozentpunkt verringert. Dafür spricht hauptsächlich die unterschiedliche Haushaltsgrößenverteilung in Laubegast und in Passau-Altstadt (vgl. Tabelle 90).

Vergleicht man die Bedeutung der Wegzwecke im Normalfall und im Hochwasserfall lassen sich die deutlichsten absoluten Änderungen (als Prozentpunkte) bei den Arbeits- und den Begleitwegen erkennen. Die Arbeitswege gewinnen, die Begleitwege verlieren an Bedeutung. Die Bedeutung der Besorgungswege bleibt konstant. Die Ausbildungswege erfahren einen leichten Zugewinn, während die Freizeitwege etwas weniger wichtig werden.

Im Modal Split von Passau-Altstadt lässt sich bereits im Normalfall eine hohe Bedeutung des Zufußgehens erkennen, höher noch als in Laubegast im Normalfall. Der hohe Anteil an Studierenden in Passau spricht dafür, dass dem Fahrrad und dem ÖV im Hochwasserfall eine höhere Bedeutung, als sich durch den Übertrag der Ergebnisse aus Laubegast ergibt, zukommen sollte. Dementsprechend sollte dem Pkw eine geringere Bedeutung im Hochwasserfall zugemessen werden als durch den Übertrag von Laubegast.

Im ersten Schritt der Nachbearbeitung wurde der Anstieg, der sich für das Zufußgehen aus Laubegast für Passau-Altstadt ergeben hat, hälftig auf die Werte des Zufußgehens und des Fahrradfahrens aufgeteilt. Diese hälftige Aufteilung des Zuwachses schien in Anbetracht der Ausgangssituation des Fahrrads als zu hoch angesetzt, sodass im zweiten Schritt eine weitere händische Nachkorrektur erfolgte. Der Anteil des Zufußgehens steigt damit im Hochwasserfall um 15 Prozentpunkte auf 54 %, das Fahrradfahren um 7 Prozentpunkte auf 22 % (vgl. den zweiten Block in Tabelle 105). Beim Pkw wurde der Rückgang, der sich aus Laubegast ergab, für Passau-Altstadt als noch deutlicher angenommen, während für den ÖV von einem geringeren Rückgang als in Laubegast ausgegangen wurde. Nach den Korrekturen wird für den Pkw ein Anteil von 10 % am Modal Split ausgewiesen, für den ÖV liegt der Anteil bei 14 %. Der Anteil des Pkw reduziert sich vom Normalfall zum Hochwasserfall damit um ein Drittel, während der ÖV nur leichte Rückgänge zu verzeichnen hat.

7. Explorative Übertragung auf Passau-Altstadt

Die Auswertung des Aufkommens nach Distanzen liefert bereits für den Normalfall einen relativ hohen Anteil an Wegen, der für die Bewohner von Passau-Altstadt in den als Nahbereich definierten Umkreis führt. Im Vergleich zu Laubegast kann man von fast umgekehrten Ausgangssituationen sprechen.⁴⁹⁵ Aufgrund der geringeren Stadtgröße Passaus im Vergleich zu Dresden ist dies plausibel. Der Anteil des Aufkommens, der in den Nahbereich führt, hängt von Entfernungen der relevanten Ziele ab.

Überträgt man die Zunahme des Anteils an Wegen in den Nahbereich aus Laubegast auf Passau-Altstadt scheint daher hier eine Überschätzung der Auswirkungen zu erfolgen. Aufgrund fehlender Informationen, wie eine plausible Dämpfung der Anpassung erfolgen kann, wurde der Effekt, der sich für Laubegast ergibt, für Passau-Altstadt einfach halbiert. Es ergibt sich hieraus ein Anstieg des Aufkommens in den Nahbereich um 3 Prozentpunkte auf 67 % (vgl. den vierten Abschnitt von Tabelle 105).

Die mittlere Wegdauer hängt wesentlich von der Verkehrsmittelwahl und den angesteuerten Zielen ab. Der Modal Split wurde dahingehend korrigiert, als dass dem Fahrrad eine größere Bedeutung, als in Laubegast beobachtet, zugeschrieben und der Pkw-Anteil stärker als in Laubegast reduziert wurde. Wie stark sich die nachträglichen Korrekturen zwischen Pkw und ÖV auf die mittlere Wegdauer auswirken, ist ungewiss. Es ist jedoch plausibel, dass sich durch den Anstieg des Fahrradanteils in Verbindung mit der Verringerung des Zufußanteils eine Reduktion der mittleren Wegdauer ergibt. Der aus Laubegast ermittelte Anstieg wurde daher für Passau-Altstadt halbiert. Die mittlere Wegdauer steigt damit im Hochwasserfall von 23,8 min auf 26,3 min (vgl. den fünften Abschnitt von Tabelle 105). Aus der gestiegenen mittleren Wegdauer und dem Aufkommen von 1,4 Wegen pro mobiler Person im Hochwasserfall ergibt sich die Mobilitätszeit zu 36,7 min, während sie im Normalfall 53,9 min beträgt. Der einzelne Weg dauert im Mittel länger, während weniger Wege als im Normalfall gemacht werden.

Wie sich zeigt, können die anhand der Erhebung in Laubegast ermittelten Koeffizienten eine erste Prognose zu Auswirkungen in einem anderen Kontext liefern. Durch die Berücksichtigung von Unterschieden zwischen Laubegast und dem Ort, für den eine Prognose erfolgen soll, lässt sich klären, an welchen Stellen eine Dämpfung und an welchen Stellen eine Verstärkung der in Laubegast beobachteten Effekte sinnvoll erscheint, und so eine verfeinerte, aber natürlich methodisch weniger gut abgesicherte Abschätzung vornehmen.

⁴⁹⁵ In Laubegast führen 34 % der Wege im Normalfall in den Nahbereich bis 3 km Entfernung.

8. Zusammenfassung und Ausblick

Für die Zukunft wird mit einer Zunahme an extremen Naturereignissen gerechnet. Für Deutschland wird vor allem erwartet, dass es zu mehr und stärker ausgeprägten Überschwemmungen, Hitze- und Dürreperioden kommt. Die Katastrophenforschung, wie sie z.B. das CEDIM am KIT betreibt, möchte Informationen zu den Auswirkungen auf die betroffene Bevölkerung liefern, diese bewerten und einen Beitrag dazu leisten, dass negative Folgen abgemildert werden können. Im Rahmen von sog. FDA-Aktivitäten sollen entsprechende Informationen in kurzem zeitlichem Abstand zum Geschehen zusammengetragen werden.

Eine Auswirkungsebene, die von Interesse ist, stellt das Mobilitätsverhalten privater Haushalte dar, die sich nicht evakuiert haben, aber vom Hochwasser betroffen sind. Um Auswirkungen eines Ereignisses möglichst gut analysieren zu können, sind Daten zum Normalverhalten und zum Verhalten im Extremfall zu erheben und diese miteinander zu vergleichen. Neben deskriptiven statistischen Untersuchungen können Koeffizienten gebildet werden, die Rückschlüsse dazu zulassen, wo deutliche Veränderungen vorliegen und wo dies nicht der Fall ist. Zudem können induktive Statistiken Informationen zur statistischen Signifikanz von Ergebnissen liefern.

In der vorliegenden Arbeit wird im Rahmen einer Fallstudie untersucht, welchen Einfluss ein Hochwasserereignis auf das Mobilitätsverhalten der Bewohner des Stadtteils Dresden-Laubegast haben kann. Dresden ist immer wieder von Hochwasser betroffen. Nach der Durchführung einiger Experteninterviews stellte sich der Stadtteil Laubegast als für eine detaillierte Untersuchung besonders geeignet heraus. Hochwasserschutzmaßnahmen in Form baulich-technischer Schutzmaßnahmen sind dort nicht möglich, genauso wie die Einrichtung von Retentionsflächen und Poldern. Die betrachtete Fallstudie Laubegast zeichnet sich durch eine Besonderheit aus: Es wird eine Befragung in Hinblick auf ein hypothetisches Hochwasser im Vergleich zur Normalsituation durchgeführt, wobei die hypothetische Situation eng an ein noch gut erinnerbares historisches Beispiel angelehnt ist.

In der Katastrophenforschung möchte man aus vergangenen Ereignissen für die Zukunft lernen. Neben der ausführlichen Betrachtung von Auswirkungen im Rahmen der Fallstudie und Implikationen für die Bewohner von Dresden-Laubegast kann die Arbeit einen weiteren Mehrwert bieten, indem sie Koeffizienten liefert, die eine Abschätzung von Auswirkungen eines Hochwassers in einem anderen Szenario ermöglichen. Dazu erfolgt ein explorativer Übertrag der Erkenntnisse aus Laubegast auf die Passauer Altstadt.

8.1 Zusammenfassung wesentlicher Ergebnisse

In der Fallstudie kann gezeigt werden, dass das Verkehrsaufkommen im Hochwasserfall massiv zurückgeht. Dies gilt für alle untersuchten Wegzwecke.⁴⁹⁶ Außerdem gewinnen Ziele im Nahbereich an Bedeutung, soweit der Wegzweck eine gewisse Flexibilität in der Zielwahl zulässt, also bei Besorgungs- und Service-, Bring- und Hol- und bei Freizeitwegen.

Während im Hochwasserfall absolut gesehen alle Wegzwecke an Bedeutung verlieren, ergibt sich relativ gesehen für den Wegzweck Arbeit eine steigende Bedeutung, für den Wegzweck Bringen/Holen eine fallende relative Bedeutung. Es besteht also offenbar weiterhin eine hohe Verpflichtung, den Arbeitsplatz aufzusuchen, oder das unterstellte Hochwasser ist nicht stark genug, um den Arbeitsweg aufzugeben. Freizeitwege werden tendenziell weniger wichtig.

Beim Modal Split kann gezeigt werden, dass das Zufußgehen und Fahrradfahren im Hochwasserfall an Bedeutung gewinnen, während der Pkw und der ÖV weniger wichtig werden. Vermutlich begünstigen die Umstände, dass sich die Mobilität auf einen kleineren Radius konzentriert und dass nicht-motorisierte Verkehrsmittel eine höhere Flexibilität in einem eingeschränkt nutzbaren Straßennetz aufweisen, diese Verschiebungen.

Darüber hinaus kann gezeigt werden, dass die Wegdauer außer bei Freizeitwegen im Hochwasserfall im Mittel höher ausfällt als im Normalfall. Auch die Streuung bezogen auf die Wegdauer nimmt außer bei Freizeitwegen zu. Einen Grund kann die verstärkte Nutzung von langsamen Verkehrsmitteln liefern. Da Freizeitwege den größten Flexibilitätsgrad aufweisen, ist denkbar, dass hier die meisten Anpassungen vorgenommen werden. Damit ergibt sich bei ihnen für die Wegdauer weder ein steigender Mittelwert noch eine stärkere Streuung.

Zuletzt wurde untersucht, wie stabil die Häufigkeit, mit der Wege gemacht werden, ist. Die mittlere Häufigkeit, mit der Wege stattfinden, erweist sich mit Ausnahme der Begleitwege als recht stabil. Für die Begleitwege liegt diese im Hochwasserfall deutlich höher als im Normalfall. Zuvor konnte festgestellt werden, dass Begleitwege relativ gesehen weniger wichtig werden, während Ausbildungswege gleich wichtig bleiben und Freizeitwege an Bedeutung verlieren. Es ist anzunehmen, dass Begleitwege hauptsächlich in Verbindung mit Ausbildungs- und Freizeitwegen vorkommen. Aufgrund der größeren mittleren Häufigkeit, mit der Ausbildungswege sowohl im Normalfall als auch im Hochwasserfall im Vergleich zu Freizeitwegen stattfinden, führen die Ergebnisse zu der Vermutung, dass im Hochwasserfall Begleitwege eher im Zusammenhang mit Ausbildungs- als mit Freizeitwegen auftreten.

⁴⁹⁶ Untersuchte Wegzwecke: Arbeit, Ausbildung, Besorgung/Service, Bringen/Holen, Freizeit.

Eine Haupteckenerkenntnis für Laubegast ist, dass sich das Verkehrsaufkommen im Hochwasserfall nahezu halbiert und sich die Mobilität weitgehend auf den Nahbereich konzentriert. Die starken Auswirkungen können mit der Altersstruktur der Befragten und der Lage des Stadtteils zusammenhängen. Welche Zufahrtsstraßen im Hochwasserfall noch benutzbar sind, kann eine wesentliche Rolle in der Gestaltung der Mobilität spielen. Dass Besorgungs- und Servicewege im Hochwasserfall bei anteilig fast genau so vielen Mobilien wie im Normalfall mindestens einmal vorkommen, zeigt deren Bedeutung. Außerdem zeigt sich damit die Wichtigkeit, mit der entsprechende Einrichtungen im Nahbereich sowohl für die Bewohner als auch für dort Beschäftigte und Zulieferer erreichbar bleiben müssen. Da Arbeits- und Ausbildungswege weiterhin weitgehend stattfinden, ist auch dafür Sorge zu tragen, dass diese Ziele erreichbar bleiben, soweit es den betroffenen Personen nicht möglich ist, von zu Hause aus ihrer Arbeit oder Ausbildung nachzugehen. Das heißt, wesentliche Verbindungsstraßen in Bereiche mit hoher Arbeitsplatz- und Ausbildungsplatzdichte sollten, soweit möglich, nutzbar bleiben. Der Umstieg auf nicht-motorisierte Verkehrsmittel gibt Anlass, ein besonderes Augenmerk auf die Nutzbarkeit und Sicherheit des nachgeordneten Straßen- und Wegenetzes im Stadtteil zu legen.

Neben deskriptiven Auswertungen wurden einige Hypothesentests durchgeführt, hauptsächlich um auf signifikante Unterschiede hin zu prüfen, und zusätzlich die Deutlichkeit von Ergebnissen untersucht. Die eben beschriebenen Unterschiede konnten fast alle als statistisch signifikant bestätigt werden. Die Deutlichkeit oder Stärke von Unterschieden ergibt sich im paarweisen Vergleich der in der Arbeit ermittelten Koeffizienten, die die Unterschiede zwischen Hochwasserwoche und normaler Woche in einer Kennzahl beschreiben. Besonders deutlich fallen der gesamte Rückgang im Verkehrsaufkommen, der Unterschied in den Verkehrsmitteln (vor allem beim Zufußgehen und bei der Pkw-Nutzung), der Anstieg der mittleren Wegdauer und der Anstieg des Anteils der Wege in den Nahbereich aus. Die Unterschiede in der Bedeutung der Wegzwecke zwischen normaler Woche und Hochwasserwoche fallen weniger deutlich aus.

Die Erkenntnisse aus der Fallstudie können verwendet werden, um Prognosen für Auswirkungen eines Hochwassers in einem anderen Szenario im Stile einer FDA zu erstellen. Hauptaugenmerk einer FDA ist, in kurzem zeitlichem Abstand zum Ereignis eine Abschätzung der Auswirkungen zu geben, häufig basierend auf wenigen Informationen. Dies geschah durch eine explorative Übertragung der für Laubegast ermittelten Koeffizienten auf die Passauer Altstadt. Aufgrund der Lage handelt es sich auch hier um einen prinzipiell gegenüber Hochwasser anfälligen Stadtteil. In einem ersten Schritt wurden anhand vorliegender Datensätze Kennzahlen für den Normalfall für Passau-Altstadt konstruiert. Im nächsten Schritt erfolgte der Übertrag der Ergebnisse aus Laubegast auf Passau-Altstadt, um so Kennwerte für den Hochwasserfall zu erhalten. In einem abschließenden Schritt wurden händische Nachkorrekturen vorgenommen, um Unterschieden in der Bevölkerungsstruktur und in den stadtteilspezifischen Eigenschaften zwischen Dresden-Laubegast und Passau-Altstadt stärker gerecht zu werden.

8.2 Grenzen der Arbeit, weiterer Forschungsbedarf und Ausblick

Hauptziel der Arbeit war es, Auswirkungen von Hochwasser im Rahmen einer Fallstudie zu analysieren. Zum einen stellt sich die Frage, wie gut die für Dresden-Laubegast ermittelten Auswirkungen mit tatsächlich zu beobachtenden in Einklang stehen. Es ist unklar, wie gut die Befragung das tatsächliche Meinungsbild der Bevölkerung von Laubegast widerspiegelt. Zudem ist nicht sicher, ob Angaben zu hypothetischem Verhalten deckungsgleich mit tatsächlichem Verhalten sind. Prinzipiell ist die Erhebungsmethodik der Befragung im Gegensatz zu einer Messung anfällig für fehlerhafte Angaben. Die Bereitschaft, sich die dargestellte Situation als Realität vorzustellen, ist begrenzt.⁴⁹⁷ Dennoch sprechen zwei Punkte dafür, dass es sich um belastbare Aussagen handelt. Zum einen handelte es sich bei dem vorgegebenen Hochwasserszenario um ein tatsächliches historisches Ereignis. Zum anderen gaben über 90 % der Befragten an, dass sie in der Vergangenheit bereits ein Hochwasser erlebt haben. Einschränkend muss der recht große Anteil an Rentnern bzw. Älteren im Rücklauf erwähnt werden. Eine Gewichtung der Antworten, um die Repräsentativität möglicherweise zu erhöhen, wurde bewusst nicht vorgenommen.

Zudem muss kritisch hinterfragt werden, inwiefern die Untersuchungen anhand des konkreten Beispiels allgemeingültige Ergebnisse liefern und Prognosen im Kontext anderer Untersuchungsräume zulassen. Der beispielhafte Übertrag der Erkenntnisse aus Dresden-Laubegast auf die Passauer Altstadt zeigt, wie grundsätzlich vorgegangen werden kann. Allerdings müssen einige Aspekte berücksichtigt werden, die die Übertrags- und Aussagekraft ggf. einschränken können. Es stellt sich die Frage, wie groß der Anteil einzelner Einflussgrößen und Besonderheiten, die Laubegast ausmachen, auf die beobachteten Effekte ist und wie genau diese bei einem Übertrag auf ein anderes Szenario korrigiert werden sollten. Dies ist ein grundsätzliches Problem von Einzelfallstudien. Zudem sind die beobachteten Auswirkungen abhängig von der Stärke des zugrundeliegenden Ereignisses. Dies bestätigt sich auch im Rahmen der Fallstudie in Laubegast in der Betrachtung von Teilgruppen und in der separaten Auswertung von Kennzahlen für diese.

Die Forschung zu Auswirkungen von Hochwasser auf das Mobilitätsverhalten von Personen, die sich nicht evakuieren, steht noch am Anfang. In einem breiteren Forschungskontext lässt sich die Erhebung in Laubegast mit ihren Ergebnissen als ein Datenpunkt zur Beantwortung der Frage nach den Auswirkungen von Hochwasser auf Mobilität verstehen. Um stärker belastbare Prognosen zu entsprechenden Effekten generieren zu können, könnten weitere Fallstudien folgen. Besonders hilfreich wäre es, neue Untersuchungsräume festzulegen, die sich in den meisten einflussnehmenden Faktoren ähnlich sind, in einer Einflussgröße jedoch deutlich unterscheiden. Dadurch böte sich die Möglichkeit, den Einfluss einzelner Faktoren zu quantifizieren und so besser abgestützte Prognosen für zukünftig betroffene Gebiete zu erstellen. Der für Dresden-Laubegast erhobene Datensatz ließe sich so sinnvoll erweitern und es ließe sich untersuchen, welchen Einfluss bestimmte Rahmenbedingungen wie die

⁴⁹⁷ Vgl. Vrtic und Axhausen (2002), S. 1.

Gemeindegröße oder bisherige Erfahrungen der Bevölkerung mit Hochwasserereignissen auf das Verhalten im Hochwasserfall haben.

Für den Fall, dass Dresden-Laubegast oder Passau-Altstadt in naher Zukunft von Hochwasser betroffen sein sollten, würde dies eine Gelegenheit bieten, das Mobilitätsverhalten dort zu beobachten oder eine weitere Erhebung durchzuführen, um so die erstellten Prognosen zu verbessern.

Aufbauend auf den ermittelten Unterschieden im Mobilitätsverhalten zwischen Normalfall und Hochwasserfall lassen sich in anschließenden Arbeiten volkswirtschaftliche Folgen abschätzen und bewerten. Erlittene Zeitverluste etwa können mit Zeitkosten bewertet und so volkswirtschaftliche Kosten ermittelt werden, die sich durch Reisezeitveränderungen ergeben. Diese Berechnungen liefern dann Informationen, die einen Beitrag zum Krisenmanagement darstellen können. Beispielsweise können sie in Nutzen-Kosten-Untersuchungen zu baulichen Hochwasserschutzmaßnahmen einfließen.

Literaturverzeichnis

- Abad, Raymund Paolo; Fillone, Alexis** (2020): Changes in travel behavior during flood events in relation to transport modes: the case of Metro Manila, Philippines, in: *Transportation Research Procedia* 48 (2020) 1592-1604, DOI: 10.1016/j.trpro.2020.08.201, zugegriffen am: 27.09.2022.
- Anta, Javier; Pérez-López, José B.; Martínez-Pardo, Ana; Novales, Margarita; Orro, Alfonso** (2016): Influence of the weather on mode choice in corridors with time-varying congestion: a mixed data study, in: *Transportation* (2016) 43: pp. 337-355, DOI: 10.1007/s11116-015-9578-1, zugegriffen am: 18.10.2021.
- Arana, P.; Cabezudo, S.; Peñalba, M.** (2014): Influence of weather conditions on transit ridership: A statistical study using data from Smartcards, in: *Transportation Research Part A* 59 (2014), S. 1-12, DOI: 10.1016/j.tra.2013.10.019, zugegriffen am: 27.09.2022.
- Axhausen, Kay** (2019): Verkehrserhebungen: Methoden der Verkehrsbefragung, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT, ETH Zürich, Forschungsauftrag VSS 2009/103 auf Antrag des Schweizerischen Verbands der Strassen und Verkehrsfachleute (VSS), Mai 2019, auf: <https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/baug/ivt/ivt-dam/vpl/reports/1001-1100/ab1064.pdf>, zugegriffen am: 26.07.2021.
- Axhausen, Kay; Schmid, Basil, Weis, C.** (2015): Predicting response rates updated, Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung, 1063, Mai 2015, IVT, ETH Zürich, Zürich, DOI: 10.3929/ethz-b-000100799, zugegriffen am: 26.07.2021.
- Baumgarten, Corinna; Christiansen, Eike; Naumann, Stephan; Penn-Bressel, Gertrude, Rechenberg, Jörg; Walter, Anne-Barbara** (2011): Hochwasser – Verstehen, Erkennen, Handeln!, Hrsg. Umweltbundesamt, Bonn, auf: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/uba_hochwasser_barrierefrei_new.pdf, zugegriffen am: 24.06.2021.
- Bayerisches Landesamt für Statistik** (2022a): 12411-001: Bevölkerung: Gemeinden, Stichtage (letzten 6), auf: <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online?operation=ergebnistabelleUmfang&levelindex=3&levelid=1666016258650&downloadname=12411-001#abreadcrumb>, zugegriffen am: 17.10.2022.
- Bayerisches Landesamt für Statistik** (2022b): 12411-004r: Bevölkerung: Gemeinden, Altersgruppen (9)/Altersgruppen (17), Geschlecht, Stichtag, auf: <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online?operation=table&code=12411-004r&bypass=true&levelindex=1&levelid=1656946755102#abreadcrumb>, zugegriffen am: 30.08.2022.

- Bayerisches Landesamt für Statistik** (2021): Statistik kommunal 2020. Kreisfreie Stadt Passau 09 262. Eine Auswahl wichtiger statistischer Daten, auf: https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/statistik_kommunal/2020/09262.pdf, zugegriffen am: 19.07.2022.
- Bayerisches Landesamt für Umwelt** (2022): Umweltatlas Naturgefahren, auf: https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/lfu_naturgefahren_ftz/index.html?lang=de&stateId=f4c9e540-f048-49ac-89e5-40f048a9acaa, zugegriffen am: 01.07.2022.
- Bayerisches Staatsministerium der Justiz** (2013). Hochwasser: Justizvollzugsanstalt Passau evakuiert / Merk gratuliert zu logistischer Präzisionsarbeit, auf: <https://www.iustiz.bayern.de/presse-und-medien/pressemitteilungen/archiv/2013/137.php>, zugegriffen am: 19.07.2022.
- Beckmann, Klaus** (2013): Entwicklungslinien der Mobilität im Alter – Bedingungen und Entwicklungstendenzen, in: Schlag, Bernhard; Beckmann, Klaus (Hrsg.): Mobilität und demografische Entwicklung – Eine Schriftenreihe der Eugen-Otto-Butz-Stiftung, Band 07, TÜV Media, Köln.
- Behnke, Joachim; Baur, Nina; Behnke, Nathalie** (2010): Empirische Methoden der Politikwissenschaft, 2., aktualisierte Auflage, Verlag Ferdinand Schöningh, Paderborn.
- Ben-Akiva, Moshe; Lerman, Steven R.** (1985): Discrete Choice Analysis – Theory and Application to Travel Demand, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.
- Bernhofer, Christian; Deilmann, Clemens; Günther, Edeltraud; Korndörfer, Christian; Krebs, Peter; Makeschin, Franz; Matschullat, Jörg; Müller, Bernhard; Sommer, Werner; Reiß, Norbert; Russig, Heidemarie; Weller, Bernhard** (2013): REGKLAM Regionales Klimaanpassungsprogramm Modellregion Dresden – Risiken beherrschen, Chancen nutzen – Die Region Dresden stellt sich dem Klimawandel – Strategiekonzept zum Integrierten Regionalen Klimaanpassungsprogramm für die Region Dresden, auf: http://regklam.de/fileadmin/Daten_Redaktion/Publikationen/Strategiekonzept_130924_final_online.pdf, zugegriffen am: 26.08.2021.
- Bernhofer, Christian; Schaller, Andrea; Pluntke, Thomas** (2017): Starkregenergieereignisse von 1961 bis 2015 – Schriftenreihe, Heft 5/2017, auf: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/28372/documents/40901>, zugegriffen am: 02.07.2021.
- Blöschl, Günter; Hall, Julia; Viglione, Alberto; Perdigão, Rui; Parajka, Juraj; Merz, Bruno; Lun, David; Arheimer, Berit; Aronica, Giuseppe; Bilibashi, Ardian; Boháč, Miloň; Bonacci, Ognjen; Borga, Marco; Čanjevac, Ivan; Castellarin, Attilio; Chirico, Giovanni; Claps, Pierluigi; Frolova, Natalia; Ganora, Daniele; Gorbachova, Liudmyla; Gül, Ali; Hannaford, Jamie;**

- Harrigan, Shaun; Kireeva, Maria et al.** (2019): Changing climate both increases and decreases European river floods, in: Nature 573, 108-111 (2019), Published: 28 August 2019, DOI: 10.1038/s41586-019-1495-6, zugegriffen am: 26.09.2022.
- Bogner, Alexander; Menz, Wolfgang** (2009): Das theoriegenerierende Experteninterview – Erkenntnisinteresse, Wissensformen, Interaktion, in: Bogner, Alexander; Littig, Beate; Menz, Wolfgang (Hrsg.): Experteninterviews – Theorien, Methoden, Anwendungsfelder. 3., grundlegend überarbeitete Auflage, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Börsch-Supan, Axel; Ferrari, Irene; Salerno, Luca** (2020): Verteilung und Entwicklung von Gesundheit im Alter, Max-Planck-Institut für Sozialrecht und Sozialpolitik, MEA Discussion Papers, 06-2020, auf: https://www.mpi-soc.mpg.de/fileadmin/user_upload/MEA_DP_06-2020_final.pdf, zugegriffen am: 15.07.2021.
- Brown, Morton B.; Forsythe, Alan B.** (1974): Robust Tests for the Equality of Variances, Journal of the American Statistical Association, Volume 69, Number 346, pp. 364-367, DOI: 10.1080/01621459.1974.10482955, zugegriffen am 15.06.2022.
- Bundesagentur für Arbeit** (2021): Der Arbeitsmarkt im Dezember – 05.01.2021 – Presseinfo Nr. 2, auf: <https://www.arbeitsagentur.de/vor-ort/dresden/presse/presseinformationen-2021-002#:~:text=Die%20Arbeitslosenquote%20lag%20im%20Durchschnitt,2019%20bei%205%2C6%20Prozent>, zugegriffen am: 15.06.2021.
- Bundesministerium des Inneren (BMI)** (Hrsg.) (2009): Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie), Referat KM 4, Stand: 17. Juni 2009, auf: https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/bevoelkerungsschutz/kritis.pdf?__blob=publication-File&v=3&usq=AOvVaw3nBiJR9PkJ6Jg1o5BqiEOC, zugegriffen am: 28.06.2022.
- Bundesministerium des Inneren und für Heimat (BMI), Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Bundesministerium für Familien, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ) und Bundesagentur für Arbeit** (2021): Pendeldistanzen und Pendlerverflechtungen – Langfassung, auf: https://www.deutschlandatlas.bund.de/DE/Karten/Wie-wir-uns-bewegen/100-Pendlerdistanzen-Pendlerverflechtungen.html#_zmskvezrp, zugegriffen am 15.07.2021.
- Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat (BMI)** (2021): Dresden „Stadtteilentwicklungsprojekt Weißeritz“, auf: https://www.nationale-stadtentwicklungspolitik.de/NSP/SharedDocs/Projekte/WSProjekte_DE/Dresden-Stadtteilentwicklungsprojekt_Wei%C3%9Feritz.html, zugegriffen am: 30.06.2021.

- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG)** (2021): GeoBasis-DE – Open Data, auf: <http://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/open-data.html>, zugegriffen am: 17.10.2022.
- Burge, Peter; Fox, James; Kouwenhoven, Marco; Rohr, Charlene, Wigan, Marcus Ramsey** (2007): Modeling of Motorcycle Ownership and Commuter Usage – A UK Study, in: Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Vol. 2031, Issue 1, 2007, DOI: 10.3141/2031-08, zugegriffen am: 16.11.2021.
- Burkhardt, Mariana** (2020): Impacts of natural disasters on supply chain performance, KIT Scientific Publishing, DOI: 10.5445/KSP/1000105982, zugegriffen am: 26.11.2021.
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED)** (2022): EM-Dat – The International Disaster Database, auf: <https://public.emdat.be/>, zugegriffen am: 26.01.2023.
- Cloud to Street, The Flood Observatory** (o.J.): Database Population Exposed per Event, auf: <https://global-flood-database.cloudtostreet.ai/>, zugegriffen am: 28.10.2022.
- Cochran, William G.** (1977): Sampling Techniques, third edition, John Wiley & Sons, New York.
- Cools, Mario; Creemers, Lieve** (2013): The dual role of weather forecasts on changes in activity-travel behavior, in: Journal of Transport Geography (2013) 28, pp. 167-175, DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2012.11.002, zugegriffen am: 19.10.2021.
- Copernicus Land Portal** (2021): EU-Hydro – River Network Database, Version 1.3 auf: <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-hydro/eu-hydro-river-network-database>, zugegriffen am: 18.10.2022.
- Dauth, Wolfgang; Haller, Peter** (2018): Berufliches Pendeln zwischen Wohn- und Arbeitsort – Klarer Trend zu längeren Pendeldistanzen, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) (Hrsg.), IAB-Kurzbericht, 10/2018, auf: <http://doku.iab.de/kurzber/2018/kb1018.pdf>, zugegriffen am 15.07.2021.
- Deutscher Wetterdienst (DWD)** (2021a): Stadtklima – die städtische Wärmeinsel, auf: https://www.dwd.de/DE/forschung/klima_umwelt/klimawirk/stadtpl/projekt_waermeinseln/projekt_waermeinseln_node.html, zugegriffen am: 18.06.2021.
- Deutscher Wetterdienst (DWD)** (2021b): Wetter- und Klimalexikon: Vb-Tief auf: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Func-tions/glossar.html?lv2=102868&lv3=102884>, zugegriffen am: 26.08.2021.
- Deutscher Wetterdienst (DWD)** (2002): Starkniederschläge in Sachsen im August 2002 – Eine meteorologisch-synoptische und klimatologische Beschreibung

des Augusthochwassers im Elbegebiet, auf: https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/V/Vb-Wetterlage_pdf.pdf?__blob=publication-File&v=4&usg=AOvVaw3X0MrC2YFKYoz72uNb7yCA, zugegriffen am: 07.10.2022.

DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (1996): DIN-Taschenbuch 211: Wasserwesen – Begriffe – Normen, 3. Auflage, Beuth Verlag, Berlin.

Döring, Nicola; Bortz, Jürgen (2016): Stichprobenziehung, in: Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften, 5. Auflage, Springer Verlag, Berlin.

Drabek, Thomas E. (1969): Social Processes in Disaster: Family Evacuation, in: Social Problems Volume 16, Issue 3, Winter 1969, DOI: 10.2307/799667, zugegriffen am: 13.10.2022.

Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) (2022a): Linienübersicht, auf: <https://www.dvb.de/de-de/liniennetz/linienuebersicht>, zugegriffen am: 03.11.2022.

Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) (2022b): Fahrplanaushang Linie 4, Haltestelle Leubener Straße, Richtung Weinböhlä, auf: <https://www.dvb.de/de-de/fahrplan/haltestellenauskunft>, zugegriffen am: 03.11.2022.

Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) (2022c): Fahrplanaushang Linie 6, Haltestelle Leubener Straße, Richtung Albertplatz, auf: <https://www.dvb.de/de-de/fahrplan/haltestellenauskunft>, zugegriffen am: 03.11.2022.

Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) (2013a): Umleitungen und Sperrungen – Hochwasser 2013 in Dresden, Liniennetzplan.

Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) (2013b): Hochwasser beeinträchtigt auch ÖPNV (Morgen), Pressemitteilung vom 04.06.2013, auf: [https://www.dvb.de/de-de/meta/presse/pressemitteilungen/2013/06/03/hochwasser-beeintr%C3%A4chtigt-auch-%C3%B6pnv-\(morgen\)](https://www.dvb.de/de-de/meta/presse/pressemitteilungen/2013/06/03/hochwasser-beeintr%C3%A4chtigt-auch-%C3%B6pnv-(morgen)), zugegriffen am: 08.07.2021.

Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG), Landeshauptstadt Dresden, Verkehrsverbund Oberelbe GmbH (2020): Traditionen, Trips & Trends – Mobilität in Dresden und Umland unter der Lupe – Ergebnisse aus der Verkehrserhebung SrV 2018, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/stadtplanung/verkehr/SrV_2018_Broschuere.pdf, zugegriffen am: 16.08.2022.

Ecke, Lisa; Chlond, Bastian; Magdolen, Miriam; Vortisch, Peter (2020a): Deutsches Mobilitätspanel (MOP) – Wissenschaftliche Begleitung und Auswertung, Bericht 2019/2020: Alltagsmobilität und Fahrleistung, DOI: 10.5445/IR/1000126557, auf https://mobilitaetspanel.ifv.kit.edu/downloads/Bericht_MOP_19_20.pdf, zugegriffen am 17.09.2021.

- Ecke, Lisa; Chlond, Bastian; Magdolen, Miriam; Hilgert, Tim; Vortisch, Peter** (2020b): Deutsches Mobilitätspanel (MOP) – Wissenschaftliche Begleitung und Auswertung, Bericht 2018/2019: Alltagsmobilität und Fahrleistung, DOI: 10.5445/IR/1000105940, auf https://mobilitaetspanel.ifv.kit.edu/downloads/Bericht_MOP_18_19.pdf, zugegriffen am 02.09.2021.
- Ernst & Young** (2006): Deutsche Großstädte: Zufriedenheit der Unternehmen mit ihrem Standort, <https://docplayer.org/8597557-Deutsche-grossstaedte-zufriedenheit-der-unternehmen-mit-ihrem-standort-s-tudie.html>, zugegriffen am 05.02.2021.
- Europäische Zentralbank (EZB)** (2022): Euro-Referenzkurse US-Dollar (USD), auf: https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.de.html, zugegriffen am: 24.10.2022.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV)** (2012): Empfehlungen für Verkehrserhebungen EVE, Ausgabe 2012, FGSV Verlag.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV)** (2006): Hinweise zur Schätzung des Verkehrsaufkommens von Gebietstypen –147, Ausgabe 2006, FGSV Verlag.
- Freistaat Sachsen, Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft** (2007): Hochwasserschutz in Sachsen – Die sächsische Hochwasserschutzstrategie, auf: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/10931/documents/11048&usq=AOvVaw361YYqs4naPDZvW6LoTqNd>, zugegriffen am: 22.06.2021.
- Fussell, Elizabeth** (2006): Leaving New Orleans: Social Stratification, Networks, and Hurricane Evacuation, auf: <https://items.ssrc.org/understanding-katrina/leaving-new-orleans-social-stratification-networks-and-hurricane-evacuation/>, zugegriffen am: 21.10.2021.
- Geo Risks Research/Corporate Climate Centre** (2017): Topics Geo – Naturkatastrophen 2016 Analysen, Bewertungen, Positionen, Ausgabe 2017, Münchner Rückversicherungs-Gesellschaft, München, auf: https://www.mu-nichre.com/site/touch-publications/get/documents_E193916083/mr/asset-pool.shared/Documents/5_Touch/Publications/TOPICS_GEO_2016-de.pdf, zugegriffen am: 23.09.2022.
- Geofabrik GmbH** (2021): Sachsen, auf: <https://download.geofabrik.de/europe/germany/sachsen.html>, zugegriffen am: 28.06.2021.
- Gerike, Regine; Hubrich, Stefan; Liefke, Frank; Wittig, Sebastian; Wittwer, Rico** (2021): Sonderauswertung zum Forschungsprojekt „Mobilität in Städten – SrV 2018“ – Städtevergleich, aktualisierte Version vom 05.05.2021, auf: https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/srv/ressourcen/dateien/SrV2018_Staedtevergleich.pdf, zugegriffen am: 05.11.2021.

- Google Maps** (2021): Routenplanung, auf: <https://www.google.de/maps/>, zugegriffen am: 30.06.2021.
- Gray, Clark; Frankenberg, Elizabeth; Gillespie, Thomas; Sumantri, Cecep; Thomas; Duncan** (2009): Population Displacement and Mobility in Sumatra after the Tsunami, auf: <https://iussp2009.princeton.edu/papers/90318>, zugegriffen am: 19.10.2021.
- Gray, Clark; Mueller, Valerie** (2012): Natural disasters and population mobility in Bangladesh, in: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS), April 17, 2012 109 (16), 6.000 – 6.005, DOI: 10.1073/pnas.1115944109, zugegriffen am: 19.10.2021.
- Guha Sapid, Debarati; Lechat, Michel** (1986): Reducing the impact of natural disasters: why aren't we better prepared? In: Health policy and planning 1986; 1(2): 118 – 126, auf: <https://academic.oup.com/heapol/article-pdf/1/2/118/1635682/1-2-118.pdf>, zugegriffen am: 27.09.2022.
- Häder, Michael** (2015): Empirische Sozialforschung – Eine Einführung, 3. Auflage, Springer Verlag, Wiesbaden.
- Heberlein, Thomas A.; Baumgartner, Robert** (1978): Factors affecting Response Rates to mailed Questionnaires: A quantitative Analysis of the published Literature, in: American Sociological Review, August 1978, Volume 43, Number 4, pp. 447 – 462, auf: <https://www.jstor.org/stable/pdf/2094771.pdf>, zugegriffen am: 25.10.2021.
- Heckel, Christiane; Hofmann, Oliver** (2014): Das ADM-Stichproben-System (F2F) ab 1997, in: ADM Arbeitskreis Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute e.V. (Hrsg.) Stichproben-Verfahren in der Umfrageforschung – Eine Darstellung für die Praxis, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Springer Verlag, Wiesbaden.
- Heinen, Eva; van Wee, Bert; Maat, Kees** (2010): Commuting by Bicycle: An Overview of the Literature, in: Transport Reviews, 30:1, pp. 59-96, DOI: 10.1080/01441640903187001, zugegriffen am: 16.11.2021.
- Hochwasserschutz Pulkautal** (2021): Glossar: Anschlaglinie, auf: <http://www.hochwasserschutz-pulkautal.at/info/glossar.html>, zugegriffen am: 08.08.2021.
- Hoffmann, Justus; Spath, Harald** (2010a): Verkehrsentwicklungsplan Stadt Passau – Teilbericht Analyse und Prognose . Im Auftrag der Stadt Passau, Oktober 2010, auf: <https://www.passau.de/Dox.aspx?docid=6f0d2ba5-49d9-4c3e-aab7-33f21d49003a>, zugegriffen am: 18.05.2022.
- Hoffmann, Justus; Spath, Harald** (2010b): Verkehrsentwicklungsplan Stadt Passau – Anlagen und Anhang, auf: <https://www.passau.de/Dox.aspx?docid=323b6126-680c-4a6b-aa91-670de37542d5>, zugegriffen am: 18.05.2022.

- Hollander, Myles; Wolfe, Douglas A.; Chicken, Eric** (2014): Nonparametric Statistical Methods, Third Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Hollmann, Lisa; Greis, Stefanie; Heiland, Peter** (2012): Klimawandel im Einzugsgebiet der Elbe – Anpassungsstrategien und Anpassungsmaßnahmen für wassergebundene Nutzungen, auf: <https://docplayer.org/16544103-Klimawandel-im-einzugsgebiet-der-elbe-anpassungsstrategien-und-anpassungs-massnahmen-wassergebundene-nutzungen.html>, zugegriffen am: 11.10.2022.
- Hubrich, Stefan; Ließke, Frank; Wittwer, Rico; Wittig, Sebastian; Gerike, Regine** (2019): Methodenbericht zum Forschungsbericht „Mobilität in Städten – SrV 2018“, auf: https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/srv/ressourcen/dateien/SrV2018_Methodenbericht.pdf, zugegriffen am: 13.10.2022.
- infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (infas); Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e.V. Institut für Verkehrsforschung** (2010): Mobilität in Deutschland 2008 – Ergebnisbericht: Struktur – Aufkommen – Emissionen – Trends, auf: mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/infas_MiD2008_Abschlussbericht_I.pdf, zugegriffen am 15.07.2021.
- infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH (infas); Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e.V. Institut für Verkehrsforschung, IVT Research GmbH und infas 360 GmbH** (2019): Mobilität in Deutschland – MiD Ergebnisbericht. Studie im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.604/15). Bonn, Berlin, http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf, zugegriffen am 13.01.2021.
- Integrated Research on Disaster Risk (IRDR)** (2014): Peril Classification and Hazard Glossary – Data Project Report No. 1, Beijing: Integrated Research on Disaster Risk, auf: https://www.irdrinternational.org/uploads/files/2020/08/2h6G5J59fs7nFgoj2zt7hNAQgLCqL55evtT8iBNi/IRDR_DATA-Project-Report-No.-1.pdf, zugegriffen am: 28.06.2022.
- Israel, Glenn D.** (1992): Determining Sample Size, PEOD6, University of Florida, IFAS Extension, auf: <https://www.tarleton.edu/academicassessment/documents/samplesize.pdf>, zugegriffen am: 25.10.2021.
- Janssen, Jürgen; Laatz, Wilfried** (2017): Statistische Datenanalyse mit SPSS. Eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem und das Modul Exakte Tests, 9. Auflage, Springer Gabler Verlag, Berlin.
- Jürgens, Claudia; Kasper, Birgit** (2006): Alltagsmobilität, Raum und Lebensstile, in: Beckmann, Klaus; Hesse, Markus; Holz-Rau, Christian; Hunecke, Marcel (Hrsg.): StadtLeben – Wohnen, Mobilität und Lebensstil. Neue Perspektiven für Raum- und Verkehrsentwicklung. 1. Auflage, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 125 – 141.

- Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Strategische Entwicklung und Kommunikation (SEK)** (2022): Naturgefahren managen – Prof. Michael Kunz. Gefährdungsanalysen und Risikobewertungen von Naturkatastrophen, auf: https://www.sek.kit.edu/expertinnen-und-experten-des-kit_kunz.php, zugegriffen am: 29.06.2022.
- Khattak, Asad** (1991): Driver response to unexpected travel conditions: Effect of traffic information and other factors, Dissertation, Northwestern University, Evanston, Illinois.
- Khattak, Asad J.; de Palma, André** (1997): The Impact of adverse weather conditions on the propensity to change travel decisions: A survey of Brussels commuters, in: Transport Research Part A, Vol. 31, No. 3, pp. 181 – 203, DOI: 10.1016/S0965-8564(96)00025-0, zugegriffen am: 19.10.2021.
- Kirchhoff, Peter** (2002): Städtische Verkehrsplanung – Konzepte, Verfahren, Maßnahmen, Teubner Verlag, Stuttgart.
- Klemm, Elmar** (2002): Einführung in die Statistik – Für die Sozialwissenschaften, 1. Auflage, Westdeutscher Verlag, Wiesbaden.
- Koetse, Mark J.; Rietveld, Piet** (2009): The impact of climate change and weather on transport: An overview of empirical findings, in: Transportation Research Part D 14 (2009), pp. 205 – 221, DOI: 10.1016/j.trd.2008.12.004, zugegriffen am: 27.09.2022.
- Koppelman, Frank S.; Bhat, Chandra** (2006): A Self Instructing Course in Mode Choice Modeling: Multinomial and Nested Logit Models, Prepared for U.S. Department of Transportation – Federal Transit Administration, January 31, 2006, Modified June 30, 2006, auf: https://www.cae.utexas.edu/prof/bhat/courses/lm_draft_060131final-060630.pdf, zugegriffen am: 21.10.2021.
- Korndörfer, Christian; Döring, Solveig; Ullrich, Kirsten; Jakob, Thomas; Kroll, Harald; Männig, Frank; Röder, Matthias; Seifert, Jens; Ullrich, Horst; Wache, Frank u.a.** (2014): Umweltbericht 2013 – Bericht zum Junihochwasser in Dresden – Ansätze zur Verbesserung des vorsorgenden Schutzes der Landeshauptstadt Dresden vor Hochwasser, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/umwelt/140304_Ereignisanalyse.pdf, zugegriffen am: 25.06.2021.
- Kowald, Matthias; Dobler, Christoph; Axhausen, Kay W.** (2012): Soziales Verhalten in grossräumigen Evakuierungsereignissen: Ergebnisse einer Expertenbefragung, Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung, 710, März 2012, IVT, ETH Zürich, Zürich, DOI: 10.3929/ethz-b-000045611, zugegriffen am: 25.06.2021.
- Kowald, Matthias; Dobler, Christoph; Axhausen, Kay W.** (2011): Der Einfluss sozialer Kontakte in großräumigen Evakuierungsereignissen, Arbeitsberichte

Verkehrs- und Raumplanung 683, Juli 2011, IVT, ETH Zürich, Zürich, DOI: 10.3929/ethz-a-006686322, zugegriffen am: 19.10.2021.

Kubo, Tomoko; Yamamoto, Toshiki; Mashita, Michihiro; Hashimoto, Misao; Greger, Konstantin, Waldichuk, Tom, Matsui, Keisuke (2014): The Relationship between Community Support and Resident Behavior after the Tohoku Pacific Earthquake: The Case of Hitachi City in Ibaraki Prefecture, in: Risks and Conflicts: Local Responses to Natural Disasters, Volume 14, pp. 11 – 42, Emerald Group Publishing Limited, DOI: 10.1108/S2040-7262(2013)0000014008, zugegriffen am: 19.10.2021.

Kuhnimhof, Tobias; Nobis, Claudia; Hillmann, Katja; Follmer, Robert; Eggs, Johannes (2019): Veränderungen im Mobilitätsverhalten zur Förderung einer nachhaltigen Mobilität – Abschlussbericht. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, Forschungskennzahl 3716 58 105 0 UBA-FB 002834, https://elib.dlr.de/133798/1/2019-08-29-texte_101-2019_mobilitaetsverhalten.pdf, zugegriffen am 15.07.2021.

Landeshauptstadt Dresden (2021a): Das Klima von Dresden, auf: https://www.dresden.de/de/stadtraum/umwelt/umwelt/klima-und-energie/stadt-klima/Klima_von_Dresden.php, zugegriffen am 18.06.2021.

Landeshauptstadt Dresden (2021b): Dresdner Stadtteile, auf: <https://www.dresden.de/de/tourismus/information/stadtinformation/dresdner-stadtteile.php>, zugegriffen am: 24.09.2021.

Landeshauptstadt Dresden (2021c): Themenstadtplan, auf: <https://stadtplan.dresden.de/>, zugegriffen am: 21.06.2021.

Landeshauptstadt Dresden (2011): Dresden-Laubegast – Leben mit dem Fluss. Beteiligungsprozess zur Vorbereitung von Maßnahmen zum Schutz vor Hochwasser der Elbe. Positionen und Empfehlungen. Ergebnisdokument. Fassung vom 30.05.2011, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/umwelt/LebenmitdemFluss_Ergebnisdokument_20110531_WEB_20110607.pdf, zugegriffen am: 25.06.2021.

Landeshauptstadt Dresden, Büro der Oberbürgermeisterin, Abteilung Öffentlichkeitsarbeit (2012): Umweltbericht 2012 – Dresden – 10 Jahre nach den Hochwassern 2002, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/umwelt/UB2012_10JndF2002.pdf, zugegriffen am 25.06.2021.

Landeshauptstadt Dresden, Geschäftsbereich Stadtentwicklung, Bau, Verkehr und Liegenschaften (2020): Ergebnisse der repräsentativen Haushaltbefragung „SrV 2018“ zur privaten Mobilität in Dresden – Pressekonferenz am 06. Februar 2020, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/stadtplanung/verkehr/SrV_2018_Ergebnisse.pdf, zugegriffen am: 17.09.2021.

- Landeshauptstadt Dresden, Geschäftsbereich Wirtschaft, Umweltamt (2011a):** Plan Hochwasservorsorge Dresden – 1 Einleitung, Veranlassung und Aufgabenstellen, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/umwelt/PHD_2011_kap1-5.pdf, zugegriffen am: 24.06.2021.
- Landeshauptstadt Dresden, Geschäftsbereich Wirtschaft, Umweltamt (2011b):** Plan Hochwasservorsorge Dresden – 7 Zusammenfassung, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/umwelt/PHD_2011_Zusammenfassung.pdf, zugegriffen am: 05.07.2021.
- Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2021a):** Statistische Mitteilungen – Stadtteilkatalog 2019, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/onlineshop/statistikstelle/120_080_010_Stadtteilkatalog_2019.pdf, zugegriffen am: 20.09.2022.
- Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2021b):** Stadtteilkatalog Dresden, auf: <https://www.dresden.de/de/leben/stadtportrait/statistik/auskunft/medien/atlas.html>, zugegriffen am: 24.06.2021.
- Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2021c):** Statistische Mitteilungen – Bevölkerung und Haushalte 2020 - Tabellenteil, auf: https://www.dresden.de/media/excel/Bevoelkerung_und_Haushalte_2020_Tabellenteil.xlsx, zugegriffen am: 12.09.2022.
- Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2020a):** Bevölkerungsprognose 2020, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/statistik/Prognose_Altersgruppen.pdf, zugegriffen am 28.09.2022.
- Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2020b):** Kommunale Bürgerumfrage 2020 – Hauptaussagen, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/onlineshop/statistikstelle/KBU_2020-Hauptaussagen.pdf, zugegriffen am: 16.06.2021.
- Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2020c):** Kommunale Bürgerumfrage 2020 – Tabellenteil, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/onlineshop/statistikstelle/KBU_2020_Tabellenteil.pdf, zugegriffen am 11.06.2021.
- Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2020d):** (Landeshauptstadt Dresden (Hrsg.)): Dresden in Zahlen – II. Quartal 2020, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/statistik/Dresden_in_Zahlen_2020_II_Quartal.pdf, zugegriffen am 10.06.2021.
- Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (2018):** Dresden in Zahlen – I. Quartal 2018, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/statistik/Dresden_in_Zahlen_2018_I_Quartal.pdf, zugegriffen am: 24.06.2021.

- Landeshauptstadt Dresden, Stadtplanungsamt** (2018): Wohnungsmarktbericht 2018, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/stadtplanung/stadtplanung/DD_WMB_2018.pdf, zugegriffen am: 07.10.2022.
- Landeshauptstadt Dresden, Straßen- und Tiefbauamt** (2021): Themenstadtplan Dresden. Streckenbezogene Verkehrsmengen in Kfz/Tag, auf: https://stadtplan.dresden.de/?bm=VECTOR&th=STA_VERKEHRSMENGEN&pos-box=406109.00174|5653224.92245|417164.00174|5659674.92245;25833&pos-mark=false, zugegriffen am: 18.06.2021.
- Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt** (2022a): Hochwasserschutz in Laubegast Altelbarm – Maßnahme M30, auf: <https://www.dresden.de/de/stadtraum/umwelt/umwelt/hochwasser/oeffentlich/hochwasserschutz-zwischen-zschieren-und-tolkewitz/hochwasserschutz-laubegast-altelbarm-m30.php>, zugegriffen am: 15.08.2021.
- Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt** (2022b): Hochwasserschutz in Laubegast Stromelbe – Maßnahme Z1, auf: <https://www.dresden.de/de/stadtraum/umwelt/umwelt/hochwasser/oeffentlich/hochwasserschutz-zwischen-zschieren-und-tolkewitz/hochwasserschutz-laubegast-stromelbe-z1.php>, zugegriffen am: 15.08.2022.
- Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt** (2022c): Höherlegung der Salzburger Straße, auf: <https://www.dresden.de/de/stadtraum/umwelt/umwelt/hochwasser/oeffentlich/hochwasserschutz-zwischen-zschieren-und-tolkewitz/hoehrerlegung-salzbuerger-strasse.php>, zugegriffen am: 15.08.2022.
- Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt** (2021a): Hochwasserschutz in Dresden: Wer ist wofür zuständig?, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/umwelt/HW_Zustaendigkeiten.pdf, zugegriffen am 22.06.2021.
- Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt** (2021b): Hochwasser in der Vergangenheit, auf: <https://www.dresden.de/de/stadtraum/umwelt/umwelt/hochwasser/vergangenheit.php>, zugegriffen am: 01.07.2021.
- Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt** (2021c): Hochwasserschutz zwischen Zschieren und Tolkewitz, auf: https://www.dresden.de/de/stadtraum/umwelt/umwelt/hochwasser/oeffentlich/Hochwasserschutz_zwischen_Zschieren_und_Tolkewitz.php, zugegriffen am: 09.07.2021.
- Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt** (2021d): Hochwasserangepasste Gestaltung des Altelbarms, auf: <https://www.dresden.de/de/stadtraum/umwelt/umwelt/hochwasser/oeffentlich/hochwasserschutz-zwischen-zschieren-und-tolkewitz/dresdner-altelbarm.php>, zugegriffen am: 09.07.2021.
- Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt** (2021e): Gefahren durch Flüsse und Bäche, auf: https://www.dresden.de/de/stadtraum/umwelt/umwelt/hochwasser/stadtgebiete/Gefahren_durch_Fluesse.php?pk_campaign=Short-cut&pk_kwd=hochwassergefahren, zugegriffen am: 12.07.2021.

- Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt** (2019a): Karte 4.16.1 – Überschwemmungsgebiet der Elbe in Dresden für ein 100-jährliches Hochwasserereignis (HQ100: 4370 m³/s), 6. Überarbeitete Ausgabe, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/umwelt/ua_4_16_1_text.pdf, zugegriffen am: 22.06.2021.
- Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt** (2019b): Höherlegung der Salzburger Straße zur Sicherstellung einer Evakuierbarkeit des Stadtteils Laubegast im Hochwasserfall, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/umwelt/HWS_Zschieren_Tolkewitz_Salzburger_Str_Vorstellung_StB_Blasewitz_Leuben_20191105neu.pdf, zugegriffen am: 07.10.2022.
- Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt** (2013): Schutz linkselbischer Siedlungsgebiete im Dresdner Osten vor Elbhochwasser. 6. Forum Hochwasserschutz Laubegast HWSK-Maßnahme M30 am alten Elbarm. Ergebnisse der Entwurfsplanung Stand April 2013, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/umwelt/20130507_HWS-Laubegast_M30.pdf, zugegriffen am: 12.07.2021.
- Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt** (2011a): Gewässersteckbrief Lockwitzbach, auf: <http://stadtplan.dresden.de/getImage/image.ashx?w=500&id=1458708&k=13F420043AAECBD0CE837CEB530D171E&usq=AOvVaw1hxUqOUYq0gdRUfJiB4iyA>, zugegriffen am: 07.07.2021.
- Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt** (2011b): Der Altelbarm in Dresden bei Hochwasser – Abflussgeschehen, Rückhaltevermögen, wasserbauliche Umgestaltung, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/umwelt/LebenmitdemFluss_Altelbarm.pdf, zugegriffen am: 07.07.2021.
- Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen** (2006): Hochwasserschutzkonzept Nr. 1 / Elbe – Regierungsbezirk Dresden – Strom-km 0,0 (Landesgrenze) bis Strom-km 123,8. Gefahrenkarte der Landeshauptstadt Dresden, auf: https://www.wasser.sachsen.de/download/01_11_Dresden.pdf, zugegriffen am: 08.07.2021.
- Landschaftsarchitektur-Büro Grohmann** (2021): Konzept zur hochwasserangepassten Gestaltung im Abflussbereich im Altelbarm zwischen Zschieren und Tolkewitz – Konzeptioneller Gestaltungsplan, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/umwelt/HW_Altelbarm_U4_B1_Gestaltungsplan.pdf, zugegriffen am: 12.01.2022.
- Lanzendorf, Martin; Scheiner, Joachim** (2004): Verkehrsgenese als Herausforderung für Transdisziplinarität – Stand und Perspektiven der Forschung, in: Dalkmann, Holger; Lanzendorf, Martin, Scheiner, Joachim (Hrsg.) (2004): Verkehrsgenese. Mannheim. S. 11-38. Studien zur Mobilitäts- und Verkehrsfor-schung, Band 5.
- Lim, Tjen-Sien; Loh, Wie-Yin** (1996): A comparison of tests of equality of variances, Computational Statistics & Data Analysis 22 (1996), pp. 287 – 301, DOI: 10.1016/0167-9473(95)00054-2, zugegriffen am: 20.06.2022.

- Liu, Chengxi; Susilo, Yusak O.; Karlström, Anders** (2015a): Investigating the impacts of weather variability on individual's daily activity patterns: A comparison between commuters and non-commuters in Sweden, in: *Transportation Research Part A* 81 (2015), pp. 47 – 64, DOI: 10.1016/j.tra.2015.09.005, zugegriffen am: 27.09.2022.
- Liu, Chengxi; Susilo, Yusak O.; Karlström, Anders** (2015b): The influence of weather characteristics variability on individual's travel mode choice in different seasons and regions in Sweden, in: *Transport Policy* 41 (2015), pp. 147 – 158, DOI: 10.1016/j.tranpol.2015.01.001, zugegriffen am 27.09.2022.
- Liverman, Diana M.; Wilson, John P.** (1981): The Mississauga Train Derailment and Evacuation, 10-16 November 1979, in: *The Canadian Geographer*, Volume 25, Issue 4, pp. 365 – 375, DOI: 10.1111/j.1541-0064.1981.tb01339.x, zugegriffen am: 27.09.2022.
- Lozán, José; Graßl, Hartmut; Hupfer, Peter; Karbe, L.; Menzel, Lucas; Schönwiese, Christian-Dietrich** (2011): Das Wasserproblem der Erde: Vom Wasserkreislauf über das Klima bis zum Menschenrecht auf Wasser, auf: https://www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de/buchreihe/genug_wasser_fuer_alle/, zugegriffen am: 14.10.2022.
- Lu, Xin; Bengtsson, Linus, Holme, Petter** (2012): Predictability of population displacement after the 2010 Haiti earthquake, in: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, July 17, 2012 109 (29), 11.576 – 11.581, DOI: 10.1073/pnas.1203882109, zugegriffen am: 27.09.2022.
- Madre, Jean-Loup, Axhausen, Kay W., Brög, Werner** (2007): Immobility in travel diary surveys, in: *Transportation* (2007) 34, pp. 107 – 128, DOI: 10.1007/s11116-006-9105-5, zugegriffen am: 27.09.2022.
- Maslow, Abraham** (1943): A theory of human motivation, *Psychological Review*, 50(4), pp. 370 – 396, DOI: 10.1037/h0054346, zugegriffen am 01.09.2021.
- Mieg, Harald A.; Näf, Matthias** (2006): Experteninterviews in den Umwelt- und Planungswissenschaften. Eine Einführung und Anleitung, Pabst Science Publishers, Lengerich.
- Mohr, Susanna; Kunz, Michael; Keuler, Klaus** (2015): Development and application of a logistic model to estimate the past and future hail potential in Germany, in: *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 120 (9), pp. 3939 – 3956, DOI: 10.1002/2014JD022959, zugegriffen am 05.02.2021.
- Mounaim, Abdel; Priyomarsono, Naniek Widayati; Trisno, Rudy** (2020): Emergency Shelter Design for Disaster Preparation, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 852 (2020) 012152, DOI: 10.1088/1757-899X/852/1/012152, zugegriffen am: 27.09.2022.

- Mozhdehi, Nasrollah** (2015): Stadtquartiersform und Mobilitätsverhalten – Eine Untersuchung am Beispiel von Maschrad/Iran, Dissertation, auf: <https://core.ac.uk/download/pdf/33797052.pdf>, zugegriffen am 15.07.2021.
- Mühr, Bernhard; Kubisch, Susanne; Marx, Andreas; Stötzer, Johanna; Wisotzky, Christina; Latt, Christian; Siegmann, Fabian; Glattfelder, Maren; Mohr, Susanna; Kunz, Michael** (2018): Dürre & Hitzewelle Sommer 2018 (Deutschland), 18 August 2018 – Report No. 1, auf: [https://www.cedim.kit.edu/download/FDA Duerre Hitzewelle Deutschland report.pdf](https://www.cedim.kit.edu/download/FDA_Duerre_Hitzewelle_Deutschland_report.pdf), zugegriffen am: 14.10.2022.
- NASA Earth Data Common Metadata Repository (CMR)** (2022): NASA Shuttle Radar Topography Mission Global 1 arc second V003, auf: [https://cmr.earthdata.nasa.gov/search/concepts/C1000000240-LPDAAC ECS.html](https://cmr.earthdata.nasa.gov/search/concepts/C1000000240-LPDAAC_ECS.html), zugegriffen am: 18.10.2022.
- Neumann, Steffen** (2017): Tschechiens Flutschutz für Sachsen, auf: <https://www.saechsische.de/tschechien-schafft-flut-stauraum-fuer-sachsen-3749259.html>, zugegriffen am: 15.10.2021.
- Niederbayern Wiki** (2018): Hochwasser 2013 (Passau), auf: [https://www.niederbayern-wiki.de/wiki/Hochwasser_2013_\(Passau\)](https://www.niederbayern-wiki.de/wiki/Hochwasser_2013_(Passau)), zugegriffen am: 19.07.2022.
- Noelle-Neumann, Elisabeth; Petersen, Thomas** (2005): Alle, nicht jeder – Einführung in die Methoden der Demoskopie, Vierte Auflage, Springer Verlag, Berlin.
- OpenStreetMap** (verschiedene Jahre): Landkarten, auf: <https://www.openstreetmap.org>, letzter Zugriff am 05.08.2022.
- Ortúzar, Juan de Dios; Willumsen, Luis G.** (2011): Modelling Transport, 4th Edition, A John Wiley & Sons, Ltd, Publication, United Kingdom.
- Paier, Martin** (2006): Stichproben, LV: Methoden I, LV-Leiterin: Dr. Regina Dittrich, Wirtschaftsuniversität Wien, auf: <https://web.archive.org/web/20181015114515/http://statmath.wu-wien.ac.at/~dittrich/m1bw/09s/06w/th6.ppt>, zugegriffen am: 21.12.2021.
- Parkin, John; Wardman, Mark; Page, Matthew** (2008): Estimation of the determinants of bicycle mode share for the journey to work using census data, in Transportation (2008) 35: pp. 93 – 109, DOI: 10.1007/s11116-007-9137-5, zugegriffen am: 16.11.2021.
- Plötz, Patrick; Jakobsson, Niklas; Sprei, Frances** (2017): On the distribution of individual daily driving distances, in: Transportation Research Part B, 101, pp. 213 – 227, DOI: 10.1016/j.trb.2017.04.008, zugegriffen am: 28.01.2022.
- Pohl, Christine** (2017): Hochwasserschutz nach 15 Jahren, in Leubener Zeitung, veröffentlicht am Dienstag, 10. Oktober 2017, auf: <https://www.dresdner-stadtteilzeitungen.de/dresden-hochwasserschutz-nach-15-jahren/>, zugegriffen am: 07.07.2021.

- Quarantelli, E. L.** (1990): The Warning Process and Evacuation Behavior: The Research Evidence, University of Delaware, Disaster Research Center, Preliminary Paper #148, auf: <https://udspace.udel.edu/handle/19716/520#files-area>, zugegriffen am: 21.10.2021.
- Ramm, Frederik** (2019): OpenStreetMap Data in Layered GIS Format – Free shapefiles – 2019-11-06, auf: <download.geofabrik.de/osm-data-in-gis-formats-free.pdf>, zugegriffen am: 28.06.2021.
- Rödel, Kristina; Flores, Lais** (2019): Konzept zur hochwasserangepassten Gestaltung des Abflussgebietes im Altelbarm zwischen Tolkewitz und Zschieren – Erläuterungsbericht – September 2019, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/umwelt/Offenlage_Altelbarm_Bericht_hw-angepasst_190913.pdf, zugegriffen am: 09.07.2021.
- Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie** (2022): GIS-Daten zum Fachthema Wasser, auf: <https://www.wasser.sachsen.de/karten-und-gis-daten-4456.html#a-4463>, zugegriffen am: 11.10.2022.
- Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie** (o.J.): Fachbeitrag zum Landschaftsprogramm – Naturraum und Landnutzung – Steckbrief „Stadtlandschaft Dresden“, auf: https://www.natur.sachsen.de/download/8_Stadtlandschaft_Dresden.pdf, zugegriffen am: 24.06.2021.
- Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMUL)** (2021a): Hochwasserschutzkonzepte, auf: <https://www.wasser.sachsen.de/hochwasserschutzkonzepte-13069.html>, zugegriffen am: 18.10.2022.
- Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMUL)** (2021b): Gewässerunterhaltung, auf: <https://www.wasser.sachsen.de/gewaesserunterhaltung-10175.html>, zugegriffen am: 07.07.2021.
- Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL)** (2015): Klimawandel in Sachsen – wir passen uns an!, auf: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/22321/documents/35455>, zugegriffen am: 05.07.2021.
- Sandri, Arif Mohaimin; Ukkusuri, Satish V.; Murray-Tuite, Pamela; Gladwin, Hugh** (2014): Analysis of hurricane evacuee mode choice behavior, in: Transportation Research Part C 48 (2014), pp. 37 – 46, DOI: 10.1016/j.trc.2014.08.008 auf: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X14002241?via%3Dihub>, zugegriffen am: 28.09.2022.
- Schäfer, Andreas; Mühr, Bernhard; Daniell, James; Ehret, Uwe; Ehmele, Florian; Küpfer, Katharina; Brand, Johannes; Wisotzky, Christina; Skapski, Jens; Rentz, Lukas; Mohr, Susanna; Kunz, Michael** (2021): Hochwasser Mitteleuropa, Juli 2021 (Deutschland). 21. Juli 2021 – Bericht Nr. 1 „Nordrhein-

Westfalen & Rheinland-Pfalz“, DOI: 10.5445/IR/1000135730, zugegriffen am: 29.06.2022.

Schmidt, Alexander; Jansen, Hendrik; Wehmayer, Hanna; Garde, Jan (2013): Neue Mobilität für die Stadt der Zukunft – Interdisziplinäre Stadtforschung: Stadt – Verkehr – Lebensstile – Ergebnisbericht, auf: https://www.stiftung-mercator.de/media/downloads/3_Publikationen/Neue_Mobilitaet_fuer_die_Stadt_der_Zukunft_Gesamtergebnisse.pdf, zugegriffen am 15.07.2021.

Schmitt, Martina; Stadler, Karin; Schipperges, Michael (2018): Mobilität in NRW – Verhaltensmuster und sozio-psychologische Faktoren, in: Schürmann, Karin; Schumann, Diana (Hrsg.): Mentalitäten und Verhaltensmuster im Kontext der Energiewende in NRW. Schriften des Forschungszentrums Jülich. Reihe Energie & Umwelt / Energy & Environment. Band / Volume 433, https://user.fz-juelich.de/record/851541/files/Energie_Umwelt_433.pdf, zugegriffen am 19.01.2021.

Schnell, Rainer; Hill, Paul B., Esser, Elke (2013): Methoden der empirischen Sozialforschung, 10., überarbeitete Auflage, Oldenbourg Verlag, München.

Schönfelder, Stefan (2018): Metropolregionen gestalten die Mobilität von morgen, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.), BBSR-Berichte KOMPAKT 02/2018, Fachveranstaltung von IKM und BBSR am 22. Februar 2018, auf: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/berichte-kompakt/2018-2022/bk-02-2018-dl.pdf?blob=publicationFile&v=1>, zugegriffen am 15.07.2021.

Schröder, Christoph (2019): Industrielle Arbeitskosten im internationalen Vergleich, in IW-Trends 2/2019: Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung, Jg. 46, Nr. 2, 21. Juni 2019, auf: <https://www.iwkoeln.de/studien/iw-trends/beitrag/christoph-schroeder-industrielle-arbeitskosten-im-internationalen-vergleich-430302.html>, zugegriffen am 04.09.2019.

Schwarz, Sylke; Ohm, Dirk; Krug, Stephan; Fiedler, Frank L.; Schüffler, Martin; Thielemann, Claudia; Lumpe, Alexander (2015): Verkehrsentwicklungsplan 2025plus, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/stadtplanung/verkehr/VEP_RT_18_Beschluss_-_Gesamtdokument.pdf, zugegriffen am: 09.07.2021.

Simma, Anja; Axhausen, Kay (2003): Commitments and Modal Usage: Analysis of German and Dutch panels, Transportation Research Record 1854, Paper No. 03-2091, pp. 22 – 31, <https://journals.sagepub.com/doi/epdf/10.3141/1854-03>, zugegriffen am 15.07.2021.

Song, Xuan; Zhang, Quanshi; Sekimoto, Yoshihide; Shibasaki, Ryosuke (2014): Prediction of Human Emergency Behavior and their Mobility following Large-

scale Disaster, in: Proceedings of the 20th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, pp. 5 – 14. ACM, DOI: 10.1145/2623330.2623628, zugegriffen am: 19.10.2021.

SosciSurvey (2017): SosciSurvey – Plattform für Onlinebefragungen, auf: <https://www.socisurvey.de/de/index>, zugegriffen am: 28.09.2022.

Spektrum (2000): Lexikon der Geowissenschaften. Polder, auf: <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/polder/12509>, zugegriffen am 17.06.2019.

Stadt Leipzig, Amt für Statistik und Wahlen (2018): Statistischer Quartalsbericht I/2018, auf: https://static.leipzig.de/fileadmin/mediendatenbank/leipzig.de/Stadt/02.1_Dez1_Allgemeine_Verwaltung/12_Statistik_und_Wahlen/Statistik/Statistischer_Quartalsbericht_Leipzig_2018_1.pdf, zugegriffen am: 29.06.2021.

Stadt Passau (2017): Festgesetztes Überschwemmungsgebiet im Stadtgebiet Passau, auf: <https://www.passau.de/Rathaus-Politik/ThemaHochwasser/Ueberschwemmungsgebiete.aspx>, zugegriffen am: 20.05.2022.

Stadt Passau, Planwerk, Planungsgruppe Landschaft (2012): Stadt Passau Stadtentwicklungskonzept 2012, Teil 2: Teilbereiche / Stadtteile, auf: www.passau.de/Dox.aspx?docid=e885039e-8e10-4b6a-a470-9dcf0f5a5167, zugegriffen am: 06.07.2022.

Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR (2012): Grundhochwasser – die unterschätzte Gefahr. Informationen zu Ursachen und Schutzmaßnahmen, auf: https://www.bdb-bonn-rhein-sieg.de/app/download/28473410/steb_grundhochwasser_web.pdf, zugegriffen am: 29.09.2021.

Statistisches Bundesamt (2022a): Bevölkerung und Erwerbstätigkeit – Haushalte und Familien – Ergebnisse des Mikrozensus – Erstergebnisse 2021, Anzahl der Einpersonenhaushalte in Deutschland von 1991 bis 2019, auf: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Haushalte-Familien/Publikationen/Downloads-Haushalte/haushalte-familien-2010300217004.pdf?blob=publicationFile>, zugegriffen am 27.09.2022.

Statistisches Bundesamt (2022b): Daten aus dem Gemeindeverzeichnis Städte in Deutschland nach Fläche, Bevölkerung und Bevölkerungsdichte, Gebietsstand: 31.12.2021, auf: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/05-staedte.xlsx?blob=publicationFile>, zugegriffen am 18.10.2022.

Statistisches Bundesamt (2022c): Bevölkerung: Deutschland, Stichtag, Altersjahre, auf: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/link/tabelleErgebnis/12411-0005>, zugegriffen am: 22.10.2021.

Statistisches Bundesamt (2022d): Privathaushalte nach Haushaltsgröße im Zeitvergleich – Haushalte nach Haushaltsgröße. Lange Reihen mit Jahresergebnisse ab 1961. Tabellen, auf: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Haushalte-Familien/Tabellen/Irbev05.html>, zugegriffen am: 22.11.2021.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2018a): Bevölkerung nach Alters- und Geburtsjahren, auf: https://www.statistik-bw.de/BevoelkGebiet/Alter/bev_altersjahre.jsp, zugegriffen am: 08.05.2018 (aktuell Zahlen für 2021 unter dem Link).

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2018b): Haushalteschätzung nach Haushaltsgröße, auf: <https://www.statistik-bw.de/PrivHaushalte/EntwStruktur/99055010.tab?R=LA>, zugegriffen am: 08.05.2018.

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2022): Einwohnerzahlen nach Gemeinden als Excel-Arbeitsmappe (Gebietsstand: 31. März 2022), auf: https://www.statistik.sachsen.de/download/aktuelle-zahlen/statistik-sachsen_al1_einwohnerzahlen-monat.xlsx, zugegriffen am 28.09.2022.

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2021): Bevölkerung des Freistaates Sachsen am 31. Dezember 2011 bis 2021 nach Altersgruppen, auf: https://www.statistik.sachsen.de/download/bevoelkerung/statistik-sachsen_al_zr_altersgruppen.xlsx, zugegriffen am: 28.09.2022.

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2019): Haushalte im Freistaat Sachsen 1991, 1995, 2000, 2005, 2010 und 2015 bis 2019 nach Haushaltsgröße (in 1.000), auf: https://www.statistik.sachsen.de/download/private-haushalte-wohnen/statistik-sachsen_ol_zr_haushaltsgroesse-haushalte.xlsx, zugegriffen am: 22.10.2021.

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2015): Ereignisanalyse Hochwasser Juni 2013, auf: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/15180/documents/35720>, zugegriffen am: 29.09.2021.

Statistisches Landesamt Sachsen und Statistik der Bundesagentur für Arbeit (2020): Beschäftigte – Tab 3: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Wohn- und Arbeitsort nach Personengruppen 2014 bis 2019, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/statistik/Statistik_4202_Beschaeftigte_Personengruppen.pdf, zugegriffen am 10.06.2021.

Statistisches Landesamt Sachsen, Statistik der Bundesagentur für Arbeit und Kommunale Statistikstelle (2021): 1.2.22 Pendlersaldo nach Personen- und Altersgruppen 2016 bis 2020, in: Landeshauptstadt Dresden, Kommunale Statistikstelle (Hrsg.) (2021): Statistische Mitteilungen – Arbeit und Soziales 2020 – Tabellenteil, auf: https://www.dresden.de/media/excel/Arbeit_und_Soziales_2020_-_Tabellenteil.xlsx, zugegriffen am: 26.04.2021.

- Steinacker, Günter; Schmidt, Sarah** (2014): German Internet Panel (GIP) – Stichprobenziehung und Rekrutierung der Teilnehmer – Feldbericht zur Erhebung 2014, auf: https://www.uni-mannheim.de/media/Einrichtungen/gip/Rekrutierung/Feldbericht_2014.pdf, zugegriffen am: 24.10.2021.
- Szuggat, Stefan** (2018): Landeshauptstadt Dresden – Flächennutzungsplan in den Stadtgrenzen vom 1. Januar 1999 – Begründung – Entwurf zur erneuten Auslegung (Fassung vom 3. Mai 2018).
- Tao, Sui; Corcoran, Jonathan; Rowe, Francisco; Hickman, Mark** (2018): To travel or not to travel: ‚Weather‘ is the question. Modelling the effect of local weather conditions on bus ridership, in: Transportation Research Part C 86 (2018), pp. 147 – 167, DOI: 10.1016/j.trc.2017.11.005, zugegriffen am: 27.09.2022.
- Tausendpfund, Markus** (2018): Quantitative Methoden in der Politikwissenschaft, Springer Verlag, Wiesbaden.
- Tellman, B.; Sullivan, J. A.; Kuhn, C.; Kettner, A. J.; Doyle, C. S.; Brakenridge, G. R.; Erickson, T. A., Slayback, D. A.** (2021): Satellite imaging reveals increased proportion of population exposed to floods, in: Nature 596, pp. 80 – 86, DOI: 10.1038/s41586-021-03695-w, zugegriffen am: 26.10.2022.
- Tippelt, Rudolf** (2006): Beruf und Lebenslauf, in: Arnold, Rolf; Lipsmeier, Antonius (Hrsg.): Handbuch der Berufsbildung. 2., überarbeitete und aktualisierte Auflage, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Toscano GmbH** (2012): Planung eines Gebietsschutzes vor Hochwasser der Elbe in Dresden-Laubegast zwischen Lockwitzbachweg und Berchtesgadener Straße, HWSK Elbe M30 – Vorplanung – Zusammenfassung der Planungsergebnisse, auf: https://www.dresden.de/media/pdf/umwelt/VP_M30_Zusammenfassung.pdf, zugegriffen am: 10.07.2021.
- Tukey, John W.** (1977): Exploratory Data Analysis, Princeton University and Bell Telephone Laboratories, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts.
- Universität Passau** (2022): Zahlen – Daten – Fakten, auf: <https://www.uni-passau.de/universitaet/universitaet-im-ueberblick/zahlen-daten-fakten/>, zugegriffen am: 19.05.2022.
- Verband der Ersatzkassen e.V. (vdek)** (2022): 2022 – vedk-Basisdaten des Gesundheitswesens in Deutschland, auf: https://www.vdek.com/presse/daten/jcr_content/par/publicationelement_1479644990/file.res/VDEK_Basisdaten2022_210x280_RZ-X4_ohne_Schnittmarken.pdf, zugegriffen am: 27.09.2022.
- von der Heyde, Christian** (2014): Allgemeine Theorie von Random-Stichproben in: ADM Arbeitskreis Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute e.V. (Hrsg.)

Stichproben-Verfahren in der Umfrageforschung – Eine Darstellung für die Praxis, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Springer Verlag, Wiesbaden.

Vrtic, Milenko; Axhausen, Kay W. (2002): Modelle der Verkehrsmittelwahl aus RP- und SP Datengrundlage, Heureka '02, Optimierung in Verkehr und Transport, März 2002, Köln i.e. Karlsruhe, DOI: 10.3929/ethz-a-004339668, zugegriffen am: 11.10.2022.

Wallemacq, Pascaline; Hose, Rowena; McClean, Denis (2018): Economic Losses, Poverty & Disasters – 1998 – 2017, auf: https://www.preventionweb.net/files/61119_credeconomiclosses.pdf, zugegriffen am: 28.06.2021.

Walton, Darren Kenneth; Lamb, Steven (2009), An experimental investigation of post-earthquake travel behaviours: the effects of severity and initial location, in: International Journal of Emergency Management, Vol. 6, No. 1, January 2009, DOI: 10.1504/IJEM.2009.025171, zugegriffen am: 28.09.2022.

Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) (2023): Pegel Online Stammdaten Dresden, auf: <http://www.pegelonline.wsv.de/gast/stammdaten?pegelnr=501060>, zugegriffen am: 18.03.2023.

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf (2017): Hochwasserschutz der Stadt Passau – Fortschreibung der Machbarkeitsstudie – Dezember 2017, auf: https://www.wwa-deg.bayern.de/hochwasser/hochwasserschutzprojekte/passau/doc/hws_passau_studie.pdf, zugegriffen am: 20.05.2022.

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf (2016): Bürgerinformation zum Hochwasserschutz Passau, Abschnitte Magalettigasse und Obere Donaulände am 09.11.2016, auf: <https://www.passau.de/Dox.aspx?docid=bb72f324-c66a-4b6e-90ef-61e97630ae73>, zugegriffen am: 01.07.2022.

Weiß, Christel (2008): Basiswissen Medizinische Statistik, 4. Auflage, Springer Medizin Verlag, Heidelberg.

Wisotzky, Christina; Rosenberger, Kerstin; Tjaden, Sandra; Klemm, Sara; Mitusch, Kay; Flämig, Heike; Wittowsky, Dirk (2021): Resilienz von Verkehrssystemen unter besonderer Berücksichtigung des Klimawandels, auf: <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/Entry.543869.Display/?selectedAction=>, zugegriffen am: 14.10.2022.

Zanni, Alberto M.; Ryley, Tim J. (2015): The impact of extreme weather conditions on long distance travel behaviour, in: Transportation Research Part A 77 (2015), pp. 305 – 319, DOI: 10.1016/j.tra.2015.04.025, zugegriffen am: 27.09.2022.

Zhu, Shanjiang; Levinson, David; Liu, Henry X.; Harder, Kathleen (2010): The traffic and behavioral effects of the I-35W Mississippi River bridge collapse, in: Transportation Research Part A (2019), pp. 771 – 784, DOI: 10.1016/j.tra.2010.07.001, zugegriffen am: 27.09.2022.

Zmud, Johanna; Green, Lisa; Kuhnimhof, Tobias; Le Vine, Scott; Polak, John; Phleps, Peter (2017): Still going ... and going: The emerging travel patterns of older adults, ifmo-Studie, https://www.ifmo.de/files/publications_content/2017/2017_ifmo_senior_generation_mobility_en.pdf, zugegriffen am 15.07.2021.

Anhang

Anhang

Anhang A: Fragenkatalog zur explorativen Umfrage

1. Waren Sie bereits von einem Hochwasser betroffen?

- ja
 nein

PHP-Code

```

if (value('PH01') == 02) {
  goToPage('Nein');
}

```

2. Falls ja, waren sie nur privat betroffen oder auch das Unternehmen, in dem Sie arbeiteten?

- Nur privat
 Privat und geschäftlich
 nur geschäftlich (darunter zählt auch die Schule/Berufsschule, falls Sie sich damals noch in Ausbildung befanden)

3. Von wie vielen Hochwasser-Ereignissen waren Sie bereits betroffen?

4. Bitte geben Sie das Datum der beiden stärksten Ereignisse bzw. des Ereignisses an, von dem Sie betroffen waren.

1. Ereignis
2. Ereignis

5. Waren Sie bereits von anderen Naturkatastrophen betroffen?

- Sturm
 Hagel
 Erdbeben
 Hitzewelle
 Sonstiges, z.B. Vulkanausbruch

6. Bitte geben Sie an, auf welches Hochwasser-Ereignis sich Ihre folgenden Aussagen beziehen (Datum).

Folgende Angaben beziehen sich auf den Zeitpunkt des Hochwasser-Ereignisses und nicht auf die heutige Situation.

7. Falls damals Ihr Arbeitgeber / Schule / Ausbildungsbetrieb etc. betroffen war, was waren die Auswirkungen?

- Arbeitsplatz/Schule/Ausbildungsbetrieb wurde vollständig zerstört
- Arbeitsplatz/Schule/Ausbildungsbetrieb wurde teilweise zerstört
- Es kam zu Arbeitszeitverkürzungen/Schulzeitverkürzungen
- Mein Arbeitgeber/meine Schule/mein Ausbildungsbetrieb musste für einige Zeit schließen

8. Für wie lang musste Ihr Arbeitgeber/Ihre Schule/Ihr Ausbildungsbetrieb schließen, falls es zu einer Schließung kam?

Anzahl Tage oder dauerhaft

9. Was waren Ihrer Meinung nach Gründe für die Schließung?

10. Welchem Bereich gehörte Ihr damaliger Arbeitgeber an oder befanden Sie sich noch in Ausbildung?

- Privatwirtschaft
- Öffentlicher Dienst
- Noch in Ausbildung

Angaben zum Haushalt

11. Bitte geben Sie die Postleitzahl Ihres Wohnsitzes an, den Sie zum Zeitpunkt des Ereignisses bewohnt haben:

12. Wie viel Personen lebten ständig in Ihrem Haushalt, sie selbst eingeschlossen?

13. Wie würden Sie die Lage Ihrer Wohnung / Ihres Hauses damals beschreiben?

- Im inneren Stadtbereich einer Großstadt (100.000 Einwohner oder mehr)
- Am Stadtrand / in einem Vorort einer Großstadt
- Im inneren Stadtbereich einer mittelgroßen Stadt (20.000-100.000 Einwohner)
- Am Stadtrand / in einem Vorort einer mittelgroßen Stadt
- In einer Kleinstadt / einer großen Gemeinde (5.000-20.000 EW)
- Auf dem Land / in einer kleinen Gemeinde auf dem Land

PHP-Code

```
question('PH90','gap=100','combine=PH91','combine=PH92','combine=PH93','combine=PH94');
```

```
question('PH90','gap=100','combine=PH91','combine=PH92','combine=PH93','combine=PH94')
```

14. Wie würden Sie die Lage Ihres damaligen Arbeitsplatzes / Ausbildungsplatzes / Ihrer Schule / Ihrer Hochschule bzw. des Kindergartens Ihrer Kinder beschreiben?

Nicht Relevantes bitte frei lassen.

	Arbeitsplatz	Ausbildungsplatz	Schule	Hochschule	Kindergarten
Im inneren Stadtbereich einer Großstadt (100.000 Einwohner oder mehr)	<input type="radio"/>				
Am Stadtrand / in einem Vorort einer Großstadt	<input type="radio"/>				
Im inneren Stadtbereich einer mittelgroßen Stadt (20.000-100.000 Einwohner)	<input type="radio"/>				
Am Stadtrand / in einem Vorort einer mittelgroßen Stadt	<input type="radio"/>				
In einer Kleinstadt / einer großen Gemeinde (5.000-20.000 Einwohner)	<input type="radio"/>				
Auf dem Land / einer großen Gemeinde (unter 5.000 Einwohner)	<input type="radio"/>				

Seite 07

II. Fragen zum Mobilitätsverhalten

15. Welche Fahrtziele/-zwecke kamen im Lauf einer Woche bei Ihnen vor und wie häufig?

	nie	1-2 mal	3-4 mal	5-6 mal	täglich
Zum Arbeitsplatz	<input type="radio"/>				
Dienstlich/geschäftlich (ohne Weg zum üblichen Arbeitsplatz, z.B. Auswärtstermine)	<input type="radio"/>				
Schule	<input type="radio"/>				
Hochschule	<input type="radio"/>				
Berufsschule	<input type="radio"/>				
Besorgung/Einkauf	<input type="radio"/>				
Freizeit/Erholung	<input type="radio"/>				
Jemanden holen/bringen	<input type="radio"/>				
Nach Hause	<input type="radio"/>				
Rundfahrten (z.B. Spaziergänge)	<input type="radio"/>				

16. Welche Verkehrsmittel nutzten Sie im Lauf einer Woche und wie häufig?

	nie	1-2 mal	3-4 mal	5-6 mal	täglich
Zu Fuß	<input type="radio"/>				
Fahrrad	<input type="radio"/>				
Mofa, Moped, Motorrad	<input type="radio"/>				
Pkw als Fahrer	<input type="radio"/>				
Pkw als Mitfahrer	<input type="radio"/>				
Bus	<input type="radio"/>				
Straßenbahn	<input type="radio"/>				
U- und/oder S-Bahn	<input type="radio"/>				
Zug	<input type="radio"/>				
Flugzeug	<input type="radio"/>				
Fähre	<input type="radio"/>				
Sonstiges, z.B. Inlineskates, Scooter etc.	<input type="radio"/>				

Seite 08

17. Wie viel km legten Sie an einem durchschnittlichen Werktag bzw. an einem Arbeitstag zurück?

18. Wie viel km legten Sie durchschnittlich an einem Samstag oder einem Sonntag bzw. an einem arbeitsfreien Tag zurück?

Seite 09

III. Fragen zum Mobilitätsverhalten bei/nach Hochwasser

19. Legten Sie während des Hochwassers im Vergleich zur ‚normalen Situation‘ mehr, gleich viele, weniger oder keine Wege mehr zurück?

Unter einem Weg versteht man die Strecke, die man zu einem bestimmten Ziel oder Zweck zurücklegt, z.B. der Weg von Zuhause zur Arbeit. Der Rückweg oder die Fortsetzung des Weges zählen bereits als neuer Weg.

- mehr
- gleich viel
- weniger
- keine

20. Legten Sie während des Hochwassers im Vergleich zur ‚normalen Situation‘ längere, gleich lange, kürzere oder keine Wege mehr zurück?

- länger
- gleich lang
- kürzer
- keine

21. Kam es in Folge des Hochwassers zu einer Verlängerung der Reisezeiten?

Unter Reisezeit versteht man die Dauer, die mit der Ortsveränderung von A nach B einhergeht. Hierzu zählen neben der Fahrtzeit auch Zu- und Abgangszeiten zum Verkehrsmittel oder auch Wartezeiten bei Verbindungen mit Umstiegen.

- ja
- nein

22. Waren Umwege zur Erreichung von Zielen notwendig?

- ja
 nein

Seite 10

PHP-Code

```
if (value('MH04') == 01) {  
question('MH42');  
question('MH43');  
question('MH44');  
}
```

question('MH42')

23. Wie lang waren diese Umwege in km?

question('MH43')

24. Konnten Sie für den Umweg Ihr übliches Verkehrsmittel benutzen?

- ja
 nein

question('MH44')

25. Welches Verkehrsmittel haben Sie für den Umweg benutzt?

26. Änderte sich während des Hochwassers im Vergleich zur ‚normalen‘ Situation die Bedeutung von Verkehrsmitteln?

Bitte markieren Sie, ob und wie sie sich änderte (häufigere, gleich häufige, seltenere oder keine Nutzung).

	Nutze ich häufiger	Nutze ich gleich oft	Nutze ich seltenere	Nutze ich gar nicht mehr	Für mich nicht relevant
Zu Fuß	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fahrrad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mofa, Moped, Motorrad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pkw als Fahrer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pkw als Mitfahrer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Straßenbahn	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
U- und/oder S-Bahn	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zug	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fähre	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sonstiges, z.B. Inlineskates, Scooter etc.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

27. Änderte sich die Bedeutung von Fahrtzielen/-zwecken?

Bitte markieren Sie, ob und wie sie sich änderten (wichtiger, gleich wichtig, weniger wichtig).

	wichtiger	gleich wichtig	weniger wichtig	gar nicht mehr wichtig	Für mich nicht relevant
Arbeitsplatz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dienstlich/geschäftlich (ohne Weg zum Arbeitsplatz)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ausbildung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Besorgung/Einkauf	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Freizeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jemanden holen/bringen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nach Hause	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rundfahrten (z.B. Spaziergänge)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

28. Geschlecht:

- männlich
 weiblich

29. In welchem Jahr sind Sie geboren?**30. Gibt es weitere Informationen, die Sie für relevant halten?**

31. Freiwillig können Sie hier Ihre Email-Adresse eingeben, wenn wir Sie zu einer genaueren Befragung nochmals separat kontaktieren dürfen. Bei den E-Mail-Adressen werden keinerlei Hinweise auf das Interview gespeichert (z.B. weder Vollständigkeit, noch wie Sie die Fragen beantwortet haben).

- Ich möchte meine Email-Adresse hinterlassen um eine spätere Kontaktaufnahme zu ermöglichen.

PHP-Code

```
setNextPage('end');
```

32. Waren Sie bereits von anderen Naturkatastrophen betroffen?

- | | |
|-----------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Sturm | <input type="checkbox"/> Hitzewelle |
| <input type="checkbox"/> Hagel | <input type="checkbox"/> Sonstiges, z.B.
Vulkanausbruch |
| <input type="checkbox"/> Erdbeben | |

33. Welchem Bereich gehört Ihr jetziger Arbeitgeber an oder befinden Sie sich noch in Ausbildung?

- Privatwirtschaft
- Öffentlicher Dienst
- Noch in Ausbildung

Angaben zum Haushalt

34. Bitte geben Sie die Postleitzahl Ihres jetzigen Wohnsitzes an:

35. Wie viel Personen leben dauerhaft in Ihrem Haushalt, mit Ihnen eingeschlossen?

36. Wie würden Sie die Lage Ihrer Wohnung / Ihres Hauses beschreiben?

- Im inneren Stadtbereich einer Großstadt (100.000 Einwohner oder mehr)
- Am Stadtrand / in einem Vorort einer Großstadt
- Im inneren Stadtbereich einer mittelgroßen Stadt (20.000-100.000 Einwohner)
- Am Stadtrand / in einem Vorort einer mittelgroßen Stadt
- In einer Kleinstadt / einer großen Gemeinde (5.000-20.000 EW)
- Auf dem Land / in einer kleinen Gemeinde auf dem Land

PHP-Code

```
question('PH95','gap=100','combine=PH96','combine=PH97','combine=PH98','combine=PH99');
```

```
question('PH95','gap=100','combine=PH96','combine=PH97','combine=PH98','combine=PH99')
```

37. Wie würden Sie die Lage Ihres jetzigen Arbeitsplatzes / Ausbildungsplatzes / der Schule / der Hochschule bzw. des Kindergartens Ihrer Kinder beschreiben?

Nicht Relevantes bitte frei lassen.

	Arbeitsplatz	Ausbildungsplatz	Schule	Hochschule	Kindergarten
Im inneren Stadtbereich einer Großstadt (100.000 Einwohner oder mehr)	<input type="radio"/>				
Am Stadtrand / in einem Vorort einer Großstadt	<input type="radio"/>				
Im inneren Stadtbereich einer mittelgroßen Stadt (20.000-100.000 Einwohner)	<input type="radio"/>				
Am Stadtrand / in einem Vorort einer mittelgroßen Stadt	<input type="radio"/>				
In einer Kleinstadt / einer großen Gemeinde (5.000-20.000 Einwohner)	<input type="radio"/>				
Auf dem Land / einer großen Gemeinde (unter 5.000 Einwohner)	<input type="radio"/>				

Seite 15

38. Welche Fahrtziele/-zwecke kommen im Lauf einer Woche bei Ihnen vor und wie häufig?

	nie	1-2 mal	3-4 mal	5-6 mal	täglich
Zum Arbeitsplatz	<input type="radio"/>				
Dienstlich/geschäftlich (ohne Weg zum üblichen Arbeitsplatz, z.B. Auswärtstermine)	<input type="radio"/>				
Schule	<input type="radio"/>				
Hochschule	<input type="radio"/>				
Berufsschule	<input type="radio"/>				
Besorgung/Einkauf	<input type="radio"/>				
Freizeit/Erholung	<input type="radio"/>				
Jemanden holen/bringen	<input type="radio"/>				
Nach Hause	<input type="radio"/>				
Rundfahrten (z.B. Spaziergänge)	<input type="radio"/>				

39. Welche Verkehrsmittel nutzen Sie im Lauf einer Woche und wie häufig?

	nie	1-2 mal	3-4 mal	5-6 mal	täglich
Zu Fuß	<input type="radio"/>				
Fahrrad	<input type="radio"/>				
Mofa, Moped, Motorrad	<input type="radio"/>				
Pkw als Fahrer	<input type="radio"/>				
Pkw als Mitfahrer	<input type="radio"/>				
Bus	<input type="radio"/>				
Straßenbahn	<input type="radio"/>				
U- und/oder S-Bahn	<input type="radio"/>				
Zug	<input type="radio"/>				
Flugzeug	<input type="radio"/>				
Fähre	<input type="radio"/>				
Sonstiges, z.B. Inlineskates, Scooter etc.	<input type="radio"/>				

Seite 16

40. Wie viel km legen Sie an einem durchschnittlichen Werktag bzw. an einem Arbeitstag zurück?

41. Wie viel km legen Sie durchschnittlich an einem Samstag oder einem Sonntag bzw. an einem arbeitsfreien Tag zurück?

III. Fragen zum Mobilitätsverhalten bei/nach Hochwasser

Stellen Sie sich für den nun folgenden Fragenteil folgendes Szenario vor:

Der Ort, in dem Sie wohnen, wurde von einem Hochwasser getroffen, dessen Ausmaße so stark sind, dass Ihr Umfeld direkt betroffen ist.

42. Welche Auswirkungen halten Sie für realistisch?

- Die Straße, in der ich wohne, ist direkt vom Hochwasser betroffen
- Für mich wichtige Verbindungsstraßen sind vom Hochwasser betroffen
- Ich bin durch das Hochwasser gar nicht betroffen

43. Würden Sie während des Hochwassers im Vergleich zur ‚normalen Situation‘ mehr, gleich viele, weniger oder keine Wege mehr zurück?

Unter einem Weg versteht man die Strecke, die man zu einem bestimmten Ziel oder Zweck zurücklegt, z.B. der Weg von Zuhause zur Arbeit. Der Rückweg oder die Fortsetzung des Weges zählen bereits als neuer Weg.

- mehr
- gleich viel
- weniger
- keine

44. Würden Sie während des Hochwassers im Vergleich zur ‚normalen Situation‘ längere, gleich lange, kürzere oder keine Wege mehr zurück?

- länger
- gleich lang
- kürzer
- keine

45. Denken Sie, dass es in Folge eines Hochwassers zu einer Verlängerung der Reisezeiten kommen kann?

Unter Reisezeit versteht man die Dauer, die mit der Ortsveränderung von A nach B einhergeht. Hierzu zählen neben der Fahrtzeit auch Zu- und Abgangszeiten zum Verkehrsmittel oder auch Wartezeiten bei Verbindungen mit Umstiegen.

- ja
- nein

46. Denken Sie, dass Umwege zur Erreichung von Zielen notwendig sind?

- ja
- nein

PHP-Code

```
if (value('MH24') == 01) {  
question('MH46');  
question('MH47');  
question('MH48');  
}
```

question('MH46')

47. Wie lang könnten diese Umwege sein (in km)?

question('MH47')

48. Denken Sie, dass Sie für den Umweg Ihr übliches Verkehrsmittel benutzen könnten?

- ja
- nein

question('MH48')

49. Welches Verkehrsmittel würden Sie für den Umweg benutzen?

50. Denken Sie, dass sich während eines Hochwassers im Vergleich zur ‚normalen‘ Situation die Bedeutung von Verkehrsmitteln ändert?

Bitte markieren Sie, ob und wie sie sich ändert (häufigere, gleich häufige, seltenere oder keine Nutzung).

	Nutze ich häufiger	Nutze ich gleich oft	Nutze ich seltener	Nutze ich gar nicht mehr	Für mich nicht relevant
Zu Fuß	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fahrrad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mofa, Moped, Motorrad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pkw als Fahrer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pkw als Mitfahrer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Straßenbahn	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
U- und/oder S-Bahn	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zug	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fähre	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sonstiges, z.B. Inlineskates, Scooter etc.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

51. Denken Sie, dass sich die Bedeutung von Fahrtzielen/-zwecken bei einem Hochwasser ändert?

Bitte markieren Sie, ob und wie sie sich ändern (wichtiger, gleich wichtig, weniger wichtig).

	wichtiger	gleich wichtig	weniger wichtig	gar nicht mehr wichtig	Für mich nicht relevant
Arbeitsplatz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dienstlich/geschäftlich (ohne Weg zum Arbeitsplatz)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ausbildung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Besorgung/Einkauf	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Freizeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jemanden holen/bringen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nach Hause	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rundfahrten (z.B. Spaziergänge)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

52. Geschlecht:

- männlich
- weiblich

53. In welchem Jahr sind Sie geboren?

54. Gibt es weitere Informationen, die Sie für relevant halten?

Letzte Seite

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Wir möchten uns ganz herzlich für Ihre Mithilfe bedanken.

Ihre Antworten wurden gespeichert, Sie können das Browser-Fenster nun schließen.

Möchten Sie in Zukunft an interessanten und spannenden Online-Befragungen teilnehmen?

Wir würden uns sehr freuen, wenn Sie Ihre E-Mail-Adresse für das SoSci Panel anmelden und damit wissenschaftliche Forschungsprojekte unterstützen.

E-Mail:

Die Teilnahme am SoSci Panel ist freiwillig, unverbindlich und kann jederzeit widerrufen werden.
Das SoSci Panel speichert Ihre E-Mail-Adresse nicht ohne Ihr Einverständnis, sendet Ihnen keine Werbung und gibt Ihre E-Mail-Adresse nicht an Dritte weiter.

Sie können das Browserfenster selbstverständlich auch schließen, ohne am SoSci Panel teilzunehmen.

[Christina Wisotzky](#), Karlsruher Institut für Technologie – 2017

Anhang B: Ergebnisse der explorativen Umfrage: Verkehrsmittelwahl und Wegzweckbedeutung in der Normalsituation für bereits Betroffene und Nicht-Betroffene

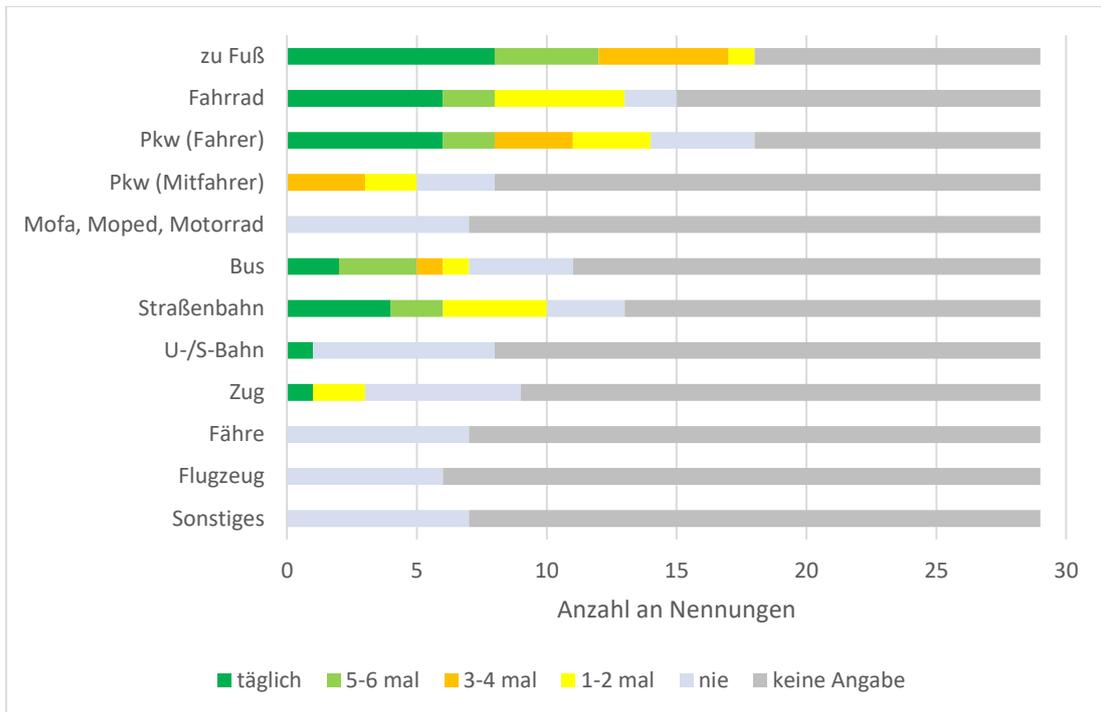


Abbildung 75: Verkehrsmittelwahl Normalsituation bei bereits Betroffenen (Häufigkeit pro Woche)

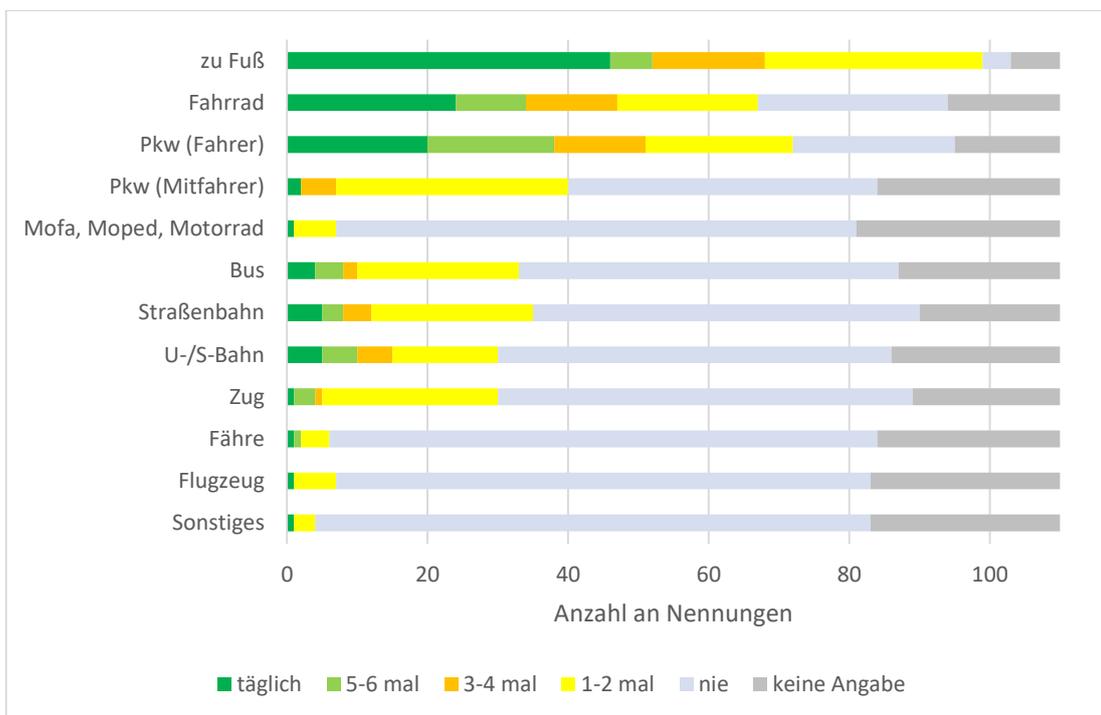


Abbildung 76: Verkehrsmittelwahl Normalsituation bei Nicht-Betroffenen (Häufigkeit pro Woche)

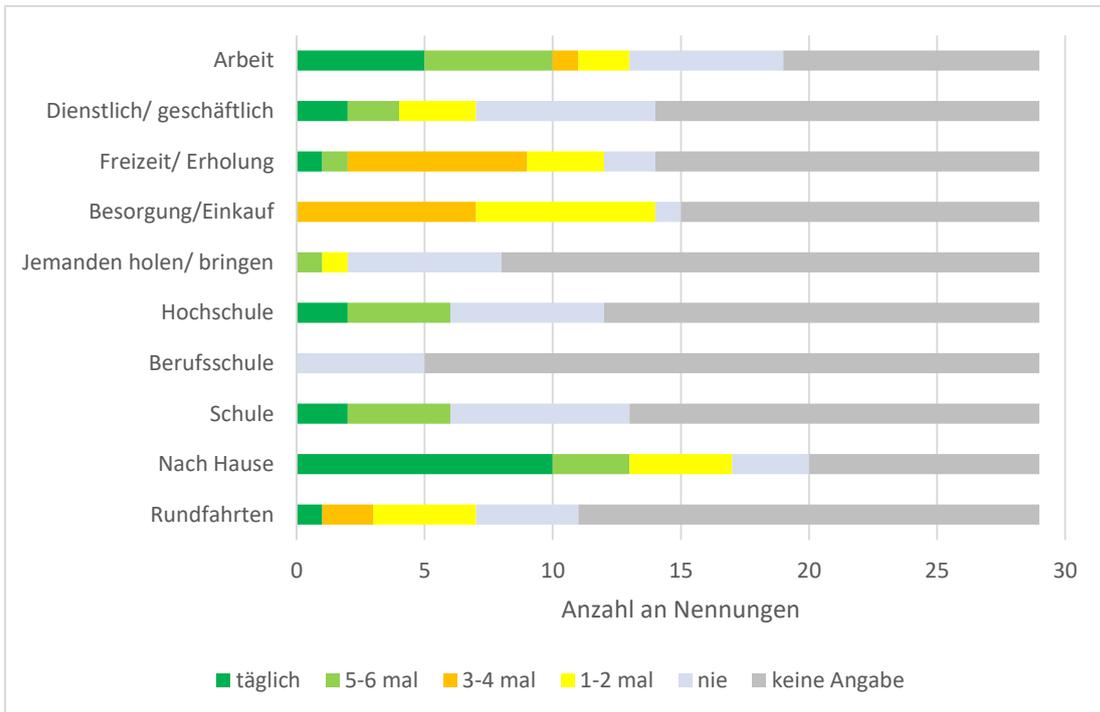


Abbildung 77: Bedeutung der Wegzwecke Normalsituation bei bereits Betroffenen (Häufigkeit pro Woche)

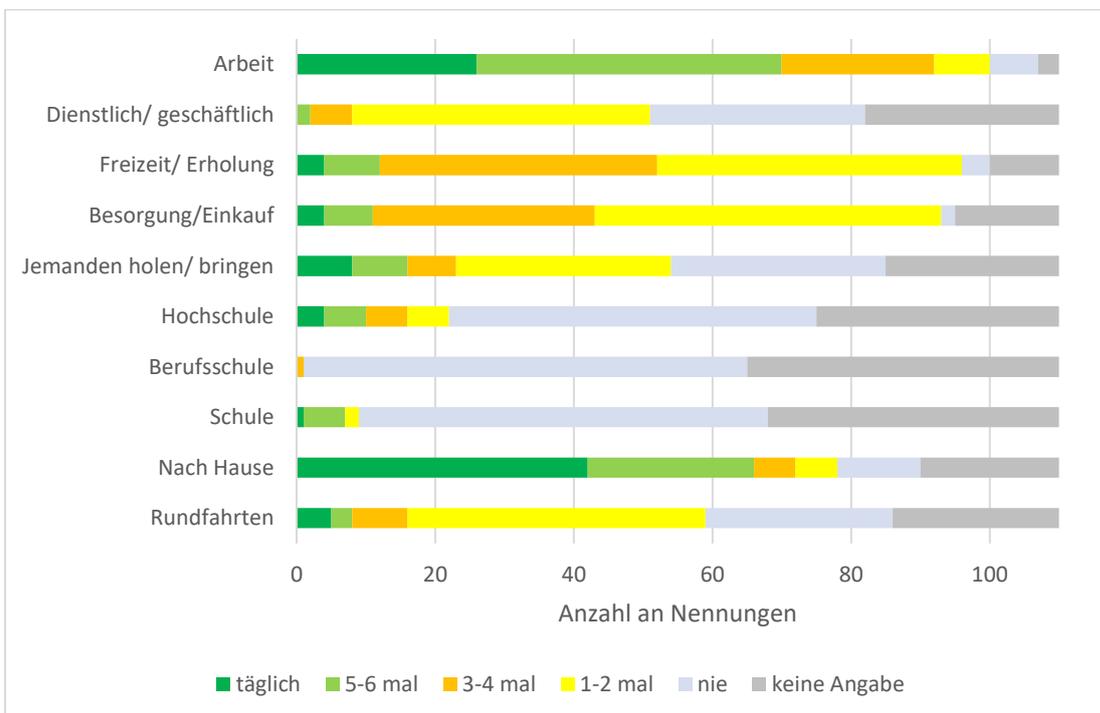


Abbildung 78: Bedeutung der Wegzwecke Normalsituation bei Nicht-Betroffenen (Häufigkeit pro Woche)

Anhang C: Leitfaden Experteninterview

Vielen Dank nochmal, dass Sie sich heute die Zeit für mich nehmen und mir für ein Gespräch zur Verfügung stehen.

Ich bin wissenschaftliche Mitarbeiterin am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und fertige meine Dissertation am Lehrstuhl für Netzwerkökonomie des Instituts für Volkswirtschaftslehre an. Die Fragestellung, die ich im Rahmen meiner Arbeit beantworten möchte, ist, welche Auswirkungen extreme Naturereignisse auf das alltägliche Mobilitätsverhalten von Privatpersonen haben. Dabei interessieren mich insbesondere Hochwasserereignisse.

Da es sich hierbei um ein bisher kaum erforschtes Forschungsgebiet handelt, bietet es sich an, zunächst Experteninterviews zu führen, um darauf aufbauend Hypothesen zu entwickeln, die dann in einer breiteren Umfrage untersucht und überprüft werden können.

Das Gespräch wird in etwa eine Stunde dauern.

Wären Sie damit einverstanden, dass das Gespräch aufgezeichnet wird?

Ggf. Datenschutzerklärung ausfüllen

Das folgende Gespräch wird nach einer kurzen Vorstellung Ihrerseits (Name, Institution, Position) in vier Themenbereiche untergliedert sein.

- I. Verständnis von Alltagsmobilität
- II. Verkehrsangebot in/nach Extremsituationen
- III. Verkehrsnachfrage in/nach Extremsituationen
- IV. Bedeutung von Mobilität nach Extremereignissen

Haben Sie noch Fragen bevor wir starten?

- Bitte stellen Sie sich vor (Namen, Institution, Position).
- Welche Aufgaben fallen der Einrichtung, in der Sie tätig sind, in Hochwassersituationen zu?

Kommen wir nun zum ersten Themenkomplex.

I. Verständnis von Alltagsmobilität

Zunächst einmal ist es für das Interview wichtig, dass wir ein ähnliches Verständnis vom Begriff „Alltagsmobilität“ haben.

- Was verstehen Sie unter Alltagsmobilität? Was gehört für Sie nicht dazu?

Erläuterung von Alltagsmobilität, Ausschluss von Reisen und Umzügen
Unter Alltagsmobilität verstehe ich – wie der Name bereits sagt – Wege, die im Alltag zurückgelegt werden. Das sind beispielsweise Arbeitswege, oder Einkaufswege oder Wege zum Sport. Explizit ausgeschlossen sind Reisen und Umzüge.

Im Rahmen meiner Arbeit möchte ich untersuchen, wie sich die Alltagsmobilität während bzw. unmittelbar nach Extremereignissen darstellt. Im Gegensatz zum allgemeinen Begriff Mobilität soll in meiner Arbeit unter der Bezeichnung Verkehr die tatsächliche Ortsveränderung von Personen verstanden werden.

II. Verkehrsangebot in/nach Extremsituationen

- Wo sind Ihrer Erfahrung nach wichtige Abschnitte oder Knotenpunkte im Dresdner Straßennetz und welche von diesen sind im Hochwasserfall nicht nutzbar?

Karte zur Verfügung stellen, um die Frage zu beantworten

- Gibt es für die zuvor genannten Straßenabschnitte geeignete Alternativrouten, die den Verkehr bewältigen können?
- Wo kam es in der Vergangenheit im öffentlichen Verkehr in Dresden zu Einschränkungen durch Hochwasser?
 - Auf welcher Linie
 - In welchen Stadtteilen
- Wie wurde dem begegnet?
 - Schienenersatzverkehr
 - Änderung des Fahrtweges
 - ...

III. Verkehrsnachfrage in/nach Extremsituationen

Denken Sie bei den folgenden Fragen an verschiedenen Bevölkerungsgruppen: Direkt betroffene Personen (Haushalt im Überflutungsgebiet) oder indirekt betroffene Personen (übliche Ziele oder üblicherweise genutzte Wege im Überflutungsgebiet) oder weitere Gruppen, die man Ihrer Meinung nach unterscheiden sollte.

- Wie unterscheidet sich das Verkehrsverhalten der betroffenen Bevölkerung im Hochwasserfall im Vergleich zum alltäglichen Verhalten?
 - Bzgl. der Verkehrszwecke oder -ziele
 - Bzgl. der Anzahl der zurückgelegten Wege
 - Bzgl. der anfallenden Mobilitätszeit
 - Bzgl. der Inkaufnahme von Umwegen

- Bzgl. der verwendeten Verkehrsmittel
- Bzgl. der zurückgelegten Distanzen
- Welches sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Einflussfaktoren oder Gründe für Veränderungen des Verkehrsverhaltens in einem Extremfall?
- Welche Rolle spielen folgende Faktoren in Bezug auf das Verkehrsverhalten (mit Begründung)?
 - Risikowahrnehmung
 - Soziales Umfeld
 - Informationsfluss
 - Weitere?
- Welche Gründe führen Ihrer Meinung nach dazu, dass sich stark betroffene Personen evakuieren bzw. nicht evakuieren?

Der letzte Fragenblock beschäftigt sich mit der Frage, welchen Stellenwert Mobilität während bzw. nach Extremereignissen einnimmt.

IV. Bedeutung von Mobilität während bzw. nach Extremsituationen

Auch bei den nun folgenden Fragen können unterschiedliche Personengruppen berücksichtigt werden.

- Wenn Sie an vergangene Hochwasserereignisse in Dresden denken, welche Bedeutung nahm „mobil sein“ Ihrer Meinung nach ein?
- Würden Sie sagen, dass Mobilität durch Extremereignisse wie ein Hochwasser an Bedeutung gewinnt oder verliert? Ändert sich die Bedeutung „mobil zu sein“ im zeitlichen Verlauf eines Ereignisses?
- Was waren Ihrer Meinung nach die drängendsten Fragen, mit denen sich Menschen, die von einem Hochwasser betroffen waren, auseinandersetzen mussten? Denken Sie dabei auch wieder an verschiedene Gruppen von Personen und an allgemeine Probleme wie zum Beispiel:
 - Verfügbarkeit und Qualität von Trinkwasser
 - Abwasser- und Müllprobleme
 - Wer kommt für die entstandenen Schäden auf (Versicherung?)
 - Bereitstellung von Information / Ansprechpartner
 - Zuflucht finden
 - Wie geht es meinem sozialen Umfeld (Familie, Freunde)?
 - Wie kann ich meinen Alltag aufrechterhalten?
 - ...
- Welche Maßnahmen oder Strategien sind Ihnen bekannt, die zur Aufrechterhaltung der Mobilität in entsprechenden Situationen beitragen sollen?
- Wie gut funktionieren diese Ihrer Meinung nach?

Wir sind nun am Ende des Gesprächs angelangt. Ich möchte mich nochmals bei Ihnen für die Beantwortung der Fragen bedanken. Haben Sie noch Fragen oder Anmerkungen?

Anhang D: Vergleich der Ergebnisse aus der normalen Woche mit Eckwerten aus dem MOP, aus der SrV Dresden und aus der SrV Laubegast

Dieser Anhang soll zwei Fragestellungen näher beleuchten. In Kapitel 4.3.2 werden Kennwerte aus der SrV-Teilstichprobe für Laubegast gezeigt und diskutiert. Die Ergebnisse aus der SrV Laubegast können spezifischere Informationen als Werte aus der SrV Dresden liefern, beruhen allerdings auf einem vergleichsweise geringen Stichprobenumfang. In Anbetracht der Detailbetrachtungen, die für die normale Woche für Laubegast in der eigenen Erhebung vorgenommen wurden, stellt sich die Frage, ob die SrV-Erhebung für Dresden oder die Auswertungen anhand der SrV-Teilstichprobe der in Laubegast Wohnenden eine bessere Annäherung an die eigenen Erkenntnisse zur normalen Woche bietet.

Um belastbare Unterschiede zwischen der normalen Woche und der Hochwasserwoche zeigen zu können, ist es wichtig, dass die Kennwerte aus der normalen Woche plausibel sind. Die zweite Fragestellung, die geklärt werden soll, bezieht sich daher auf die Plausibilität der Angaben, die die Laubegaster in der eigenen Erhebung vorgenommen haben. Dazu erfolgt eine Gegenüberstellung von Eckwerten zur Mobilität in der normalen Woche in der eigenen Erhebung mit Eckwerten aus anderen Erhebungen (MOP und SrV).

Bevor ein Vergleich der Mobilitätskennzahlen erfolgt, werden Rahmenbedingungen und Strukturmerkmale in den verschiedenen Datensätzen verglichen.

Stichprobenumfänge

Das SrV Dresden umfasst Informationen von 3.231 Personen und zu 10.876 Wegen, die am den Personen zugeordneten Stichtag zurückgelegt wurden. Die Teilstichprobe des SrV der Laubegaster, SrV Laubegast, umfasst Informationen von 58 Personen und 193 Wegen. Nicht zu allen ausgewählten Personen liegen Informationen zu zurückgelegten Wegen vor. Es gibt demnach einen kleinen Anteil an Befragten, die am ihnen zugeordneten Tag nicht mobil waren. Auf das SrV Dresden bezogen gibt es 391 Personen, die am Stichtag nicht mobil waren. Auf das SrV Laubegast bezogen sind es 9 Personen. Dies entspricht einer Mobilitätsquote von 87,9 % im SrV Dresden und 84,5 % im SrV Laubegast.⁴⁹⁸

Im MOP sind Angaben von 3.118 Personen enthalten, die im ihnen zugewiesenen Erhebungszeitraum (eine Woche) 71.189 Wege zurückgelegt und erfasst haben. An der eigenen Erhebung haben 544 Personen teilgenommen. Es liegen Angaben zu 5.766 Wegen in der normalen Woche vor.

⁴⁹⁸ Verglichen mit der Mobilitätsquote im MOP ist dies eine geringere Mobilitätsquote. Im MOP liegt der Anteil der Personen, die keinen Weg im Erhebungszeitraum zurücklegen bei $16/3.118 = 0,5\%$. Allerdings wird im MOP das Verhalten einer Woche abgefragt. Die Wahrscheinlichkeit, in einer Woche keinen einzigen Weg zurückzulegen, ist wesentlich geringer als an einem Stichtag.

Alter

In der eigenen Erhebung sollten die Befragten ankreuzen, zu welcher Altersgruppe sie gehören. Im SrV und im MOP wurde das Alter oder das Geburtsjahr der Teilnehmer abgefragt. In der folgenden Tabelle 106 sind die Anteile an den Altersgruppen in den verschiedenen Erhebungen dargestellt.

Tabelle 106: Verteilung des Alters

	SrV Dresden	SrV Laubegast	Eigene Erhebung	MOP
0 bis 14 Jahre	21 %	14 %	1 %	4 %
15 bis 24 Jahre	7 %	10 %	3 %	8 %
25 bis 44 Jahre	27 %	17 %	17 %	18 %
45 bis 64 Jahre	22 %	29 %	33 %	42 %
65 Jahre und älter	22 %	29 %	47 %	28 %

Der Vergleich zeigt, dass die Anteile in den mittleren Altersgruppen zwischen 25 und 64 Jahre im SrV Laubegast und in der eigenen Erhebung recht ähnlich sind. Der Anteil der bis 24-Jährigen ist in der eigenen Erhebung deutlich kleiner als in den anderen drei Erhebungen. Dafür haben an der eigenen Erhebung deutlich mehr Personen teilgenommen, die mindestens 65 Jahre alt sind, im Vergleich zum SrV Laubegast, zum SrV Dresden und zum MOP.

Haushaltsgröße

Als weiteres Merkmal wurde die Haushaltsgröße erfasst und ausgewertet (vgl. Tabelle 107).

Tabelle 107: Haushaltsgröße im Vergleich

	SrV Dresden	SrV Laubegast	Eigene Erhebung	MOP
1-Personen-HH	22 %	27 %	27 %	36 %
2-Personen-HH	44 %	46 %	53 %	39 %
3-Personen-HH	14 %	12 %	12 %	12 %
4-oder-Mehr-Personen-HH	20 %	15 %	8 %	13 %

Die Betrachtung der Haushaltsgröße zeigt, dass die Angaben im SrV Laubegast mit der eigenen Erhebung sehr gut zusammenpassen. Der Vergleich mit dem SrV Dresden zeigt, dass der Anteil der kleinen Haushalte (bis zu zwei Personen) im SrV Dresden etwas kleiner ist als in Laubegast. Im MOP sind die Anteile der Ein- und der Zwei-Personen-Haushalte etwa gleich groß und liegen jeweils bei knapp 40 %. Die Anteile der größeren Haushalte im MOP ähneln den Anteilen in den anderen drei Erhebungen.

Für den Vergleich der Alters- und Haushaltsgrößenverteilung in der eigenen Stichprobe mit Werten aus offiziellen Statistiken für Dresden und Laubegast sei an dieser Stelle lediglich auf den Abschnitt 6.1.1.1 verwiesen.

Berufstätigkeit

In diesem Abschnitt wird das Merkmal zur Berufstätigkeit verglichen (vgl. Tabelle 108).

Tabelle 108: Vergleich zur Berufstätigkeit

	SrV Dresden ⁴⁹⁹	SrV Laubegast	Eigene Erhebung ⁵⁰⁰	MOP ⁵⁰¹
Vollzeit	32 %	28 %	36 %	37 %
Teilzeit	10 %	12 %	12 %	16 %
Hausfrau/-mann	1 %	2 %	1 %	3 %
Schüler(in)/ Student(in)	20 %	17 %	2 %	12 %
Rentner(in)	23 %	34 %	48 %	31 %
Sonstiges	14 %	7 %	2 %	2 %

Vergleicht man die beiden SrV-Erhebungen miteinander, zeigt sich, dass größere Abweichungen eigentlich nur bei Rentnern und in der Kategorie Sonstiges vorliegen. Im SrV Laubegast liegt der Anteil der Rentner bei etwa einem Drittel, im SrV Dresden bei 23 %. Zieht man die Verteilung in der eigenen Erhebung hinzu, so sieht man deutliche Unterschiede zwischen den Anteilen der Schüler und Studenten, der Rentner und der Sonstigen. Fast die Hälfte der Befragten in der eigenen Erhebung sind Rentner. Im SrV liegt der Anteil der Rentner deutlich darunter. Umgekehrt verhält es sich mit den Schülern und Studenten. Deren Anteil liegt im SrV bei um die 20 %, in der eigenen Erhebung zählen sich lediglich 2 % der Befragten zu den Schülern und Studenten. Im weiteren Vergleich der eigenen Erhebung mit der Verteilung im MOP lassen sich in denselben Gruppen wie im Vergleich mit dem SrV Unterschiede feststellen. Etwa ein Drittel der Befragten im MOP zählt sich zu Rentnern, 12 % sind Schüler oder Studenten.

Haushaltsausstattung – Pkw, Fahrräder, ÖV-Zeitkarten

Die Haushaltsausstattung des Rücklaufs der eigenen Befragung mit Pkw wird auch in Kapitel 6.1.1.1 verglichen mit der Pkw-Ausstattung der Befragten im SrV in Dresden sowie in der SrV-Teilstichprobe der Laubegaster. Dort zeigt sich eine gute Übereinstimmung. Die Pkw-Ausstattung in der eigenen Erhebung wurde zusätzlich auch mit

⁴⁹⁹ Es wurden Angaben von 3.227 Personen ausgewertet. Die Angabe von 4 Personen war unplausibel.

⁵⁰⁰ Es wurden Angaben von 542 Personen ausgewertet. Zwei Personen haben keine Angabe vorgenommen.

⁵⁰¹ Es wurden Angaben von 3.102 Personen ausgewertet. 16 Personen haben keine Angabe vorgenommen.

der Pkw-Ausstattung im MOP verglichen. Nachfolgend ist in Tabelle 109 ein Gesamtüberblick zur Pkw-Verfügbarkeit dargestellt.

Tabelle 109: Pkw-Ausstattung in eigener Erhebung, im SrV und im MOP

Anzahl an Pkw	SrV Dresden	SrV Laubegast	Eigene Erhebung	MOP	MOP 61 und älter
0 Pkw	20 %	15 %	17 %	12 %	18 %
1 Pkw	59 %	65 %	63 %	45 %	54 %
2 Pkw	19 %	15 %	18 %	30 %	22 %
Mind. 3 Pkw	2 %	4 %	2 %	12 %	6 %

Im Rücklauf aus der eigenen Erhebung sind ältere Personen überrepräsentiert, weshalb zusätzlich zur Verteilung im gesamten MOP die Verteilung zur Pkw-Ausstattung für die Teilgruppe der über 60-Jährigen gezeigt wird. Wie sich erkennen lässt, sind die Verteilungen im Rücklauf und in der Teilgruppe der über 60-Jährigen aus dem MOP sehr ähnlich.

In nachfolgender Tabelle 110 ist ersichtlich, wie sich die Fahrradverfügbarkeit in der eigenen Erhebung, im SrV und im MOP darstellt.

Tabelle 110: Fahrrad-Ausstattung in eigener Erhebung, im SrV und im MOP

	SrV Dresden	SrV Laubegast	Eigene Erhebung	MOP
Ja	80 %	85 %	83 %	77 %
Nein	20 %	15 %	17 %	23 %

Die Fahrradausstattung ist im Rücklauf der eigenen Befragung etwas höher als im SrV Dresden und im MOP und etwas unterhalb des Wertes aus der Teilstichprobe der Bewohner aus Laubegast, die in der SrV-Erhebung teilgenommen haben. Die Bedeutung des Fahrrads und die Ausstattung mit Fahrrädern hängen von den geografischen Gegebenheiten der Wohnumgebung ab. Die hohe Fahrradverfügbarkeit in Laubegast lässt sich mitunter durch die geografische Lage von Laubegast erklären. Die unmittelbare Lage an der Elbe und am Elberadweg macht das Fahrrad zu einer attraktiven Option.

Abschließend wurde die Ausstattung der Haushalte mit ÖV-Zeitkarten untersucht. Tabelle 111 gibt einen Gesamtüberblick über die Verfügbarkeit von ÖV-Zeitkarten in den verschiedenen Erhebungen.

Tabelle 111: ÖV-Zeitkarten-Ausstattung in eigener Erhebung, im SrV und im MOP

	SrV Dresden	SrV Laubegast	Eigene Erhebung	MOP	MOP Stadt ⁵⁰²	MOP Groß- stadt ⁵⁰³
Ja	33 %	45 %	46 %	21 %	36 %	44 %
Nein	67 %	55 %	54 %	79 %	64 %	56 %

Die Verfügbarkeiten im Rücklauf, im SrV Laubegast und im MOP Großstadt sind sich sehr ähnlich.

Fazit zu den Rahmenbedingungen

Beim Alter und der Berufstätigkeit sind größere Unterschiede zwischen der eigenen Erhebung und den Verteilungen im SrV und im MOP zu erkennen als bei der Haushaltsgröße. In der eigenen Erhebung haben mehr Ältere und Rentner teilgenommen als in den anderen Erhebungen. Der Anteil der Jüngeren (Schüler und Studenten) ist in der eigenen Erhebung dementsprechend kleiner.

Bei der Haushaltsausstattung sind keine extremen Unterschiede in den Verteilungen der verschiedenen Erhebungen zu erkennen. Die grundsätzliche Pkw-Verfügbarkeit in der eigenen Erhebung ohne Berücksichtigung der Anzahl an Fahrzeugen ähnelt am stärksten der Verteilung in der MOP-Teilstichprobe der älteren Umfrageteilnehmer. Die Fahrradausstattung ist über alle Erhebungen hinweg sehr ausgewogen. Um die 80 % der Befragten verfügen über ein Fahrrad. Bei den ÖV-Zeitkarten lässt sich die größte Übereinstimmung zwischen dem Anteil in der eigenen Erhebung und dem Anteil im SrV Laubegast und im MOP Großstadt feststellen.

Vergleich zum Verkehrsaufkommen

Das Verkehrsaufkommen in der normalen Woche, das die 544 Befragten angegeben haben, beläuft sich in der eigenen Erhebung auf 5.766 Wege. Dies entspricht einem durchschnittlichen Aufkommen von 10,6 Wegen pro Person in der normalen Woche. Das heißt jede Person, die in der normalen Woche mindestens einen Weg angegeben hat, legt im Schnitt 1,5 Wege pro Tag in der normalen Woche zurück. Allerdings wurden die Rückwege nicht abgefragt.

Es bietet sich an, diesen Wert mit dem Wert zum Verkehrsaufkommen aus dem MOP zu vergleichen, welches sich dort für die mobilen Personen ergibt. Das Verkehrsaufkommen der mobilen Personen, d.h. derjenigen, die im Erhebungszeitraum des MOP (eine Woche) mindestens einen Weg zurücklegen, beträgt 3,3 Wege pro Tag. Darin sind jedoch auch die Rückwege enthalten. Eine Bereinigung des Aufkommens aus

⁵⁰² Zu MOP-Stadt werden alle Teilnehmer des MOP gezählt, die in einer Gemeinde mit mindestens 100.000 Einwohnern leben.

⁵⁰³ Zu MOP-Großstadt werden alle Teilnehmer des MOP gezählt, die in einer Gemeinde mit mindestens 500.000 Einwohnern leben.

dem MOP um Rückwege ergibt ein durchschnittliches Verkehrsaufkommen in Höhe von 1,9 Wegen pro Tag.

Eine mögliche Erklärung für das leicht nach unten abweichende Verkehrsaufkommen in der eigenen Erhebung kann die ältere Bevölkerungsstruktur im Rücklauf aus Laubegast liefern. Betrachtet man das Verkehrsaufkommen im MOP nach Alter, so zeigt sich, dass das Verkehrsaufkommen in der älteren Bevölkerungsgruppe geringer als in der jüngeren ist. In der Altersgruppe der über 60-Jährigen liegt das um Rückwege bereinigte Verkehrsaufkommen für die mobilen Personen bei 1,7 Wegen pro Tag, bei den bis 60-Jährigen bei 2,1 Wegen pro Tag.

Das SrV Dresden enthält Angaben zu Wegen von 2.840 Personen, das SrV Laubegast von 49 Personen. Das Aufkommen der mobilen Personen beläuft sich im SrV Dresden auf 3,8 Wege/Tag, im SrV Laubegast auf 3,9 Wege/Tag.

Der wichtigste Punkt, der den großen Unterschied zwischen dem Aufkommen in den beiden SrV-Datensätzen und dem Wert aus der eigenen Erhebung erklärt, ist auch hier, dass im SrV der Wegzweck Rückweg erfasst wird, dies in der eigenen Erhebung jedoch nicht der Fall ist.

Das um Rückwege, Sonstiges und unplausible Angaben bereinigte Verkehrsaufkommen beläuft sich sowohl im SrV Dresden als auch im SrV Laubegast auf 2,3 Wege/mobile Person.

Unterschiede im Verkehrsaufkommen lassen sich auch hier durch die unterschiedliche Altersstruktur in der eigenen Erhebung und im SrV erklären.

Zudem kann ein methodischer Unterschied zwischen der eigenen Erhebung auf der einen und dem MOP und dem SrV auf der anderen Seite eine Erklärung bieten. Während in der eigenen Erhebung das Vorkommen bestimmter Wegzwecke abgefragt wurde und wie häufig diese vorkommen, wurde sowohl im MOP als auch im SrV ein Wegetagebuch geführt. Das heißt die Befragten haben für die ihnen zugeordnete Woche oder den ihnen zugeordneten Stichtag alle vorkommenden Wege notiert. Durch das in zeitlicher Abfolge erfasste Mobilitätsverhalten im MOP und im SrV ist es denkbar, dass mehr Wege in der Auswertung des MOP und des SrV berücksichtigt werden als in der eigenen Erhebung. Dies sind solche Wege, die man mit zeitlichem Abstand nicht wiedergeben kann, da sie insgesamt betrachtet relativ unbedeutend sind. Ein zusätzlicher Aspekt, der Unterschiede erklären kann, ergibt sich durch die Begrenzung der Anzahl an Angaben in der eigenen Erhebung auf je nach Wegzweck maximal zwei Wege. Andererseits zeigt sich, dass dieses „Abschneiden“ offenbar keine gravierenden Auswirkungen hat.

Das Verkehrsaufkommen, welches für die normale Woche in der eigenen Erhebung ermittelt wurde, wirkt unter Berücksichtigung der angeführten Punkte, die Abweichungen erklären können, plausibel. Zwischen dem Aufkommen im SrV Dresden und im SrV Laubegast sind praktisch keine Unterschiede festzustellen, sodass nicht entschieden werden kann, dass eine der beiden SrV-Erhebungen besser zur normalen Woche der eigenen Erhebung passt.

Vergleich zum Modal Split

Als weitere zentrale Kenngröße wurde die Verkehrsmittelwahl im Rücklauf in der normalen Woche mit dem Modal Split im SrV und im MOP verglichen (vgl. Tabelle 112).⁵⁰⁴

Tabelle 112: Modal Split im Vergleich

	SrV Dresden ⁵⁰⁵	SrV Laubegast	Eigene Erhebung	MOP	MOP Großstadt ⁵⁰⁶
Zu Fuß	26 %	29 %	28 %	22 %	27 %
Fahrrad	18 %	17 %	25 %	11 %	15 %
MIV	36 %	34 %	34 %	57 %	36 %
ÖV	20 %	20 %	13 %	9 %	21 %
Sonstiges	-	-	-	0 %	1 %

Wie sich erkennen lässt, ist die Bedeutung der Verkehrsmittel im Rücklauf (dritte Spalte von Tabelle 112) vergleichbar mit den Werten, die sich im SrV (ersten beiden Spalten der Tabelle 112) sowie in der Teilgruppe der MOP-Teilnehmer, die in einer Großstadt wohnen, ermitteln lassen (letzte Spalte von Tabelle 112). Unterschiede lassen sich in der Bedeutung des Fahrrads erkennen. Ein Viertel der Wege werden in der eigenen Erhebung in der normalen Woche mit dem Fahrrad zurückgelegt. Der ÖV kommt lediglich auf einen Anteil von 13 % in der eigenen Erhebung. In der SrV-Erhebung und in der Teilgruppe der MOP-Großstädter liegt der Anteil des ÖV höher im Vergleich zum Anteil in der eigenen Erhebung. Dafür ist der Fahrradanteil dort geringer als in der eigenen Erhebung.

Die hohe Bedeutung des Fahrrads in der eigenen Erhebung korrespondiert mit der hohen Fahrradverfügbarkeit, die im Abschnitt zur Haushaltsausstattung thematisiert wurde. Die übrigen Merkmale können keinen eindeutigen Grund für die Unterschiede beim Anteil des Fahrrads und des ÖV liefern. Womöglich liefert die Lage Laubegasts direkt am Elberadweg einen weiteren Grund für den im Vergleich hohen Fahrradanteil. Allerdings sollte sich das Argument der Lage dann auch in der Teilstichprobe SrV Laubegast niederschlagen.

Die Gegenüberstellung des Modal Split in der eigenen Erhebung mit den Verteilungen in den anderen Erhebungen gibt, wie bereits der Vergleich beim Verkehrsaufkommen, Anlass dazu, dass wir von plausiblen Angaben in der normalen Woche in der eigenen

⁵⁰⁴ Vgl. für die Werte aus MOP und SrV auch Kapitel 2.2.2 und 2.2.3.

⁵⁰⁵ Dies sind die in der Literatur zur SrV zu findenden Werte (vgl. Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) et al. (2020), S. 4). In der eigenen Berechnung der Anteile ergeben sich leichte Unterschiede. Abweichungen ergeben sich dadurch, dass in der Literatur Gewichtungen vorgenommen werden.

⁵⁰⁶ Zu MOP-Großstadt werden alle Teilnehmer des MOP gezählt, die in einer Gemeinde mit mindestens 500.000 Einwohnern leben.

Erhebung ausgehen können. Da sich die Modal Splits im SrV Dresden und im SrV Laubegast kaum unterscheiden, kann auch hier nicht entschieden werden, dass eine der beiden SrV-Erhebungen besser zur eigenen Erhebung passt.

Vergleich der Wegzwecke

Als weitere Dimension wird der Anteil der Wegzwecke am Verkehrsaufkommen verglichen. In der Literatur zum SrV werden folgende Wegzwecke mit ihren Anteilen am Verkehrsaufkommen angegeben:

- Eigener Arbeitsplatz
- Kita, Schule, Ausbildung
- Einkauf, Dienstleistung
- Freizeit
- Anderer Zweck
- Eigene Wohnung.

Um die Vergleichbarkeit des SrV mit der normalen Woche und dem MOP gewährleisten zu können, wird der Datensatz des SrV nach denselben Kategorien ausgewertet, die für die normale Woche und im MOP verwendet wurden.⁵⁰⁷ Das sind:

- Arbeit
- Ausbildung
- Besorgung, Service
- Bringen, Holen
- Freizeit.

In Tabelle 113 sind die Anteile der Wegzwecke am Verkehrsaufkommen in den unterschiedlichen Datensätzen zu sehen.

Tabelle 113: Anteil der Wegzwecke am Verkehrsaufkommen

	SrV Dresden	SrV Laubegast	Eigene Erhebung	MOP
Arbeit	22 %	16 %	23 %	21 %
Ausbildung	13 %	8 %	2 %	4 %
Besorgung und Service	28 %	38 %	37 %	37 %
Bringen und Holen	12 %	7 %	10 %	9 %
Freizeit	24 %	32 %	28 %	29 %

Die Wegzwecke, die anfallen, hängen stark mit den sozioökonomischen Eigenschaften der Befragten zusammen. Die Gegenüberstellung der Wegzwecke in der eigenen Erhebung und im MOP zeigt kaum Abweichungen. Lediglich die Ausbildungswege nehmen in der eigenen Erhebung einen halb so großen Stellenwert wie im MOP ein.

⁵⁰⁷ D.h. für die Zusammenfassung der Zwecke im SrV wurden diesmal nicht die Oberkategorien aus Tabelle 5, sondern ebenfalls die Oberkategorien aus Tabelle 3 verwendet.

Allerdings bilden auch im MOP die Ausbildungswege den geringsten Anteil am Aufkommen.

Bei den beiden SrV-Auswertungen lässt sich nicht entscheiden, welche ähnlicher zur eigenen Erhebung ist. Betrachtet man die Arbeitswege, so liegen die Anteile des SrV Dresden näher am Anteil in der eigenen Erhebung, bei den Besorgungs- und Servicewegen sind hingegen die Anteile des SrV Laubegast und der eigenen Erhebung näher beieinander. Bei den Begleit- und den Freizeitwegen liegt der Anteil aus der eigenen Erhebung zwischen den Anteilen in den beiden SrV-Erhebungen. Der Anteil der Begleitwege liegt im SrV Dresden leicht über dem Anteil in der eigenen Erhebung, im SrV Laubegast liegt er leicht darunter. Bei den Freizeitwegen verhält es sich umgekehrt.

Die Abweichungen lassen sich teilweise durch Unterschiede in der Haushaltsgröße und dadurch, wie sich die Stichproben nach Berufstätigkeit zusammensetzen, erklären. Die Abweichung nach unten im Anteil der Ausbildungswege in der eigenen Erhebung lässt sich offensichtlich mit dem geringen Anteil an Schülern und Studenten in der eigenen Erhebung erklären. Der Anteil der sich in Ausbildung befindlichen Personen ist im MOP und in den beiden SrV-Stichproben deutlich größer. Der höhere Anteil an Besorgungs- und Servicewegen im MOP, im SrV Laubegast und der eigenen Erhebung im Vergleich zum SrV Dresden lässt sich teilweise auch anhand der Zusammensetzung der Stichproben nach Berufstätigkeit erklären. Sowohl im MOP, im SrV Laubegast als auch in der eigenen Erhebung hat ein erheblich größerer Anteil an Rentnern an der Befragung teilgenommen als im SrV Dresden. Der größere Anteil an Rentnern kann auch eine Erklärung dafür liefern, dass der Anteil der Freizeitwege im SrV Dresden am kleinsten und im MOP, im SrV Laubegast und in der eigenen Erhebung größer ist. Der im Vergleich größte Anteil an Begleitwegen ist im SrV Dresden zu finden. Dieser relativ große Anteil lässt sich mit dem höheren Anteil an größeren Haushalten im SrV Dresden im Vergleich zu den anderen Erhebungen erklären. Größere Haushalte korrelieren mit der Wahrscheinlichkeit, dass Kinder im Haushalt leben, sodass hier ein höherer Anteil an Bring- und Holwegen erwartet werden kann.

Zur Fragestellung, welche der SrV-Erhebungen bei Betrachtung der Wegzwecke ähnlicher zur eigenen Erhebung ist, lässt sich wieder kein eindeutiges Urteil fällen. Vielmehr lassen sich die Unterschiede in den Anteilen im SrV Dresden, im SrV Laubegast und in der eigenen Erhebung durch strukturelle Unterschiede erklären. Der Vergleich mit der Verteilung im MOP gibt wieder Anlass zu der Annahme, dass es sich bei den Angaben für die normale Woche in der eigenen Erhebung um plausible Werte handelt.

Abschließende Bemerkungen

Insgesamt kann man sagen, dass sowohl die Haushaltsausstattung als auch die dargestellten Mobilitätseckwerte aus dem SrV und aus dem MOP sehr gut zu den Erkenntnissen aus der normalen Woche passen. Die einzige nennenswerte Abweichung in der eigenen Erhebung ergibt sich in der vergleichsweise hohen Fahrradnutzung, die jedoch mit der hohen Fahrradverfügbarkeit korrespondiert. Dementspre-

chend bilden die Erkenntnisse, die für die normale Woche gewonnen werden konnten, eine gute Basis, um Einsichten in Veränderungen im Mobilitätsverhalten zu gewinnen.

In Hinblick auf die Fragestellung, welche der SrV-Erhebungen den Stadtteil Laubegast besser beschreibt, kann keine eindeutige Entscheidung getroffen werden. Die Unterschiede, die sich im Vergleich der Mobilitätswerte zeigen, lassen sich meist anhand der sozioökonomischen Unterschiede der Personengruppen zwischen den beiden SrV-Erhebungen erklären.

Anhang

Anhang E: Fragebogen zur Erhebung in Laubegast

Mobil trotz Hochwasser - Fragebogen

Die Bearbeitung des Fragebogens ist freiwillig. Die Befragung erfolgt anonym. Sie dauert etwa 20 Minuten. Durch Ihre Beantwortung liefern Sie einen wichtigen Beitrag zur Untersuchung Ihrer Mobilitätssituation in Laubegast. Ihre Daten werden vertraulich behandelt. Hinweise zum Datenschutz und zur Anonymität finden Sie am Schluss des Fragebogens. Bitte füllen Sie den Fragebogen bis zum 05.12.2019 aus und werfen Sie ihn in eine der im Anschreiben genannten Boxen.

Der Fragebogen lässt sich auch online unter

<https://netze.econ.kit.edu/befragung.php>

bis zum 05.12.2019 direkt ausfüllen oder dort für die schriftliche Beantwortung durch weitere Personen des Haushalts herunterladen.

Der Fragebogen besteht aus fünf Teilen: **1.** Allgemeine Fragen zum Haushalt und zur Person, **2.** Mobilität in einer normalen Woche, **3.** Mobilität in einer Woche mit Hochwasser, **4.** Hochwasser-Erfahrungen und -Auswirkungen, **5.** Einschätzung der Situation in Laubegast.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

Teil 1: Allgemeine Fragen zum Haushalt und zur Person

1. Wie viele Personen leben in Ihrem Haushalt insgesamt?

Anzahl Personen	
-----------------	--

2. Bitte geben Sie für jede Person, die in Ihrem Haushalt lebt, das Alter an.

Alter	Person 1 (Sie)	Person 2	Person 3	Person 4	Person 5	Person 6
0-14 Jahre	<input type="checkbox"/>					
15-24 Jahre	<input type="checkbox"/>					
25-44 Jahre	<input type="checkbox"/>					
45-64 Jahre	<input type="checkbox"/>					
65 oder älter	<input type="checkbox"/>					

3. Über wie viele Verkehrsmittel bzw. DVB-Karten verfügen Sie in Ihrem Haushalt?

Fortbewegungsmittel	Anzahl
Kfz (Privat- oder Dienstfahrzeuge)	
Fahrräder	
DVB Monats- / Jahreskarten	
Sonstiges (z.B. BahnCard 25)	

4. Sind Sie Eigentümer oder Mieter Ihrer Wohnung / Ihres Hauses in Laubegast? Bitte kreuzen Sie an.

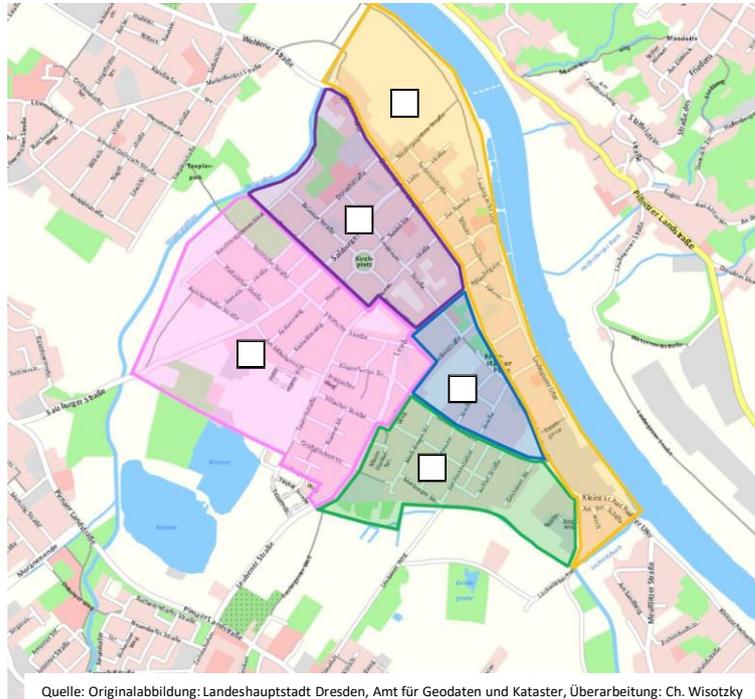
Eigentümer	Mieter
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Welcher beruflichen Tätigkeit gehen Sie nach? Bitte kreuzen Sie die zutreffende(n) Aussage(n) an.

Vollzeit berufstätig	<input type="checkbox"/>
Teilzeit berufstätig	<input type="checkbox"/>
Hausfrau /-mann	<input type="checkbox"/>
Schüler(in) / Student(in)	<input type="checkbox"/>
Rentner / Rentnerin	<input type="checkbox"/>
Sonstige Tätigkeit	<input type="checkbox"/>

Mobil trotz Hochwasser – Befragung

6. Bitte kreuzen Sie in der nachfolgenden Abbildung an, in welchem Bereich von Laubegast Sie wohnen.



7. Die folgende Information ist für unsere Auswertungen sehr nützlich, aber nicht unbedingt nötig. Bitte kreuzen Sie nachfolgend an, was auf Ihren Haushalt zutrifft:

Monatliches Haushaltsnettoeinkommen	
Bis unter 1.000 €	<input type="checkbox"/>
1.000 bis unter 2.000 €	<input type="checkbox"/>
2.000 bis unter 3.000 €	<input type="checkbox"/>
3.000 bis unter 4.000 €	<input type="checkbox"/>
4.000 bis unter 5.000 €	<input type="checkbox"/>
5.000 bis unter 6.000 €	<input type="checkbox"/>
6.000 € und mehr	<input type="checkbox"/>
Keine Angabe	<input type="checkbox"/>

Teil 2: Mobilität in einer normalen Woche

In diesem Teil möchten wir Sie nach den wichtigsten Wegen befragen, die Sie üblicherweise zurücklegen. Wir fragen nach Arbeitswegen, Ausbildungswegen, Besorgungs- und Servicewegen, Bring- und Holwegen und Freizeitwegen.

8. Legen Sie in einer normalen Woche einen **Arbeitsweg** zurück? Dies sind alle Wege an den regulären Arbeitsplatz (nicht die Rückwege).

Ja	Nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Falls ja, füllen Sie bitte die folgende Tabelle aus:
Falls nein, weiter zu 9.*

Verwendetes Verkehrsmittel			
Zu Fuß 	Fahrrad 	Pkw 	Öffentlicher Verkehr (ÖV) 
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:			

Ziel (z.B. Stadtteil, Postleitzahl, Straße oder Name des Ziels)	
---	--

Dauer	Minuten
--------------	---------

Häufigkeit ohne die Rückwege (z.B. Montag bis Freitag: morgens zur Arbeit → 5 Wege pro Woche.)	pro Woche
--	-----------

Mobil trotz Hochwasser – Befragung

9. Legen Sie in einer normalen Woche einen **Ausbildungsweg** zurück?
Dies sind Wege, die z.B. zur Schule, Universität oder Ausbildungsstätte führen (nicht die Rückwege).

Ja	Nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Falls ja, füllen Sie bitte die folgende Tabelle aus:
Falls nein, weiter zu 10.*

Verwendetes Verkehrsmittel			
			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:			

Ziel (z.B. Stadtteil, Postleitzahl, Straße oder Name des Ziels)	
--	--

Dauer	Minuten
--------------	---------

Häufigkeit ohne die Rückwege (z.B. Montag bis Freitag: morgens zur Schule → 5 Wege pro Woche.)	pro Woche
---	-----------

10. Legen Sie in einer normalen Woche **Besorgungs- oder Servicewege** zurück? Hierzu zählen z.B. Lebensmitteleinkauf, Shopping, Tanken, Friseur- oder Arztbesuch, Werkstattbesuch, zur Bank.

Ja	Nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Falls ja, füllen Sie bitte die folgende Tabelle bzw. die folgenden beiden Tabellen für die für Sie wichtigsten Besorgungs- und Servicewege aus:
Falls nein, weiter zu 11.*

Erster Besorgungs- und Serviceweg

Verwendetes Verkehrsmittel			
			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:			

Ziel (z.B. Stadtteil, Postleitzahl, Straße oder Name des Ziels)	
---	--

Dauer	Minuten
--------------	---------

Häufigkeit ohne die Rückwege (z.B. Mittwoch und Freitag zum Lebensmittelladen → 2 Wege pro Woche.)	pro Woche
--	-----------

Mobil trotz Hochwasser – Befragung

Zweiter Besorgungs- und Serviceweg

Verwendetes Verkehrsmittel			
			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:			

Ziel (z.B. Stadtteil, Postleitzahl, Straße oder Name des Ziels)	
--	--

Dauer	Minuten
--------------	---------

Häufigkeit ohne die Rückwege (z.B. mittwochs zur Bank → 1 Weg pro Woche.)	pro Woche
--	-----------

11. Legen Sie in einer normalen Woche **Bring- oder Holwege** zurück?
 Hierzu zählen z.B. Kinder in den Kindergarten bringen, Nachbarn zum Arzt fahren, Freunde zum Bahnhof bringen.

Ja	Nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Falls ja, füllen Sie bitte die folgende Tabelle bzw. die folgenden beiden Tabellen für die für Sie wichtigsten Bring- oder Holwege aus:
 Falls nein, weiter zu 12.*

Erster Bring- oder Holweg

Verwendetes Verkehrsmittel			
			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:			

Ziel (z.B. Stadtteil, Postleitzahl, Straße oder Name des Ziels)	
---	--

Dauer	Minuten
--------------	---------

Häufigkeit ohne die Rückwege (z.B. Montag bis Freitag: morgens bringen und nachmittags holen → 10 Wege pro Woche.)	pro Woche
--	-----------

Mobil trotz Hochwasser – Befragung

Zweiter Bring- oder Holweg

Verwendetes Verkehrsmittel			
			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:			
Ziel (z.B. Stadtteil, Postleitzahl, Straße oder Name des Ziels)			
Dauer		Minuten	
Häufigkeit ohne die Rückwege (z.B. Freitag: Schwester vom Bahnhof abholen → 1 Weg pro Woche.)		pro Woche	

12. Legen Sie in einer normalen Woche **Freizeitwege** zurück? Hierzu zählen z.B. Essen gehen, Sport machen, spazieren gehen, Hund ausführen, Besuche, Radtouren.

Ja	Nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Falls ja, füllen Sie bitte die folgende Tabelle bzw. die folgenden beiden Tabellen für die für Sie wichtigsten Freizeitwege aus:
Falls nein, weiter zu 13.*

Erster Freizeitweg

Verwendetes Verkehrsmittel			
			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:			

Ziel (z.B. Stadtteil, Postleitzahl, Straße oder Name des Ziels)	
---	--

Dauer	Minuten
--------------	---------

Häufigkeit ohne die Rückwege (z.B. Montag und Mittwoch zur Chorprobe → 2 Wege pro Woche.)	pro Woche
---	-----------

Mobil trotz Hochwasser – Befragung

Zweiter Freizeitweg

Verwendetes Verkehrsmittel			
			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:			

Ziel (z.B. Stadtteil, Postleitzahl, Straße oder Name des Ziels)	
--	--

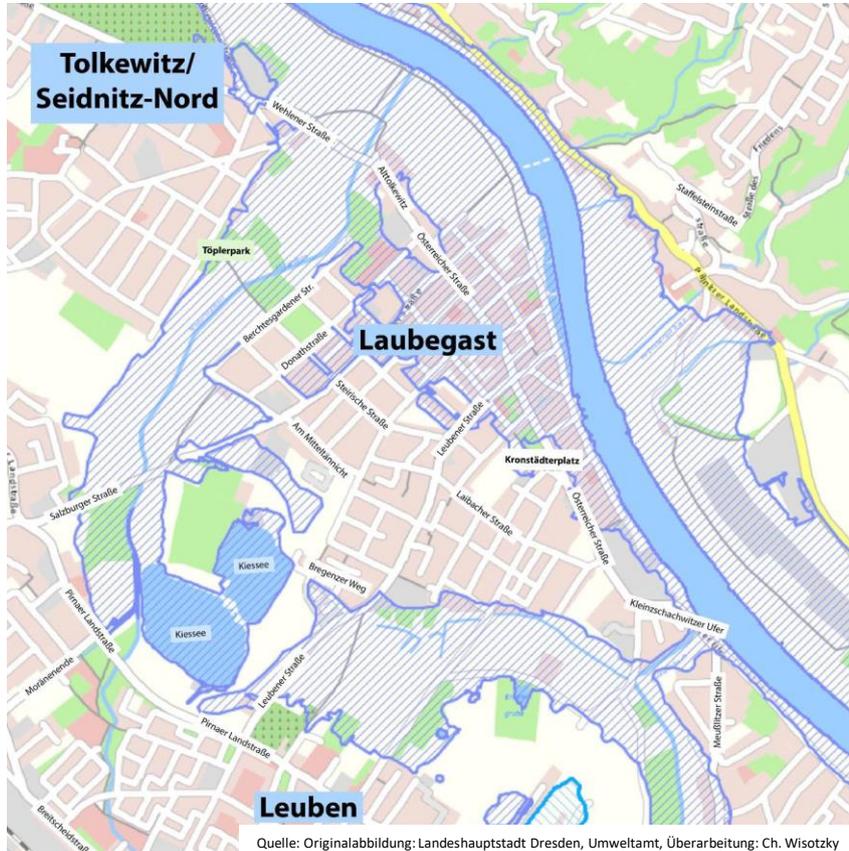
Dauer	Minuten
--------------	---------

Häufigkeit ohne die Rückwege (z.B. freitags zum Fußball → 1 Weg pro Woche.)	pro Woche
--	-----------

13. Gibt es bestimmte Wegzwecke, die Sie häufig miteinander verknüpfen?
Bitte beschreiben Sie, welche Wege das betrifft (z.B. Besorgung auf dem
Weg von der Arbeit nach Hause):

Teil 3: Mobilität in einer Woche mit Hochwasser

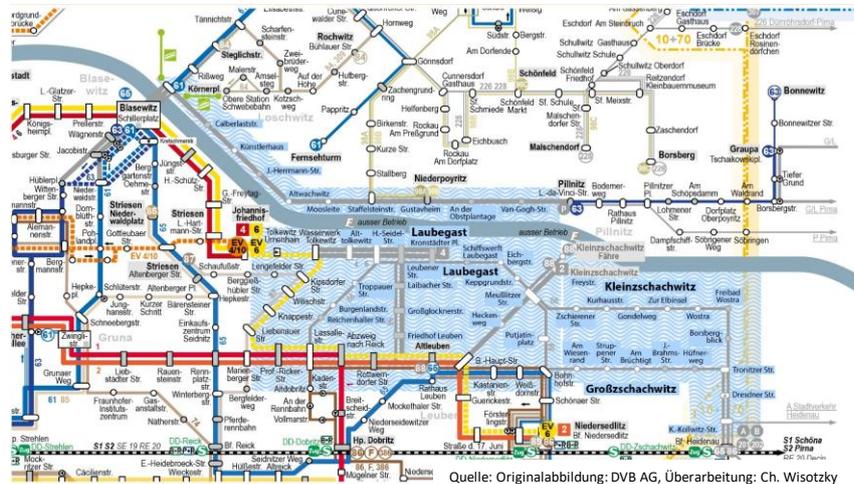
Stellen Sie sich bitte ein Hochwasser-Ereignis in Laubegast vor wie 2013, bei dem die in der folgenden Karte blau schraffierten Bereiche überflutet sind.



Gehen Sie bitte davon aus, dass es riskant sein kann, die Straßen im überfluteten Gebiet mit dem Auto zu benutzen. Vor Beginn einer Fahrt ist nicht klar, wie hoch der Straßenabschnitt, der benutzt werden soll, überflutet ist und ob der Bereich nicht bereits gesperrt ist.

Mobil trotz Hochwasser – Befragung

Straßenbahnen verkehren nur noch nach dem folgenden Liniennetzplan, d.h. ohne die grauen Linien im blau schraffierten Bereich. So ist beispielsweise die Buslinie 86 nicht mehr nutzbar. Die Linien 4 und 6 verkehren abweichend vom regulären Fahrplan.



Wie werden sich Ihre Wege im Falle eines solchen Hochwassers vermutlich verändern?

- Steuern Sie z.B. andere Ziele an oder verwenden Sie andere Verkehrsmittel?
- Brauchen Sie länger für den selben Weg?

Bitte denken Sie bei den folgenden Fragestellungen an die Wege, die Sie im Fragebogenteil zum Mobilitätsverhalten in einer normalen Woche (Teil 2) angegeben haben. Wenn Sie in der Vergangenheit bereits ein ähnliches Hochwasser erlebt haben, berücksichtigen Sie auch diese Erfahrungen.

14. Legen Sie in einer Woche mit Hochwasser einen **Arbeitsweg** zurück?
Dies sind alle Wege an den regulären Arbeitsplatz (nicht die Rückwege).

Ja	Nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Falls ja, füllen Sie bitte die folgende Tabelle aus:
Falls nein, weiter zu 15.*

Vermuteter Weg bei Hochwasser – Wir möchten diese Angaben mit Ihren Angaben zum Normalfall vergleichen, um die Auswirkungen des Hochwassers zu erkennen.

Verwendetes Verkehrsmittel			
Zu Fuß	Fahrrad	Pkw	Öffentlicher Verkehr (ÖV)
			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:			

Ziel (z.B. Stadtteil, Postleitzahl, Straße oder Name des Ziels)	
---	--

Dauer	Minuten
--------------	---------

Häufigkeit ohne die Rückwege (z.B. Montag bis Freitag: morgens zur Arbeit → 5 Wege pro Woche.)	pro Woche
--	-----------

Mobil trotz Hochwasser – Befragung

15. Legen Sie in einer Woche mit Hochwasser einen **Ausbildungsweg** zurück? Dies sind Wege, die z.B. zur Schule, Universität oder Ausbildungsstätte führen (nicht die Rückwege).

Ja	Nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Falls ja, füllen Sie bitte die folgende Tabelle aus:
Falls nein, weiter zu 16.*

Vermuteter Weg bei Hochwasser – Wir möchten diese Angaben mit Ihren Angaben zum Normalfall vergleichen, um die Auswirkungen des Hochwassers zu erkennen.

Verwendetes Verkehrsmittel			
			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:			
Ziel (z.B. Stadtteil, Postleitzahl, Straße oder Name des Ziels)			
Dauer		Minuten	
Häufigkeit ohne die Rückwege (z.B. Montag bis Freitag: morgens zur Schule → 5 Wege pro Woche.)		pro Woche	

16. Legen Sie in einer Woche mit Hochwasser **Besorgungs- oder Servicewege** zurück? Hierzu zählen z.B. Lebensmitteleinkauf, Shopping, Tanken, Friseur- oder Arztbesuch, Werkstattbesuch, zur Bank.

Ja	Nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Falls ja, füllen Sie bitte die folgende Tabelle bzw. die folgenden beiden Tabellen für die für Sie wichtigsten Besorgungs- und Servicewege aus:
Falls nein, weiter zu 17.*

Erster Besorgungs- und Serviceweg

Vermuteter Weg bei Hochwasser – Wir möchten diese Angaben mit Ihren Angaben zum Normalfall vergleichen, um die Auswirkungen des Hochwassers zu erkennen.

Verwendetes Verkehrsmittel			
			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:			

Ziel (z.B. Stadtteil, Postleitzahl, Straße oder Name des Ziels)	
---	--

Dauer	Minuten
--------------	---------

Häufigkeit ohne die Rückwege (z.B. Mittwoch und Freitag zum Lebensmittelladen → 2 Wege pro Woche.)	pro Woche
--	-----------

Mobil trotz Hochwasser – Befragung

Zweiter Besorgungs- und Serviceweg

Vermuteter Weg bei Hochwasser – Wir möchten diese Angaben mit Ihren Angaben zum Normalfall vergleichen, um die Auswirkungen des Hochwassers zu erkennen.

Verwendetes Verkehrsmittel			
			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:			
Ziel (z.B. Stadtteil, Postleitzahl, Straße oder Name des Ziels)			
Dauer		Minuten	
Häufigkeit ohne die Rückwege (z.B. mittwochs zur Bank → 1 Weg pro Woche.)		pro Woche	

17. Legen Sie in einer Woche mit Hochwasser **Bring- oder Holwege** zurück?
 Hierzu zählen z.B. Kinder in den Kindergarten bringen, Nachbarn zum Arzt fahren, Freunde zum Bahnhof bringen.

Ja	Nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Falls ja, füllen Sie bitte die folgende Tabelle bzw. die folgenden beiden Tabellen für die für Sie wichtigsten Bring- oder Holwege aus:
 Falls nein, weiter zu 18.*

Erster Bring- oder Holweg

Vermuteter Weg bei Hochwasser – Wir möchten diese Angaben mit Ihren Angaben zum Normalfall vergleichen, um die Auswirkungen des Hochwassers zu erkennen.

Verwendetes Verkehrsmittel			
			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:			

Ziel (z.B. Stadtteil, Postleitzahl, Straße oder Name des Ziels)	
---	--

Dauer	Minuten
--------------	---------

Häufigkeit ohne die Rückwege (z.B. jeden Montag morgens in den Kindergarten bringen und nachmittags abholen → 2 Wege pro Woche):	pro Woche
--	-----------

Mobil trotz Hochwasser – Befragung

Zweiter Bring- oder Holweg

Vermuteter Weg bei Hochwasser – Wir möchten diese Angaben mit Ihren Angaben zum Normalfall vergleichen, um die Auswirkungen des Hochwassers zu erkennen.

Verwendetes Verkehrsmittel			
			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:			
Ziel (z.B. Stadtteil, Postleitzahl, Straße oder Name des Ziels)			
Dauer		Minuten	
Häufigkeit ohne die Rückwege (z.B. Freitag: Schwester vom Bahnhof abholen → 1 Weg pro Woche.)		pro Woche	

18. Legen Sie in einer Woche mit Hochwasser **Freizeitwege** zurück?
 Hierzu zählen z.B. Essen gehen, Sport machen, spazieren gehen, Hund ausführen, Besuche, Radtouren.

Ja	Nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Falls ja, füllen Sie bitte die folgende Tabelle bzw. die folgenden beiden Tabellen für die für Sie wichtigsten Freizeitwege aus:
 Falls nein, weiter zu Teil 4.*

Erster Freizeitweg

Vermuteter Weg bei Hochwasser – Wir möchten diese Angaben mit Ihren Angaben zum Normalfall vergleichen, um die Auswirkungen des Hochwassers zu erkennen.

Verwendetes Verkehrsmittel			
			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:			

Ziel (z.B. Stadtteil, Postleitzahl, Straße oder Name des Ziels)	
---	--

Dauer	Minuten
--------------	---------

Häufigkeit ohne die Rückwege (z.B. Montag und Mittwoch zur Chorprobe → 2 Wege pro Woche.)	pro Woche
---	-----------

Mobil trotz Hochwasser – Befragung

Zweiter Freizeitweg

Vermuteter Weg bei Hochwasser – Wir möchten diese Angaben mit Ihren Angaben zum Normalfall vergleichen, um die Auswirkungen des Hochwassers zu erkennen.

Verwendetes Verkehrsmittel			
			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:			
Ziel (z.B. Stadtteil, Postleitzahl, Straße oder Name des Ziels)			
Dauer		Minuten	
Häufigkeit ohne die Rückwege (z.B. freitags zum Fußball → 1 Weg pro Woche.)		pro Woche	

Teil 4: Hochwasser-Erfahrungen und -Auswirkungen

19. Haben Sie bereits ein Hochwasserereignis miterlebt? Bitte kreuzen Sie an:

Ja	Nein
<input type="checkbox"/> In den Jahren _____	<input type="checkbox"/>

20. Wurde bei der Wahl des Wohnsitzes die Gefahr durch Hochwasser in die Entscheidung miteinbezogen? Bitte kreuzen Sie an:

Ja	Nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

21. Erwarten Sie in den kommenden 5 Jahren ein Hochwasser in Laubegast, welches direkte Auswirkungen auf Sie haben wird? Bitte kreuzen Sie an:

Ja	Nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Falls ja, kreuzen Sie im Folgenden bitte an, wie Sie betroffen wären:
Falls nein, weiter zu 22.*

Wohnort	Ziele / Zwecke	Wege
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Mobil trotz Hochwasser – Befragung

22. Wie hoch schätzen Sie allgemein die Gefahr, die durch Hochwasser-Ereignisse ausgehen kann, bei Ihnen im Stadtteil ein? Bitte kreuzen Sie an:

niedrig	mittel	hoch	Keine Aussage
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Teil 5: Einschätzung der Situation in Laubegast

Bitte beurteilen Sie folgende Punkte und kreuzen Sie diejenigen Aussagen an, die nach Ihrer Ansicht am besten passen.

Beschreibung	Trifft voll zu	Trifft teilweise zu	Trifft nicht zu	Weiß ich nicht
Im Alltag ist eine gute Bus-/Bahn-Anbindung vorhanden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Alltag ist eine gute Kfz-Anbindung vorhanden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es gibt ein gutes Carsharing-Angebot.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im Alltag benutze ich möglichst oft das Fahrrad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Verkehrsmöglichkeiten sind <i>auch im Hochwasserfall</i> ausreichend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Haben Sie weitere Anmerkungen zur Hochwassersituation bzw. zur verkehrlichen Situation in Laubegast? Bitte nutzen Sie den folgenden Platz dafür:



Vielen Dank für Ihre Teilnahme an der Befragung!

Bitte denken Sie daran, dass möglichst alle Mitglieder Ihres Haushalts den Fragebogen ausfüllen. Der Fragebogen lässt sich unter

<https://netze.econ.kit.edu/befragung.php>

direkt ausfüllen oder als PDF herunterladen und schriftlich ausfüllen. Zudem erhalten Sie weitere Fragebögen an den Standorten der Boxen.

Hinweise zum Datenschutz: Die Erhebung Ihrer personenbezogenen Daten wie beispielsweise Alter usw. erfolgt ausschließlich zum Zweck der statistischen Auswertung. Alle Auswertungsergebnisse werden in anonymisierter Form veröffentlicht (Tabellen, Graphiken, statistische Ergebnisse), so dass Rückschlüsse auf Einzelpersonen nicht möglich sind.

Anhang F: Ergebnisse zu Forschungshypothese 3a nach Wegzweck getrennt

Tabelle 114: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Hypothese 3a – Arbeitswege

Arbeit	Nullhypothese	Alternativhypothese	p-Wert	Signifikanz
Zu Fuß	Anteil fällt	Anteil steigt	$<2,2 \cdot 10^{-16}$	***
Fahrrad	Anteil fällt	Anteil steigt	0,0001492	***
Pkw	Anteil steigt	Anteil fällt	$<2,2 \cdot 10^{-16}$	***
ÖV	Anteil steigt	Anteil fällt	0,2282	-

Tabelle 115: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Hypothese 3a – Ausbildungswege

Ausbildung ⁵⁰⁸	Nullhypothese	Alternativhypothese	p-Wert	Signifikanz
Zu Fuß	Anteil fällt	Anteil steigt	0,08608	-
Fahrrad	Anteil fällt	Anteil steigt	0,8877	-
Pkw	Anteil steigt	Anteil fällt	0,9976	-
ÖV	Anteil steigt	Anteil fällt	0,06514	-

Tabelle 116: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Hypothese 3a – Besorgungs- und Servicewege

Besorgung und Service	Nullhypothese	Alternativhypothese	p-Wert	Signifikanz
Zu Fuß	Anteil fällt	Anteil steigt	$<2,2 \cdot 10^{-16}$	***
Fahrrad	Anteil fällt	Anteil steigt	0,07985	-
Pkw	Anteil steigt	Anteil fällt	$<2,2 \cdot 10^{-16}$	***
ÖV	Anteil steigt	Anteil fällt	$9,27 \cdot 10^{-7}$	***

Tabelle 117: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Hypothese 3a – Bring- und Hol-Wege

Bringen und Holen	Nullhypothese	Alternativhypothese	p-Wert	Signifikanz
Zu Fuß	Anteil fällt	Anteil steigt	$7,277 \cdot 10^{-9}$	***
Fahrrad	Anteil fällt	Anteil steigt	0,9578	-
Pkw	Anteil steigt	Anteil fällt	0,0005773	***
ÖV	Anteil steigt	Anteil fällt	0,3308	-

⁵⁰⁸ R gibt eine Warnmeldung bei Verwendung des Proportionstests bei zu Fuß und Fahrrad aus. Daher erfolgte eine erneute Hypothesenprüfung anhand des exakten Fisher-Tests.

Tabelle 118: Null- und Alternativhypothesen und p-Werte zu Hypothese 3a – Freizeitwege

Freizeit	Nullhypothese	Alternativhypothese	p-Wert	Signifikanz
Zu Fuß	Anteil fällt	Anteil steigt	$<2,2 \cdot 10^{-16}$	***
Fahrrad	Anteil fällt	Anteil steigt	0,4365	-
Pkw	Anteil steigt	Anteil fällt	$<2,2 \cdot 10^{-16}$	***
ÖV	Anteil steigt	Anteil fällt	0,0009381	***