

iew Institut für Elektrische Energiewandlung
Prof. Dr.-Ing. Nejila Parspour



Universität Stuttgart

ISV Institut für Straßen- und Verkehrswesen
Lehrstuhl für Verkehrsplanung und -leittechnik
Prof. Dr.-Ing. Markus Friedrich

Forschungsarbeit

Bewertung von zwischenörtlichen Radverkehrsanlagen

Evaluating interurban bicycle facilities

vorgelegt an der Universität Stuttgart

von

Carina Merz

Matrikelnummer: 3295689

Nummer des Instituts: IEW 2128, ISV 140

Ausgabe der Arbeit: 19.10.2020

Abgabe der Arbeit: 19.04.2021

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Nejila Parspour
Prof. Dr.-Ing. Markus Friedrich

Zusammenfassung

Diese Arbeit untersucht die Akzeptanz von zwischenörtlichen Radverkehrsanlagen, um Grundlagen für zukünftige Radverkehrsprojekte außerhalb bebauter Gebiete zu liefern. Untersucht wurde die Akzeptanz von 14 Verkehrsführungen in den drei Gruppen Auf der Fahrbahn ohne Trennung, Baulich und Räumlich getrennte Führungsformen. Ziel ist eine Rangliste der Bauformen nach Akzeptanz von Radfahrenden. In einer Online-Befragung im Winter 2020/2021 bewerteten 867 Radfahrende 14 verschiedene Verkehrsführungen mit Schulnoten von 1 bis 6 und mit einer direkten Sortierung. Am akzeptabelsten empfanden die Teilnehmenden den räumlich getrennten, asphaltierten Radweg, gefolgt von dem beidseitigen, baulich getrennten Radweg und dem einseitigen, baulich getrennten Radweg. Die Führungsformen direkt auf der Fahrbahn ohne bauliche Trennung wurden am wenigsten akzeptiert. Auf Grundlage dieser Untersuchungen wird die Hypothese gestützt, dass Radverkehrsanlagen auf zwischenörtlichen Verbindungen vom Kraftfahrzeug- und Fußverkehr getrennt und asphaltiert umgesetzt werden sollten. Diese Arbeit unterstützt Ergebnisse zum Stand der Forschung und bietet eine konkrete Datenlage, um die Präferenzen von Radfahrenden auf zwischenörtlichen Verbindungen zu überblicken.

Schlüsselwörter: Akzeptanzuntersuchung, Radwege außerorts, Umfrage

Abstract

This paper investigates the acceptance of interurban cycling facilities in order to provide a data basis for future cycling projects outside built-up areas. The acceptance of 14 cycling facilities was investigated in the three groups of routing directly on the roadway as well as structurally and spatially separated routing forms. The aim is to produce a ranked list of cycling facilities according to the acceptance of cyclists. 867 cyclists rated 14 different forms of cycling facilities with scores 1-6 and a ranking in an online survey in winter 2020/2021. The participants found the spatially separated, asphalted cycle path the most acceptable, followed by the two-sided, structurally separated cycle path and the one-sided, structurally separated cycle path. The forms of guidance directly on the road without structural separation were the least accepted. The data supports the hypothesis that cycling facilities on interurban connections should be separated from motor vehicle and pedestrian traffic and implemented in asphalt. This study complements previous research results and provides concrete data to illustrate the preferences of cyclists on interurban connections.

Keywords: Acceptance study, inter-urban cycle paths, survey

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	VI
Abbildungsverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	IX
1 Einleitung	1
2 Grundlagen	3
2.1 Regelwerke	3
2.2 Empirische Studien	7
3 Konzeption und Durchführung	16
3.1 Grundlagenkonzept	16
3.2 Graphiken	17
3.3 Erhebungsmethode	18
3.4 Fragebogen	22
3.5 Technische Umsetzung	25
3.6 Gewinnung von Teilnehmenden	26
3.7 Durchführung	27
4 Auswertung	28
4.1 Datenaufbereitung	28
4.2 Beschreibung der Stichprobe	30
4.3 Bewertung durch Schulnoten	38
4.4 Ranking	41
4.5 Abschließender Vergleich von Ranking und Schulnoten	41
4.6 Maximal akzeptierter Umweg	43
4.7 Kommentare	45
4.8 Prüfung der Hypothesen	48
5 Diskussion und Interpretation	51
5.1 Interpretation der Umfrage	51
5.2 Reflexion der Formulierung der Befragung	52
5.3 Limitationen	53
5.4 Vergleich mit bisherigen Studien	54
6 Fazit und Ausblick	56

Literaturverzeichnis	57
A Graphische Darstellung der Bauformen	61
A.1 Graphiken	61
A.2 Quellen der Icons	63
B Fünf Konzepte für die SP-Befragung	64
C Auswertung	68
C.1 Datenaufbereitung	68
C.2 Diagramme zu den Einstellungen	68

Tabellenverzeichnis

3.1	Auszug der graphischen Darstellung der Lösungen	18
3.2	Vollständiger Versuchsplan für SP-Minimallösung in Auszügen	20
3.3	Erklärung der Notenskala	23
4.1	Umrechnung von einer Rangsortierung zu einer Sortierung nach Lösung .	30
4.2	Schulnoten der 12 bewerteten Lösungen (sortiert nach Note)	40
4.3	Abschließender Vergleich von Ranking und Schulnoten	43
5.1	Vergleich mit bisherigen Studien	55

Abbildungsverzeichnis

2.1	Neue Verkehrsschilder der StVO ¹ -Novelle	7
2.2	RVAn ² aus der Studie von Tilahun, Levinson und Krizek (2007, S. 290)	9
2.3	Beispielentscheidung aus der Studie von G. K. Deenihan (2013, S. 72)	11
2.4	Beispielentscheidung aus der Studie von Hardinghaus, Cyganski und Bohle (2019, S. 8)	13
2.5	Beispieldarstellung aus der Studie von FixMyCity (2020)	14
2.6	Schutzstreifen außerorts in den Niederlanden und im Modellversuch	15
3.1	Attribute und Ausprägungen für SP-Minimallösung	20
3.2	Mögliche Ansicht der SP-Minimallösung in der Umfrage	21
3.3	Attribute und Ausprägungen für SP-Maximallösung	21
3.4	Beispiel für die Bewertung einer Lösung mit Schulnoten	24
3.5	Ausgangssituation für die Frage nach der maximal akzeptierten Umwegzeit	24
3.6	Beispiel für die Eingabe der maximal akzeptierten Umwegzeit	25
3.7	Verlauf der vollständigen Antworten über den Befragungszeitraum	27
4.1	Letzte vollständig ausgefüllte Seiten der abgebrochenen Umfragen	31
4.2	Alter der Teilnehmenden in %	32
4.3	Geschlecht der Teilnehmenden in %	32
4.4	Wohnorte der Teilnehmenden nach den ersten beiden Ziffern der PLZ	33
4.5	Ersten beiden Ziffern der PLZ als Balkendiagramm	34
4.6	Wohnortgrößen der Teilnehmenden in %	34
4.7	Art der Fahrräder im Besitz der Befragten	35
4.8	Nutzungshäufigkeit in einer typischen Woche	36
4.9	Wegezwecke der Befragten	36
4.10	Einstellungen zu Radwegen auf Kosten des Autoverkehrs	37
4.11	Schulnoten der zwölf bewerteten Lösungen (sortiert nach Note)	39
4.12	Ranking der 14 Lösungen	41
4.13	Maximal akzeptierter Umweg	45
4.14	Thematische Einordnung der Kommentare	46
B.1	Konzepte 1 und 2 für die SP-Befragung	65
B.2	Konzepte 3 und 4 für die SP-Befragung	66
B.3	Konzept 5 für die SP-Befragung	67

¹StVO: Straßenverkehrsordnung

²RVAn: Radverkehrsanlagen

Abbildungsverzeichnis

C.1	Einstellungen zu Radwegen auf Kosten des Autoverkehrs	69
C.2	Einstellungen zu Radwegen auf Kosten der Umwelt	69
C.3	Einstellungen zu Verkehrsmittelwahl und Klimaschutz	70
C.4	Einstellungen zum Autofahren als Leidenschaft	70
C.5	Einstellungen zur Zufriedenheit mit der Radinfrastruktur	71
C.6	Einstellungen zum heutigen PKW-Besitz auf dem Land	71
C.7	Einstellungen zum zukünftigen PKW-Besitz auf dem Land	72

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
ADAC	Allgemeine Deutsche Automobil-Club e. V.
ADFC	Allgemeine Deutsche Fahrrad-Club e. V.
AP Radschnell	Arbeitspapier Einsatz und Gestaltung von Radschnellverbindungen
BaSt	Bundesanstalt für Straßenwesen
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Difu	Deutsche Institut für Urbanistik
ERA	Empfehlungen für Radverkehrsanlagen
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
H RaS	Hinweise zum Radverkehr außerhalb städtischer Gebiete
NRVP	Nationaler Radverkehrsplan
RVA	Radverkehrsanlage
SP-Befragung	Stated-Preference-Befragung
StVO	Straßenverkehrsordnung
VCD	Verkehrsclub Deutschland e. V.
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr

1 Einleitung

In Deutschland wird immer häufiger Fahrrad gefahren. 44 % nutzten das Rad täglich oder mehrmals pro Woche gemäß dem Fahrrad-Monitor 2019, 41 % möchten häufiger als bisher Rad fahren. (Borgstedt, Jurczok und Gensheimer 2019)

Im NRVP¹ 2020, der 2012 vom BMVBS² (seit 2013 umbenannt in BMVI³) veröffentlicht wurde, wird der Anteil des Radverkehrs an allen Wegen von 15 % als realistisch für 2020 betrachtet. Außerhalb bebauter Gebiete würde dies eine Steigerung von 8 % auf 13 % (städtisch 11 % auf 16 %) bedeuten. (BVBS 2012, S. 11) 2008 betrug der Radverkehrsanteil 10 % (BVBS 2012, S. 10), 2017 lag der Anteil des Radverkehrs bei 11 % (BMVI 2017, S. 19). Das Ziel von 15 % im Jahr 2020 wird voraussichtlich nicht erreicht. Am NRVP 3.0 wird bereits gearbeitet, dieser wird auf dem digitalen Nationalen Radverkehrskongress am 27./28.04.2021 veröffentlicht (BMVI 2021).

Diese Situation zeigt, dass eine Diskrepanz zwischen dem Willen zum Radfahren und der realen Umsetzung existiert. der Grund dafür könnte in fehlender Radinfrastruktur liegen. Studien zeigten in der Vergangenheit, dass passende Infrastruktur die Attraktivität des Radverkehrs erhöht. Fehlt diese, wird flächendeckendes Radfahren deutlich erschwert (vgl. Dill und Carr 2003; Nelson und Allen 1997; Adam, Jones und te Brömmelstroet 2020). Zudem wiesen Harms, Bertolini und te Brömmelstroet auf räumliche und soziale Unterschiede im Radverkehr hin, die sie in den Niederlanden beobachteten: Während der Radverkehr in Städten stetig zunahm, verringerte sich dieser in ländlichen Gebieten durch Verstädterung. Auch die Zusammensetzung der Bevölkerung und deren Änderung beeinflusse die Anteile des Radverkehrs. Maßnahmen zum Ausbau des Radverkehrs sollten daher auch mit Blick auf diese lokalen und soziokulturellen Strukturen erfolgen. (Harms, Bertolini und te Brömmelstroet 2014)

Die Covid19-Pandemie, die im Frühjahr 2020 Deutschland erreichte, beschleunigte teilweise den Ausbau der städtischen Radinfrastruktur: In einigen Städten wurden Schnellbau-Radwege (sog. Pop-up-Bikelanes) gebaut, um ausreichend Abstand zwischen den Teilnehmer*innen⁴ des Fuß- und Radverkehrs zu gewährleisten. Gemäß des Fahrrad-Monitors Corona-Befragung 2020 unterstützen 70 % der Deutschen die Einrichtung der Schnellbauradwege (Borgstedt, Jurczok und Gensheimer 2020, S. 8). Größtenteils jedoch

¹NRVP: Nationaler Radverkehrsplan

²BMVBS: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

³BMVI: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

⁴Diese Arbeit folgt der Empfehlung der Universität Stuttgart in der Verwendung von geschlechtssensibler Sprache und verwendet *innen sowie geschlechtsneutrale Formen wie *Studierende* (Universität Stuttgart 2020).

ist die Radinfrastruktur nicht optimal ausgebaut und Mindestanforderungen für RVAn werden nicht eingehalten. Der ADAC⁵ untersuchte Radwege in deutschen Städten und fand heraus, dass 36 % der Wege die Mindeststandards nach ERA nicht erreichen (ADAC 2020). Gute Radinfrastruktur könnte jedoch ein entscheidender Faktor sein, um zukünftige Herausforderungen der Klimakrise zu überwinden.

Die Studie „Mobiles Baden-Württemberg“ entwickelte Transformationspfade innerhalb drei Szenarien für Baden-Württemberg im Jahr 2050, um Möglichkeiten aufzuzeigen, wie der Verkehrssektor als größten CO₂-Emittent in Baden-Württemberg mit einem Anteil von 32% transformiert werden könnte (Blanck u. a. 2017, S. 12). In allen Szenarien bestimmt Klimaschutz das politische Handeln, die Bevölkerung wächst gering, vernetzte Verkehrsmittel, automatisiertes Fahren und Elektromobilität werden zur Norm (Blanck u. a. 2017, S. 117, 122). Unterschiede zwischen den Szenarien entstehen im Grad der gesellschaftlichen Veränderung: 1) Bei der „Neue[n] Individualmobilität“ wird durch technische Innovation keine weitreichende Änderung für Verkehrsteilnehmer*innen nötig. 2) Mit „Neue[n] Dienstleistungen“ wie Sharing-Konzepten nimmt die soziale Innovation zu. 3) Die „Neue Mobilitätskultur“ bedeutet tiefgreifende Änderungen im Mobilitätsverhalten mit Blick auf Suffizienz-Ansätze. Nach der simulationsgestützten Analyse erfüllte allein Szenario 3) die definierten Ziele einer nachhaltigen und sozial gerechten Mobilität. Dies wird u.a. mit einem starken Rückgang der Pkw-Fahrleistung und des Pkw-Bestandes erreicht. (Blanck u. a. 2017, S. 239–240) Die Steigerung des Radverkehrs bedarf passender Radinfrastruktur. Dafür muss nicht nur innerhalb von Kommunen Infrastruktur bereitgestellt werden, sondern auch Mobilität auf zwischenörtlichen Radverkehrsanlagen gewährleistet werden.

Für eine Realisierung dieser ist eine belastbare Wissensbasis unerlässlich. Daher wird in dieser Arbeit die Frage untersucht, wie Radfahrer*innen unterschiedliche Lösungen für den Radverkehr außerorts bewerten. Diese Bewertung geschieht mit einer web-basierten Umfrage. Diese Arbeit gliedert sich folgendermaßen: Kapitel 2 erläutert die Grundlagen zu RVAn in Regelwerken und der empirischen Forschung. Kapitel 3 beschreibt die Methodik des Befragungskonzepts dar. Kapitel 4 beinhaltet die Auswertung der Ergebnisse, die in Kapitel 5 reflektiert werden. Einen Ausblick und Fazit liefert Kapitel 6. Zunächst geht es um die Grundlagen zu RVAn.

⁵ADAC: Allgemeine Deutsche Automobil-Club e. V.

2 Grundlagen

Dieses Kapitel liefert die Grundlagen für das Verständnis dieser Arbeit. Im Folgenden werden Regelwerke zur Gestaltung von RVAn allgemein und im Speziellen außerorts zusammengefasst und bisherige empirische Studien zum Themengebiet erläutert.

2.1 Regelwerke

Wichtige Regelwerke für das Straßen- und Verkehrswesen in Deutschland werden von der FGSV¹ und der BaSt² formuliert. Zur Planung und Umsetzung von Radwegen außerorts sind die drei Werke der FGSV wichtig: ERA³ (FGSV 2010), H RaS⁴ (FGSV 2002) und AP Radschnell⁵ (FGSV 2014). Das grundlegendste Werk bilden die ERA, in der allgemeine Grundsätze zur Konzeption, Umsetzung und Betrieb zusammengestellt werden. Die H RaS beinhalten Vorgaben für die Radverkehrsplanung außerorts und innerorts von Dörfern (FGSV 2002). Das AP Radschnell widmet sich der Planung von Radschnellverbindungen. Im Folgenden wird auf Planungsaspekte wie Nutzungsgruppen, Ziele und Zielkonflikte sowie der Führung von Radwegen außerorts eingegangen.

2.1.1 Nutzungsgruppen

Die Ausstattung der RVAn hängt von den Bedürfnissen der Nutzer*innen ab. Für Radwege außerorts nennen die H RaS sechs Gruppen von Nutzer*innen (FGSV 2002, S. 6–7):

Kinder und Jugendliche muss es ermöglicht werden, Wege zur Schule und Freizeitaktivitäten selbstständig zu erledigen.

Frauen legen „aufgrund ihrer gesellschaftlichen Funktionen“ (FGSV 2002, S. 6) als Mütter Wegekettens mit mehreren Zielen zurück.

¹FGSV: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen

²BaSt: Bundesanstalt für Straßenwesen

³ERA: Empfehlungen für Radverkehrsanlagen

⁴H RaS: Hinweise zum Radverkehr außerhalb städtischer Gebiete

⁵AP Radschnell: Arbeitspapier Einsatz und Gestaltung von Radschnellverbindungen

Ältere Menschen sind meist vorsichtige Fahrer*innen, die glatte, ebene Oberflächen und sozial sichere Wege bevorzugen. Bei Erstellung des Werkes 2002 war die steigende Attraktivität und Verbreitung von elektrisch unterstützten Fahrrädern (Pedelecs) nicht bekannt; mit steigender Elektrifizierung im Radverkehr werden auch Radwege mit Steigungen besser befahrbar sein.

Touristische Fahrer*innen erfreuen sich an erlebnisorientierter Wegführung. Tourist*innen benötigen regelmäßige Wegweisung und ausgebaute Wege abseits von Hauptverkehrsstraßen, die zu den gewünschten touristischen Zielen führen. Durch Gepäck und Anhänger sollen die Wege breit, eben und mit einer glatten Oberfläche ausgestattet sein.

Sportradfahrer*innen fahren lange Strecken über lange Zeit. Für sie sind breite, gut befahrbare Strecken wichtig, weniger landschaftliche Attraktivität. Ein wichtiger Punkt wird an dieser Stelle in den H RaS nicht direkt erwähnt: Sportradfahrer*innen fahren mit erhöhter Geschwindigkeit, sodass Überholvorgänge mit einem großen Geschwindigkeitsunterschied bei zu schmalen Wegen zu einer höheren Unfallgefahr führen.

Mountainbiker wünschen sich Steigungen. Zusätzlich zum klassischen Radnetz können eigene Trassen zum Schutz von Natur und Fußverkehr entwickelt werden.

Radnetze müssen die verschiedenen Bedürfnisse und damit einhergehenden unterschiedlichen Anforderungen erfüllen. In der Planung sollte daher die Zielgruppen festgelegt werden.

2.1.2 Ziele und Zielkonflikte

Als Zielgrößen setzen die ERA eine Fahrgeschwindigkeit von 20 bis 30 km/h mit Verlustzeiten durch Anhalten und Warten von 15 bis 35 s je km fest. Die ERA empfehlen als Qualitätsmerkmale bei Radwegen entlang Landstraßen eine Beleuchtung (s. FGSV 2010, S. 70). Die H RaS betonen die weniger zahlreiche, aber dafür umso schwere Unfallgefahr beim Radverkehr außerorts und nennen „soziale Sicherheit“ als wichtiges Planungskriterium, damit Radwege für vulnerable Gruppe (z. B. Schulverkehr) und auch bei Dunkelheit attraktiv bleiben. Als grundlegende Entwurfsanforderungen gelten objektive wie subjektive Verkehrssicherheit, Überholmöglichkeiten, Minimierung des Kraftaufwands und Minimierung der Zeitverluste (FGSV 2010, S. 15). Für die Breite von gemeinsamen Geh- und Radwegen außerorts wird eine Regellaß von 2,50 m definiert, die Breite des Sicherheitstrennstreifens beträgt 1,75 m bei Landstraßen. (FGSV 2010, S. 16). Die H RaS machen auf die möglichen Konflikte zwischen dem Radverkehr und anderen Interessensgebieten aufmerksam: Maßnahmen müssen mit Blick auf Naturschutz, Fußverkehr, Land- und Forstwirtschaft sowie der Flächenverfügbarkeit getroffen werden (FGSV 2002, S. 14–16).

2.1.3 Führung von Radwegen

Die konkrete Umsetzung von RVAn ist u.a. abhängig von der Verkehrsstärke und Geschwindigkeit des KFZ- und Radverkehrs, der Topographie und bestehenden Netzstrukturen. Zur Führung von Radwegen an und abseits von Landstraßen nennen ERA und H RaS diese Möglichkeiten:

Bei der Führung im Mischverkehr auf der Fahrbahn wird neben geringem Kraftfahrzeugs- und Schwerverkehrsanteil auch die notwendige Fahrbahnbreite von mehr als 7 m betont (FGSV 2010, S. 68). In den H RaS werden Maßnahmen wie Geschwindigkeitsbegrenzung, Verkehrsstärkenbeeinflussung und Wochenendsperrungen (z. B. an Uferstraßen) in Betracht gezogen (FGSV 2002, S. 22–23).

Die Führung auf Seitenstreifen kann nach einem Umbau von zwei Mehrzweckstreifen zu einem Geh- und Radweg erfolgen. Dies ist „kein vollwertiger Ersatz für fahrbahnbegleitende Radwege“ (FGSV 2010, S. 71). Eine bauliche Trennung durch einen Trennstreifen (in Ausnahmefällen ein Trennstreifen mit Leitpfosten oder Sperrflächen) ist Pflicht (FGSV 2010, S. 71). Nach StVO §2 zu Absatz 4 Satz 2 (Nr.12) sind Schutzstreifen nur innerhalb geschlossener Ortschaften bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h erlaubt (Bundesrepublik Deutschland 2013). Ein bundesweites Modellprojekt zu Schutzstreifen außerorts wurde 2012 bis 2015 durchgeführt (s. Abschnitt 2.2.2).

Zur Führung auf fahrbahnbegleitenden Radwegen, die einen Mindestabstand von 1,75 m zwischen Fahrbahn und Radweg einhalten, wird im Allgemeinen ein einseitiger, 2,50 m breiter Weg angedacht, der auch für den Fußverkehr freigegeben ist. Bei viel Fußverkehr empfiehlt sich eine Trennung von Rad- und Gehweg. Beidseitige Radwege können bei Streusiedlungen, nahen Ortsdurchfahrten, verstärkten Räumen und für bedeutende Einzelziele eingesetzt werden. Zur Verhinderung von zahlreichen Querungsprozessen sollten beide Seiten in beide Richtungen befahrbar sein. (FGSV 2010, S. 67; FGSV 2002, S. 18) Der Raum zwischen Weg und Fahrbahn kann als Trennstreifen oder Entwässerungsbereich umgesetzt werden. Vorteilhaft bei einem Trennstreifen ist die verringerte Verschmutzung durch anliegende Äcker, die größere soziale Kontrolle und damit höhere subjektive Sicherheit durch direkten Sichtkontakt. Außerdem können die Wege bei Knotenpunkten besser geführt werden und die Baukosten sind möglicherweise niedriger. Eine Führung hinter einem Entwässerungsbereich bedeutet eine größere Sicherheit bei Unfällen der Kraftfahrzeuge, weniger Störung durch Blendlicht, Lärm, Emissionen, Spritzwasser und Fahrtwind. Zudem besteht die Möglichkeit für eine eigene, an das Gelände adaptierter Trassierung, für den Schutz der Entwässerungszone als Pflanzraum und für einen erleichterten Winterdienst bei der Führung hinter einem Entwässerungsbereich. (FGSV 2010, S. 68; FGSV 2002, S. 19) Weiterhin wird die Wichtigkeit von durchgehendem Sichtkontakt zwischen Fahrbahn und Geh-/Radweg, Blendschutz (z. B. durch

Hecken in Außenkurven, Beleuchtung der Wege) und passende Bepflanzung betont, deren Wurzeln und Wuchs den Radweg nicht zerstört. (FGSV 2010, S. 69; FGSV 2002, S. 21–22)

Selbstständig geführte Radwege bilden eine weitere Möglichkeit der Radverkehrsführung abseits von Landstraßen. Diese sehen die ERA besonders für Wege im bebauten Bereich entlang Gewässern oder Bahntrassen, in Grünanlagen, Wohngebieten und für nicht-öffentliche Wege (z. B. Kleingartenanlagen) als sinnvoll an, um Radwege attraktiver zu machen. Je nach deren Bedeutung für das Netz liegen spezielle Anforderungen für die Trassierung und Ausstattung wie Beschilderung und Beleuchtung vor. Wichtiger Aspekt ist hier die soziale Sicherheit: Auch im Winter und bei Dunkelheit sollen die Wege übersichtlich gestaltet werden. Für Hauptverbindungen in der Form von selbstständig geführten Radwegen soll eine hohe Fahrgeschwindigkeit über lange Strecken ermöglicht werden. (FGSV 2010, S. 76) Die H RaS nennen hier land- und forstwirtschaftliche Wege sowie Deichwege. Direkte Hauptwirtschaftswege müssen so gestaltet werden, dass sie für die Landwirtschaft weiterhin nutzbar bleiben, die Bedürfnisse von Radfahrer*innen nach Sauberkeit und Belag erfüllen, aber sich in keine Ersatzstrecke für den PKW-Verkehr entwickeln. (FGSV 2002, S. 24)

Radschnellverbindungen werden im speziellen vom AP Radschnell behandelt. Diese werden in der ERA nur als innerörtliche Schnellverbindungen erwähnt. Im AP Radschnell sind sie auch für zwischenörtliche Strecken insbesondere in Ballungsräumen angedacht. Radschnellwege sind durch ihre eigenen Standards festgelegt (FGSV 2014, S. 5, 8):

- Geschwindigkeiten von mind. 30 km/h soll die Trassierung zulassen (mit Zeitverlusten mind. 20 km/h).
- Die mittlere Verlustzeit pro Kilometer liegt bei 15 s außerorts (30 s innerorts).
- Vier Fahrräder sollten ohne Störung nebeneinander fahren können, konkret soll die Breite mind. 4 m betragen.

Radschnellwege können in unterschiedlichen Führungsformen umgesetzt werden: selbstständig, fahrbahnbegleitend, als Radfahrstreifen oder Fahrradstraßen. Ausgenommen sind gemischte Geh-/Radwege und verkehrsberuhigte Bereiche, wo Schrittgeschwindigkeit für den Radverkehr gilt. (FGSV 2014, S. 8) Für den Betrieb ist auf Reinigung, Winterdienst, ortsfeste Beleuchtung (evtl. mit Nachtabschaltung) und ausgeschilderten Alternativrouten bei Arbeitsstellen zu achten (FGSV 2014, S. 17–18).

Am 28. April 2020 trat eine Novelle der StVO in Kraft. Diese beinhaltet neben weiteren Regelungen für Lastenräder, Fahrradzonen und einem generellen Halteverbot auf Schutzstreifen Änderungen, die den Radverkehr außerorts betreffen: Es wurden neue Verkehrsschilder für Radschnellwege und für das Überholverbot von einspurigen Fahrzeugen eingeführt (s. Abbildung 2.1). Der bisher „ausreichende Seitenabstand zu anderen Verkehrsteilnehmern“ (BMVI 2020b) bei einem Überholvorgang wurde durch die konkrete

Angabe von 2 m außerorts (1,5 m innerorts) zwischen Rad und überholendem KFZ festgelegt. (BASt 2020)



Abbildung 2.1: Verkehrsschilder für Radschnellwege und Überholverbot von einspurigen Fahrzeugen (BASt 2020)

Aktuelle Initiativen in Deutschland fokussieren sich auf den Ausbau von Radschnellwegen, auch als sog. Fahrrad-Autobahnen beworben. Das BMVI fördert jährlich 75% der Planungs- und Baukosten. Mit dieser Förderung entstehen zur Zeit Radschnellwege in den Metropolregionen Stuttgart, Frankfurt-Darmstadt, Rhein-Neckar, Ruhr und im Rheinland. (BMVI 2020a) Eine Befragung von Liu, te Brömmelstroet u. a. unter Fachleuten aus fünf Ländern (Niederlande, Belgien, Deutschland, Vereinigtes Königreich und Dänemark) stellte fest, dass die Umsetzung von Radschnellverbindungen mithilfe von strukturellen Standards wie Breite, Zielgeschwindigkeiten und Kreuzungsgestaltung geprägt ist. Fraglich ist, wie diese Radschnellverbindungen mit der bestehenden Umgebung verbunden werden, um eine kontinuierlich gute Qualität der Infrastruktur anzubieten. (Liu, te Brömmelstroet u. a. 2019)

2.2 Empirische Studien

Um den Bedarf an RVAn abschätzen zu können, gelten Befragungen als ein mögliches Mittel, um das Wissen zur Routenwahl und Einstellungen zum Radverkehr zu erlangen (FGSV 2010, S. 11; FGSV 2002, S. 12). Im Folgenden werden die Methodik für Befragungen im Verkehrswesen sowie bisherige Studien zu RVAn analysiert.

2.2.1 Methodik in der Empirie

Weit verbreitet im Verkehrswesen sind sog. SP-Befragungen⁶. Diese können Auskunft über zukünftige Entscheidungen geben (Zimmermann, Mai und Frejinger 2017, S. 185).

⁶SP-Befragungen: Stated-Preference-Befragungen

SP-Befragungen bieten eine Möglichkeit, unterschiedliche Bauformen mit verschiedenen Attributen zu bewerten, obwohl diese nicht nebeneinander in der Realität gebaut werden können. So kann der Kompromiss (Trade-Off), den die Befragten eingehen, quantifiziert werden. (Zimmermann, Mai und Frejinger 2017, S. 185–186) Der Aufbau einer SP-Befragung teilt sich in Entscheidungen, Alternativen, Attribute und Ausprägungen. Alternativen besitzen Attribute, auch Merkmale genannt. Diese Attribute beinhalten Ausprägungen, die im gesamten die Alternative beschreiben. Aus der Kombination von unterschiedlich vorteilhaften Ausprägungen kann so deren Einfluss auf die Entscheidung eingeschätzt werden.

Vorteile von SP-Befragungen sind, dass die Einflussgrößen kontrolliert variiert und die Ergebnisse als Nutzenfunktion in einem Logit-Modell weiterverarbeitet werden können. So können Verkehrssimulationen realitätsnäher gestaltet werden. Nachteile beinhalten die aufwendige Konzeption und Auswertung der Befragung. Weitere Methoden wie Auswertungen über GPS-Daten erlangen an Bedeutung (Zimmermann, Mai und Frejinger 2017, S. 185).

2.2.2 Bisherige Studien zu RVAn

Auf internationaler Ebene existiert bereits einige Forschungsliteratur zu RVAn. Der Fokus liegt meist auf innerstädtischen RVAn, bei zwischenörtlichen Verbindungen spielt oft Radtourismus eine Rolle, einige beschäftigten sich speziell mit Pendelverkehr. Mehrere Basiswerke und weitere Arbeiten werden im Folgenden vorgestellt.

Hunt und Abraham stellen eine Liste an allgemeinen Einflussfaktoren zur Radnutzung bereit. An ihrer SP-Befragung in Kanada nahmen 1128 Befragte teil. Die Teilnehmer*innen wählten zwischen den drei Bauformen 1) Gemischter Verkehr, 2) Radstreifen und 3) Radweg. Als Szenario wurde die Fahrt zu einem ganztägigen Treffen außerhalb der Freizeit gewählt. Ein Logit-Modell nutzte die Daten der SP-Befragung, um die Faktoren nach Einfluss und statistischer Signifikanz zu bewerten. Hunt und Abraham kommen zum Ergebnis, dass eine vergrößerte Fahrzeit die Attraktivität von Radfahren verringere. Der Einfluss der Fahrzeit sei zusätzlich von der Art der RVA abhängig: Eine Fahrzeit von 1 min im gemischten Verkehr sei etwa gleich belastend wie 4,1 min auf einem Radstreifen und 2,8 min auf einem Radweg. Weiterhin beeinflussten der Erfahrungsgrad der Teilnehmenden und die Selbstsicherheit im gemischten Verkehr diese Zeitangaben. Als weiterer positiver Einfluss zur Attraktivität des Radfahrens werden sichere Abstellmöglichkeiten für Fahrräder des Rades am Zielort betrachtet, was eine Verminderung der Fahrzeit im gemischten Verkehr von 26,5 min gleichkommt. (Hunt und Abraham 2007)

Tilahun, Levinson und Krizek untersuchten in ihrer Arbeit den Zusammenhang zwischen RVAn und der Parksituation für den KFZ-Verkehr an der Straßenseite. Als Methode wurde eine adaptierte SP-Befragung gewählt, d. h. die gezeigten Optionen waren abhängig von den vergangenen Antworten der befragten Person. So können inakzeptable Optionen

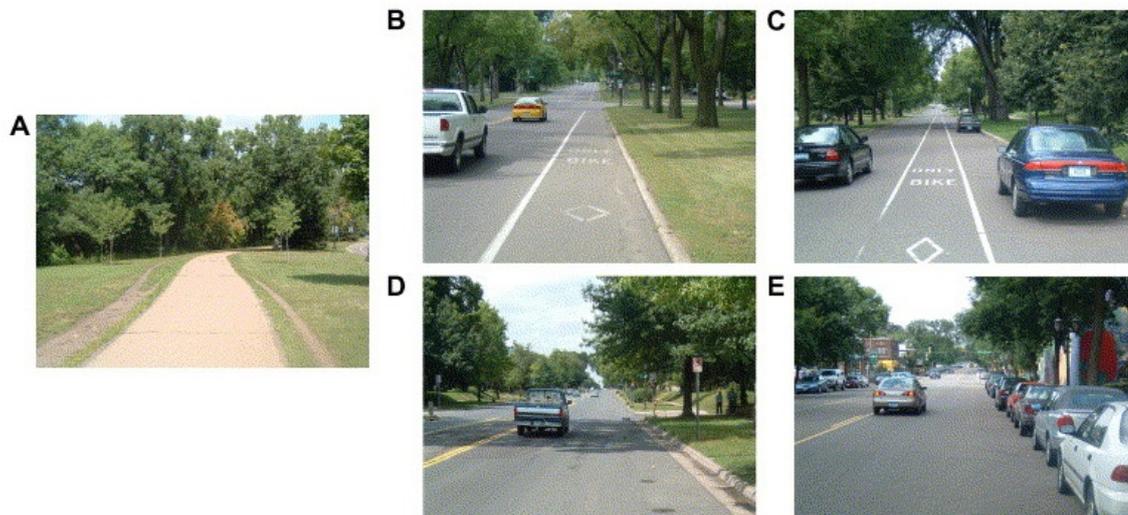


Abbildung 2.2: RVAn aus der Studie von Tilahun, Levinson und Krizek (2007, S. 290)

schneller aussortiert werden. Konkretes Szenario war der Arbeitsweg. Die Studie beinhaltete fünf verschiedene RVAn: A) Abseits der Straße („off-road“), B) Auf der Straße mit Radweg und ohne Parkmöglichkeit („on-street parking“), C) Auf der Straße mit Radweg und mit Parkmöglichkeit, D) Auf der Straße ohne Radweg und ohne Parkmöglichkeit und E) Auf der Straße ohne Radweg und mit Parkmöglichkeit. Die Befragten sahen diese Lösungen in Form von 10 s-Videos in Kombination mit der erwarteten Fahrzeit, wobei höherwertige RVAn eine höhere Reisezeit erhielten. Die Videos wurden in St. Paul, Minnesota in den USA aufgenommen und sind in Abbildung 2.2 dargestellt. Die Antworten von 167 Angestellten der University of Minnesota wurden ausgewertet. Aus der Studie geht hervor, dass designierte Radwege sowohl von Radfahrer*innen als auch von Nicht-Radfahrer*innen präferiert wurden. Die höchste Reisezeit wurde für designierte Radwege akzeptiert, danach für die Abwesenheit von on-street Parken und off-road Radwegen. (Tilahun, Levinson und Krizek 2007)

Sener, Eluru und Bhat führten ebenfalls Untersuchungen zu Einflussfaktoren auf die Routenwahl durch. 1621 Radfahrer*innen aus Texas beantworteten die webbasierte SP-Befragung. Radpendler*innen wurden mit Szenarien zum Pendelverkehr konfrontiert, während Freizeitradler*innen mit Szenarien zum Freizeitverkehr befragt wurden. Diese sechs Faktoren wurden erfasst: 1) Eigenschaften des Radfahrenden (wie Alter, Geschlecht, Raderfahrung), 2) On-street Parken (wie Parktyp, Wechselrate), 3) Art der Fahrradeinrichtung und Annehmlichkeiten (wie Breite und Kontinuität), 4) Physikalische Eigenschaften der Straße (wie Anzahl an Stoppschildern und Lichtsignalanlagen), 5) Funktionale Eigenschaften der Straße (wie Verkehrsstärke und Geschwindigkeitslimit) und 6) Operationale Eigenschaften der Straße (wie Fahrtzeit). Bilder oder Diagramme kamen nicht zum Einsatz. Gemäß dieser Untersuchung präferierten die Befragten durchgängige Radwege und kein Parken für PKW entlang der Straße. Geringeres Verkehrsaufkommen, Geschwindigkeitslimits und eine geringe Anzahl an Stoppschildern, Ampeln und Kreuzungen wurden ebenso vorgezogen. Weiterhin führten Sener, Eluru und Bhat aus, dass

Männer moderate Hügel auf der Route bevorzugten und Frauen flaches Gelände. Zudem spielen beim Pendeln eine geringe Reisezeit eine wichtige Rolle. (Sener, Eluru und Bhat 2009)

Zimmermann, Mai und Frejinger analysierten 648 GPS-basierte beobachtete Pfade von Radfahrer*innen in Eugene, Oregon. Die Ergebnisse der Analyse zeigten eine starke Präferenz für getrennte Radwege. Wichtige Faktoren für Radfahrer*innen seien Distanz, Verkehrsstärke, Steigung, Kreuzungen und das Vorhandensein von RVAn. (Zimmermann, Mai und Frejinger 2017)

Buehler und Dill untersuchten die Gründe für die hohe Radbereitschaft in den Niederlanden, Dänemark und Deutschland im Vergleich zum Vereinigten Königreich und den USA. Als Datengrundlage dienen nationale Datenbanken sowie Fallstudien in einzelnen Städten in jedem Land. Der hohe Anteil des Radverkehrs sei abhängig von der Verbreitung an getrennten RVAn, der Umsetzung von Kreuzungen und Lichtsignalanlagen, Verkehrsberuhigung, Abstellmöglichkeiten für Fahrräder, die Koordination mit dem ÖPNV⁷, Verkehrserziehung und -training von Rad- und Autofahrer*innen sowie Verkehrsrecht. Weitere Restriktionen wie Stadtmaut und Steuern führten dazu, dass PKW-Besitz abnehme und Radverkehr zunähme. (Buehler und Dill 2016)

Liu, Nello-Deakin u. a. untersuchten in einer SP-Befragung die Bedürfnisse von Lastenradfahrer*innen in den Städten Amsterdam und Stockholm. Insgesamt nahmen 327 Personen teil. Die Studie fand heraus, dass in beiden Städten die Verkehrsstärke des Schwerlastverkehrs die Routenwahl der Lastenradfahrer*innen am stärksten beeinflusste. Die Gründe dafür unterschieden sich: Während in Stockholm Bedenken beim Fahren neben dem Schwerlastverkehr geäußert wurden, lag in Amsterdam die Befürchtung beim Umfahren von geparktem Schwerlastverkehr, der in den schmalen Straßen von Amsterdam viel Raum einnehmen und dadurch ein Hindernis für Lastenräder bilden kann. Vom Kraftfahrzeugverkehr separierte RVAn, wie sie seit langem in der Radverkehrsplanung gefordert werden, konnten die Bedingungen für herkömmliche Radfahrer*innen verbessern. Lastenradfahrer*innen präferierten teilweise jedoch das Fahren auf der Busspur aufgrund der größeren Breite der Fahrbahn. Dieses Bedürfnis nach breiten Wegen für Lastenräder sollte in der Radverkehrsplanung einbezogen werden. (Liu, Nello-Deakin u. a. 2020)

Mit Fokus auf Radwegen außerhalb bebauter Gebiete liegen diese internationale Studien vor: McCarthy, Caulfield und G. Deenihan entwickelten ein Softwaretool in Form einer Kriterienmatrix zur Bewertung von interurbanen Radwegen. Die Auswahl der Einflussfaktoren, die das Tool beinhalten sollten, entschied sich durch eine Literaturrecherche und Interviews mit Expert*innen. Diese Software wurde mit einer Verbindung zwischen Dublin und Mullingar getestet. McCarthy, Caulfield und G. Deenihan weisen darauf hin, dass eine gemeinsame Priorisierung der Kriterien für alle Nutzungsgruppen von zwischenörtlichen Radwegen nicht empfehlenswert sei, sondern dass nach Pendel- und Freizeitverkehr unterschieden werden sollte. Das Kriterium Sicherheit wurde sowohl beim Pendel- als auch beim Freizeit- und Tourismusverkehr als wichtigstes Kriterium gesetzt.

⁷ÖPNV: Öffentlicher Personennahverkehr

Option A – Road with no cycling facilities	Option B – Road with cycle lanes	Option C – Fully segregated facility
		
The time on this facility is 10 minutes	The time on this facility is 40 minutes	The time on this facility is 10 minutes
The weather is windy	The weather is dry	The weather is dry
The gradients along this facility are moderate	The gradients along this facility are flat	The gradients along this facility are flat

Abbildung 2.3: Beispielentscheidung aus der Studie von G. K. Deenihan (2013, S. 72)

Danach unterschied sich jedoch die Priorisierung deutlich. Für den Pendelverkehr wurden Direktheit, Komfort, subjektive Sicherheit, Kontinuität und Attraktivität auf den Plätzen zwei bis sechs genannt. Der Freizeit- und Tourismusverkehr dagegen priorisierte Attraktivität, subjektive Sicherheit, Komfort, Kontinuität und Direktheit auf die Plätze zwei bis sieben. (McCarthy, Caulfield und G. Deenihan 2016)

G. K. Deenihan forschte zu den Vorteilen unterschiedlicher RVAn im ländlichen und zwischenörtlichen Bereich für unterschiedliche Wegezwecke in Irland. Teil der Arbeit sind eine Fallstudie zur Identifikation von Forschungsbedarf, eine SP-Befragung unter Tourist*innen und der lokale Bevölkerung sowie eine gesundheitsökonomischen Analyse zum Radfahren. Die SP-Befragung enthielt die drei Bauformen 1) Straße ohne RVA, 2) Straße mit Radstreifen und 3) Straße mit getrenntem Radstreifen, die jeweils die Merkmale Fahrzeit, Wetter und Steigung umfassten. Insgesamt nahmen 1132 Personen an der Befragung teil, davon 287 Tourist*innen und 845 aus der lokalen Bevölkerung. Die Darstellung der Entscheidungen zeigt Abbildung 2.3. Die Ergebnisse der Tourist*innen zeigen, dass 20 % in Irland mit dem Rad fahren oder dies plant. 63 % der Tourist*innen würden Unterkünfte nah an hochqualitativer Radinfrastruktur vor Unterkünften ohne dieser Infrastruktur wählen. Für Radfahren in der Freizeit wurde die Fahrzeit als am wenigsten wichtigster Faktor von der befragten lokalen Bevölkerung eingeschätzt. Beim Pendeln wiederum nannten 40 % die Fahrzeit als wichtigstes Kriterium. Nachfolgend wurden Wetter (21 %) und Steigung (16 %) angeführt. Bezüglich der RVAn wurden bei Gleichheit aller Bedingungen der getrennte Radstreifen in 60 % der Fälle gewählt, der Radstreifen in 27 % der Fälle und die Straße ohne Radstreifen zu 13 %. Pendler*innen waren gewillt, die Reisezeit um 110 % zu verlängern, um dadurch nicht auf einer Straße ohne RVA, sondern auf einem getrennten Radstreifen zu fahren. Ältere, ledige, männliche Pendler*innen wählten eher Straßen ohne RVA, während jüngere, verpartnerte, weibliche Pendler*innen eher getrennte Radstreifen bevorzugten. (G. K. Deenihan 2013)

Die Forschung zum Radverkehr in Deutschland findet hauptsächlich in Städten statt. Im Anschluss werden allgemeine Untersuchungen sowie Studien im ländlichen Bereich aufgeführt. Im Auftrag des Ministeriums für Verkehr Baden-Württemberg entwickelten Friedrich, Schmaus und Waßmuth ein Klimaschutzszenario 2030, das sowohl die verkehrspolitischen Ziele der Landesregierung als auch (inter)nationale Klimaschutzziele erreicht, wie z. B. das 1,5°-Ziel, das im Pariser Abkommen festgelegt wurde (UN 2015; IPCC 2018). Dafür wurden ein Maßnahmenkatalog entwickelt und anhand von Kriterien wie Wirksamkeit bezüglich CO₂-Emissionen, finanzieller Aufwand, Akzeptanz in der Bevölkerung, Umsetzungszeitraum und nächste Schritte analysiert. Für den Radverkehr wurden die beiden Maßnahmen Ausbau des Radwegenetzes und -infrastruktur sowie Radwegbeschilderung vorgestellt. Bezüglich des Ausbaus werde auf eine gefahrlose, mittlere Geschwindigkeitserhöhung um 15 % gezielt. Das Radwegenetz solle auf städtischer und regionaler Ebene z. B. mit Radschnellverbindungen erweitert und verdichtet werden. Konkret bedeute dies bauliche und verkehrstechnische Maßnahmen für Lichtsignalanlagen, vor Diebstahl geschützte Abstellanlagen und Ladestellen für Pedelecs. Eine kontinuierliche und standardisierte Radwegbeschilderung erhöhe die Attraktivität und Schnelligkeit des Radverkehrs. (Friedrich, Schmaus und Waßmuth 2017)

Der Ausbau der Radinfrastruktur scheint nach der Untersuchung des ADAC nötig: von 120 Routen in zehn Landeshauptstädten in Deutschland erreichten 36 % der Radwege nicht die Mindestbreite nach ERA. 20 % der Radwege erreichten oder überboten die Regelbreite. Dabei unterschieden sich die Ergebnisse stark nach Stadt. In Kiel erfüllten 100 % der elf Radrouten die Mindestbreite, in Mainz und Hannover stellten sich 70 % bzw. 58 % als (sehr) mangelhaft heraus. (ADAC 2020)

Breite Radwege sind insbesondere durch mittlerweile hohe Geschwindigkeitsunterschiede innerhalb des Radverkehrs (Pedelecs, Lastenräder) notwendig. Die Auswirkungen von eBikes im beruflichen Pendelverkehr untersuchte Czowalla: Er führte einen zweijährigen Flottenversuch mit 324 Teilnehmer*innen durch, die ihren Arbeitsweg bisher mit dem Auto zurückgelegt hatten und im Versuch für zwei Monate ein Pedelec zum Radpendeln zur Verfügung gestellt bekamen. Hierbei zeige sich das große Potential des Radpendelns bezüglich der verkehrlichen und ökologischen Verbesserungen. 20 % der Teilnehmenden fuhren täglich mit dem eBike, 40 % an mind. vier Tagen pro Woche. Auch Arbeitswege zwischen 15 und 20 km wurden mit dem Pedelec zurückgelegt. 80 % aller Teilnehmer*innen bewerteten die Alltagstauglichkeit mit „(sehr) gut“. Zur zukünftigen Unterstützung des Radpendelns müssten laut Czowalla diebstahlsichere Abstellmöglichkeiten am Wohnort und im öffentlichen Raum sowie vermehrte Kommunikation zu Finanzierungsmöglichkeiten für Diensträder bereitgestellt werden. (Czowalla 2016)

Hardinghaus, Cyganski und Bohle erreichten mit ihrem Entscheidungsexperiment zu Routenpräferenzen im Radverkehr etwa 4400 Teilnehmer*innen. Als Szenario wurde ein Freizeitweg ohne terminlichen Druck gewählt. Die Alternativen besaßen Merkmale zum Straßentyp, der RVA, Regelungen im KFZ-Verkehr, der Oberfläche, den Parkmöglichkeiten und Vegetation mit Straßenbäumen. Eine beispielhafte Entscheidung zeigt

Welche Route wählen Sie? (2/8) ⓘ



Reisedauer: 10 Minuten
Nebenstraße
 keine Radinfrastruktur
 zulässige Höchstgeschwindigkeit 50km/h
 Asphalt
 keine parkenden Autos
 keine Straßenbäume



Reisedauer: 8 Minuten
Hauptstraße
 Radweg
 zulässige Höchstgeschwindigkeit 50km/h
 Asphalt
 parkende Autos
 Straßenbäume



Reisedauer: 15 Minuten
Hauptstraße
 geschützter Radfahrstreifen ⓘ
 zuverlässige Höchstgeschwindigkeit 30km/h
 Asphalt
 keine parkenden Autos
 keine Straßenbäume

Ich fahre diesen Weg nicht mit dem Fahrrad.

Abbildung 2.4: Beispielentscheidung aus der Studie von Hardinghaus, Cyganski und Bohle (2019, S. 8)

Abbildung 2.4. Als Referenz wurde eine Hauptverkehrsstraße ohne RVA und ohne Vegetation mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h und am Straßenrand parkenden Autos eingesetzt. Im Ergebnis wurden Fahrradstraßen als besonders positiv im Vergleich mit Tempo-30-Zonen oder verkehrsberuhigten Bereichen wahrgenommen. Geschützte Radfahrstreifen erhielten eine doppelt so gute Bewertung verglichen mit simplen Markierungslösungen. Weiterhin wurde Asphalt im Gegensatz zu Kopfsteinpflaster stark bevorzugt. Längere Fahrtzeiten von bis zu 18 min länger als bei der Referenz wurden bereitwillig akzeptiert, was am Freizeitkontext der Befragung liege, wie Hardinghaus, Cyganski und Bohle vermuten. In der Realität fiel die Bereitschaft kleiner aus. (Hardinghaus, Cyganski und Bohle 2019)

FixMyCity setzte mit ihrer Umfrage „Straßencheck“ ein ähnliches Befragungskonzept um. Mit der Teilnahme von 21.000 Personen (davon 91 % aus Berlin) untersuchten sie die subjektive Sicherheit in Bezug auf RVA sowohl aus der Sicht von Rad- als auch von Autofahrer*innen für 1900 verschiedene Straßensituationen. Die Lösungen wurden mithilfe von 3D-Bildern visualisiert (s. Abbildung 2.5). Die Auswertung zeigt, dass Mischverkehr als sehr unsicher betrachtet wurde. Breite RVAn erhöhten bei Führung auf der Fahrbahn das Sicherheitsempfinden, ebenso Grüneinfärbungen und bauliche Trennungen. Die Führung rechts des ruhenden Verkehrs wurde im Vergleich zu links als deutlich sicherer bewertet. Autofahrende bewerteten ausgebaute RVAn ebenfalls als sicher und unterschieden sich von den Tendenzen der Radfahrenden nur in der Gefahreinschätzung von z. B. Dooring. Dooring bezeichnet laut Duden eine „Behinderung oder Verletzung



Abbildung 2.5: Beispiellösung aus der Studie von FixMyCity (2020), die von 99,11% der Radfahrenden als (eher) sicher bewertet wurde

eines Radfahrers durch Öffnen der Autotür von innen“ (Duden 2021).

Zur Förderung des Radfahrens in ländlichen Gebieten stellte das Difu⁸ eine Sammlung an Herausforderungen, Maßnahmen und Umsetzungsbeispielen aus den Deutschland und den Niederlanden zusammen. Als Herausforderungen gelten die hohe Autonutzung auf dem Land, das Fehlen von fläckendeckender Expertise in den Kommunen, die unterschiedlichen Akzeptanzlevel bezüglich des Radfahrens und die verschiedenen Zuständigkeiten auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene. Als Hauptnachfrage werden touristische Routen (z. B. an Flüssen oder alten Bahntrassen) und die Anbindung an den ÖPNV verstanden. Pedelecs könnten die Chance auf Radverkehr besonders in bergigen Regionen erhöhen. Politisch könnten Fahrradakademien zur Verteilung des Wissens in der Radverkehrsplanung und Fahrradkommunikalkonferenzen gefördert werden, um die Herausforderungen zu überwinden. Zur Radführung an Landstraßen liegen hohe Geschwindigkeiten mit noch geringem Radverkehr vor; wenige, dafür gefährliche Unfälle sind die Folge. Parallele Forst- und Landwirtschaftswege werden daher als attraktiver angesehen. Die Wegebeschaffenheit und fehlende soziale Kontrolle auf Forstwegen könnte jedoch den Gewinn an Sicherheit vor dem Kraftfahrzeugverkehr nicht ausgleichen. Der Ausbau von straßenbegleitenden Wegen sei zeit- und kostenintensiv. Als günstigere Option könnte die Heransgehensweise in den Niederlanden dienen: Hier wurden der Verkehrsfluss durch „selbsterklärende Straßen“ (Difu 2013, S. 3) mit klar erkennbarem Design von Straßen und Kreuzungen verbessert. Die Infrastruktur wird im ländlichen Bereich nicht getrennt, sondern durch kluges Design in die Landschaft und kulturelle Geschichte miteinbezogen. Beispielsweise werden übergroße Schilder vermieden, Wege sind schmal und Straßenschilder für den Autoverkehr nicht größer als Schilder für den Radverkehr. Überhöhter Geschwindigkeit von PKWs wird durch die Bauweise mit

⁸Difu: Deutsche Institut für Urbanistik

beidseitigen Schutzstreifen entgegengewirkt. Diese Bauform zeigt Abbildung 2.6a. (Difu 2013)

Diese Bauweise wurde ab März 2012 in einem bundesweiten Modellversuch auf 15 Teststrecken in Deutschland untersucht. Ziel war es herauszufinden, welche Auswirkungen die Schutzstreifen außerorts auf Sicherheit und Attraktivität des Rad- und KFZ-Verkehrs haben. (BMVI 2020c) Nach niederländischem Vorbild wurden hier auf beiden Seiten Schutzstreifen für den Radverkehr abgetrennt, sodass ein sog. Kernfahrstreifen von 2,75 m Breite verblieb (s. Abbildung 2.6b). Zum Projektende im Dezember 2015 sprach sich das BMVI gegen eine Fortführung oder flächendeckenden Einsatz von Schutzstreifen außerorts aus. Die niedrigere Anzahl an Unfällen sei zwar gegeben, jedoch sei die Akzeptanz bei KFZ-Fahrer*innen zu gering und die Geschwindigkeit fortwährend zu hoch, um einen flächendeckenden Einsatz von Schutzstreifen außerorts zu rechtfertigen. (Alrutz 2019) Entgegen dieser Einschätzung wollten einige Gemeinden, die Schutzstreifen nach Projektende behalten. So wurde im Landkreis Northeim eine Unterschriftensammlung an den Landkreis übergeben (Landkreis Northeim 2019). Das Land Baden-Württemberg führt seit 2019 ein eigenes dreijähriges Modellprojekt zu Schutzstreifen außerorts durch (AGFK-BW 2020b; AGFK-BW 2020a).



(a) Niederländische Bauform nahe Nijmegen (Difu 2013)



(b) Bauform in Landkreis Northeim (BMVI 2020c)

Abbildung 2.6: Schutzstreifen außerorts in den Niederlanden und im Modellversuch

Die Gesamtheit der Literaturquellen vertritt die Ansicht, dass eine Trennung von Rad- und PKW-Verkehr die Sicherheit und Attraktivität des Radfahrens erhöhe. Relativ neue Radtypen wie Lastenräder und Pedelecs bedürfen besonders breiter Radwege, um Geschwindigkeits- und Beladungsunterschiede auszugleichen. Für den ländlichen Bereich sind die gewünschten Führungsformen nicht abschließend geklärt. Daher zielt diese Arbeit darauf, diese Forschungslücke zu schließen.

3 Konzeption und Durchführung

Dieses Kapitel beschreibt die Methodik, Inhalte, technische Umsetzung sowie Durchführung der Befragung.

3.1 Grundlagenkonzept

Ziel dieser Befragung ist es, die Forschungsfrage zu beantworten: „Wie bewerten Radfahrer*innen verschiedener Lösungen für die Gestaltung von zwischenörtlichen Radverkehrsanlagen?“ Als Ergebnis ist eine Rangliste der zwischenörtlichen Radwege nach der Akzeptanz zu erstellen. Der Ursprung der Fragestellung liegt in der Zielangabe der Politik den Radverkehrsanteil an allen Wegen in Deutschland außerorts um 5 % von 8 % auf 13 % zu steigern (BVBS 2012, S. 11). Bei außerörtlichen Verbindungen werden aus Kostengründen und möglichst sparsamen Flächenverbrauch Kompromisslösungen notwendig sein. Daher untersuchte diese Befragung, welche Lösungen von Radfahrenden angenommen werden. Die Untersuchung richtete sich gezielt an Radfahrende in Deutschland und fand als Online-Befragung im Winter 2020/2021 statt. Das Survey-Tool zeigte den Teilnehmenden die folgenden Lösungen inklusive einer entsprechenden graphischen Darstellung (s. Anhang A auf Seite 61).

1. Auf der Fahrbahn
2. Schutzstreifen auf der Fahrbahn zweiseitig
3. Radstreifen auf der Fahrbahn zweiseitig
4. Baulich getrennter begleitender Geh- und Radweg einseitig
5. Baulich getrennter begleitender Geh- und Radweg zweiseitig
6. Baulich getrennter begleitender Radweg einseitig
7. Baulich getrennter begleitender Radweg zweiseitig
8. Räumlich getrennter, unabhängiger Radweg asphaltiert
9. Räumlich getrennter, unabhängiger Radweg nicht-asphaltiert
10. Räumlich getrennter, unabhängiger Radweg asphaltiert mit eigener Steigung
11. Räumlich getrennter, unabhängiger Radweg nicht-asphaltiert mit eigener Steigung

Die Formen direkt auf der Fahrbahn (Nr. 1-3) wurden zusätzlich mit variiertes Verkehrsstärke untersucht, sodass insgesamt 14 Lösungen in der Befragung enthalten sind.

13. Auf der Fahrbahn (mit wenig KFZ-Verkehr)
14. Schutzstreifen auf der Fahrbahn zweiseitig (mit wenig KFZ-Verkehr)
15. Radstreifen auf der Fahrbahn zweiseitig (mit wenig KFZ-Verkehr)

Die Breite eines Radweges in einer Richtung wird derart angenommen, dass zwei Räder mit ausreichend Sicherheitsabstand aneinander vorbeifahren bzw. überholen können. Die folgenden Hypothesen gilt es mit dieser Forschungsarbeit zu prüfen:

- H 1) Die Bewertung durch Schulnoten und Ranking ergibt eine konsistente Reihenfolge der Bauformen.
- H 2) Getrennte Bauformen (Nr. 4-11) werden im Vergleich zu nicht getrennten (1-3, 12-14) bevorzugt.
- H 3) Bauformen ohne Trennung werden bei weniger Verkehr (Nr. 12-14) durchgängiger eher akzeptiert als bei viel Verkehr (Nr. 1-3).
- H 4) Der unabhängige, asphaltierte Weg (Nr. 8) wird am besten angenommen.
- H 5) Räumlich getrennte, nicht-asphaltierte Forstwege (Nr. 9, 11) werden eher abgelehnt als baulich getrennte, asphaltierte Wege (Nr. 4-7).
- H 6) Für einen unabhängig geführten Radweg wird ein Umweg von wenigen Minuten akzeptiert.

Die Befragung nutzt die Bauformen in graphischer Darstellung, die im Folgenden erläutert wird.

3.2 Graphiken

Die Liste der 14 Lösungen im vorigen Abschnitt enthält alle Informationen zur Verkehrsanlage. Die sehenden Teilnehmenden können die Situation mit einer Graphik jedoch schneller erfassen. Daher wurde jede Bauform mit passenden Methoden visualisiert. Anforderungen an gute Visualisierungen sind die folgenden:

- Eindeutigkeit der Verkehrssituation
- Auch mit Farbenblindheit gut zu erkennen
- Modular veränderbar
- Schnell umsetzbar

Die Idee einer fotorealistischen Darstellung wie bei FixMyCity (2020) widersprach der Voraussetzung der schnellen Umsetzbarkeit. Daher fiel die Wahl auf schematische Abbildungen ähnlich zu Hardinghaus, Cyganski und Bohle (2019), die so viel Information wie nötig und so wenig Ablenkung wie möglich lieferten.

Umgesetzt wurden die Graphiken mit dem Tool Miro, einer Onlineplattform für visuelle Zusammenarbeit. Neben den notwendigen Bestandteilen wie Straßen, Verkehrsschilder und Fahrzeugen wurden für eine tiefere Immersion auch Menschen zu Fuß und auf dem Rad sowie Teile der Umwelt wie Bäume und Gras hinzugefügt. Als bauliche Trennung für die Bauformen Nr. 4-7 fiel die Wahl auf eine Betonschutzwand, da diese eine realistische Maßnahme darstellt, im Gegensatz zu Blumenkübel, die aufgrund der Mehrkosten für Pflege außerorts nicht zum Einsatz kommen werden. Die Darstellung der nicht-asphaltierten Strecke erfolgte als einfache braune Farbe, da die Abbildung mit

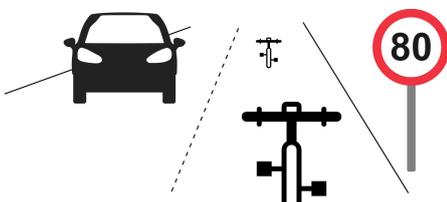
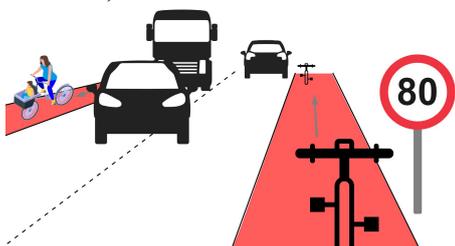
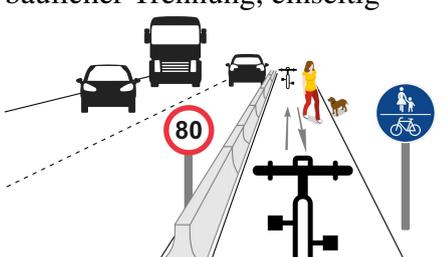
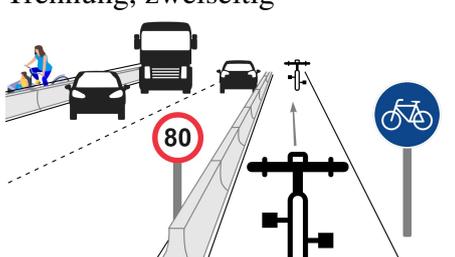
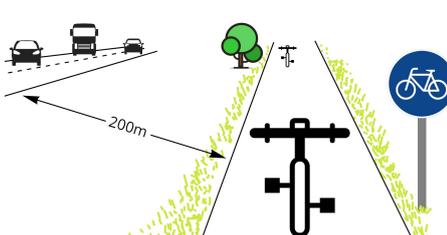
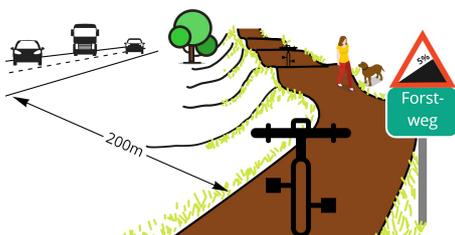
<p>Nr. 1: Direkt auf der Fahrbahn (wenig Verkehr)</p> 	<p>Nr. 14: Radstreifen auf der Fahrbahn (viel Verkehr)</p> 
<p>Nr. 4: Begleitender Geh- und Radweg mit baulicher Trennung, einseitig</p> 	<p>Nr. 7: Begleitender Radweg mit baulicher Trennung, zweiseitig</p> 
<p>Nr. 8: Unabhängiger Radweg, asphaltiert, etwa gleiche Länge und gleiche Steigung wie Fahrbahn</p> 	<p>Nr. 11: Unabhängiger Radweg, nicht-asphaltiert, 10-20 % länger, Trassierung mit zusätzlichen kurzen Steigungen</p> 

Tabelle 3.1: Auszug der graphischen Darstellung der Lösungen

Schotter im kleinem Format ähnlich wie Asphalt wirkte. Für einige Objekte wie Fahrräder und Kraftfahrzeuge kamen Icons aus der internen Iconbibliothek von Miro zum Einsatz. Einen Auszug der Graphiken zeigt Tabelle 3.1. Alle 14 Graphiken inkl. Quellenangaben der Icons sind in Anhang A auf Seite 61 abgebildet. Die Lösungen sind nun graphisch dargestellt. Wie diese Graphiken eingesetzt werden, zeigt die Entwicklung der Erhebungsmethode.

3.3 Erhebungsmethode

In diesem Abschnitt wird die zugrundeliegende Methodik der Umfrage definiert. Nach einer Analyse von unterschiedlichen Umfragetypen standen zwei Herangehensweisen zur

Auswahl: Eine SP-Befragung oder eine Kombination aus Schulnotenvergabe und einer direkte Sortierung (Ranking). Im Folgenden wird nun auf die Vor- und Nachteile dieser beiden Methoden eingegangen. Den Schluss bildet die Begründung, warum die Schulnotenvergabe und das Ranking am geeignetsten für diese Befragung angesehen wurden.

3.3.1 Stated-Preference-Befragung

In den Verkehrswissenschaften üblich sind sog. SP-Befragungen wie G. K. Deenihan (2013), Hunt und Abraham (2007) und Tilahun, Levinson und Krizek (2007) sie nutzen. Hintergründe zu SP-Befragungen finden sich im Abschnitt 2.2 auf Seite 7. Kern der SP-Befragung sind die Alternativen, aus denen die Befragten in einer Entscheidung wählen. In dieser Studie sind das die Bauformen Nr. 1-14 oder eine Gruppierung von ihnen. Jede Alternative, sprich Bauform, besitzt eigene Merkmale (z. B. gemischt mit Fußverkehr), die wiederum Ausprägungen enthalten (z. B. ja/nein).

Zur Beantwortung der Fragestellung wurden fünf mögliche Konzepte für eine SP-Befragung erarbeitet (für eine ausführliche Beschreibung s. Anhang B auf Seite 64). Im Folgenden werden zwei davon, die Minimal- und Maximallösung, beschrieben.

Die Minimallösung teilt die elf Bauformen in die drei Gruppen „Auf der Fahrbahn“ (Bauformen Nr. 1-3), „Baulich getrennt“ (Bauformen Nr. 4-7) und „Räumlich getrennt“ (Bauformen Nr. 8-11) ein. Jede Gruppe bildet so eine Alternative. Dadurch müssen nicht elf Alternativen miteinander verglichen werden, was eine nicht machbare kognitive Vergleichsleistung voraussetzen würde. Die Attribute der Alternativen werden mit passenden Ausprägungen variiert (s. Abbildung 3.1). Die Alternative „Auf der Fahrbahn“ besitzt die zwei Attribute „Streifen vorhanden“ und „Streifen von Auto befahrbar“, deren Ausprägungen jeweils „ja“ und „nein“ sind. So können die Bauformen Nr. 1-3 in der SP-Befragung umgesetzt werden. Die Alternative „Baulich getrennt“ enthält analog die Bauformen Nr. 4-7. Die Bauformen Nr. 8-11 werden als Alternative „Räumlich getrennt“ zusammengefasst. Unter dem Attribut Belag wird nach der Oberflächenstruktur in asphaltiert und nicht-asphaltiert unterschieden. Die Fahrtzeit ist abhängig von der Entfernung zur direkt-verlaufenden Landstraße und der eigenen Steigung des Radwegs. Deshalb sind hier drei Ausprägungen von 20 min, 30 min und 40 min vorhanden.

Es gibt insgesamt fünf Attribute mit jeweils zwei Ausprägungen und ein Attribut mit drei Ausprägungen. Die Anzahl der Entscheidungen für einen vollständigen Versuchsplan liegt damit bei $2^5 \cdot 3 = 96$ Entscheidungen. Den vollständige Versuchsplan zeigt Tabelle 3.2. Hier ist ersichtlich, dass nicht alle Variationen nötig sind. Die Variation in der Alternative „Auf Fahrbahn“ mit Merkmal „Streifen vorhanden“ – „nein“ und Merkmal „Streifen von Auto befahrbar“ – „ja“ ist beispielsweise nicht möglich, da der Streifen von einem Auto nur befahren werden kann, wenn dieser Streifen auch vorhanden ist. Damit reduziert sich die Anzahl der tatsächlich sinnvollen Entscheidungen, sodass ein Teilfraktionsplan ermittelt werden kann. Eine mögliche Darstellung dieser Minimallösung



Abbildung 3.1: Attribute und Ausprägungen für SP-Minimallösung

Nr.	Auf Fahrbahn		Baulich getrennt		Räumlich getrennt	
	Streifen vorhanden	Streifen von Auto befahrbar	gemischt mit Fußverkehr	Gegenverkehr	Belag	Fahrzeit
1	nein	nein	ja	ja	Asphalt	20 min
2	nein	ja	ja	ja	Asphalt	20 min
3	ja	nein	ja	ja	Asphalt	20 min
4	ja	ja	ja	ja	Asphalt	20 min
5	nein	nein	nein	ja	Asphalt	20 min
6	nein	ja	nein	ja	Asphalt	20 min
7	ja	nein	nein	ja	Asphalt	20 min
8	ja	ja	nein	ja	Asphalt	20 min
...						
42	ja	nein	nein	ja	nicht-asphaltiert	30 min
...						
96	ja	ja	nein	nein	nicht-asphaltiert	40 min

Tabelle 3.2: Vollständiger Versuchsplan für SP-Minimallösung in Auszügen

aus Sicht der Teilnehmenden zeigt Abbildung 3.2. Aus drei Alternativen kann die eigene Route gewählt werden.

Die Maximallösung teilt wie die Minimallösung die elf Bauformen in drei Gruppierungen ein. Zusätzlich sind hier die beiden Umweltfaktoren für die Geschwindigkeit und Verkehrsstärke des PKW-Verkehrs enthalten, welche die Wahl für die Bauformen „Auf Fahrbahn“ und „Baulich getrennt“ stark beeinflussen. Besonders interessant ist hier, inwiefern die Wegeart in Verbindung mit der Umgebung die Akzeptanz beeinflusst. Durch die Änderung erhöht sich die Attributsanzahl von sechs auf acht (s. Abbildung 3.3). Der vollständige Versuchsplan besteht daher aus $2^9 \cdot 3 = 1\,536$ Entscheidungen. Dies ist eine deutliche Steigerung um Faktor 16 an nötigen Entscheidungen. Jedoch kann auch hier

Um Ihr Ziel zu erreichen, haben Sie diese Routenoptionen. Auf welchem Weg fahren Sie?

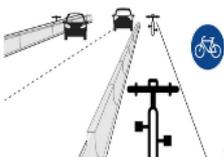
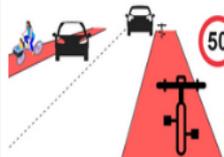
			
...auf dem baulich getrennten Radstreifen.	... auf dem nicht asphaltierten Radweg mit eigener Steigung.	... auf dem Radstreifen auf der Fahrbahn.	Keine Antwort
Ich fahre... <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Abbildung 3.2: Mögliche Ansicht der SP-Minimallösung in der Umfrage, hier für Entscheidung Nr. 42



Abbildung 3.3: Attribute und Ausprägungen für SP-Maximallösung

der vollständige Versuchsplan durch geeignete Maßnahmen auf einen Teilversuchsplan verkleinert werden. Beispielsweise können unmögliche Alternativen und unerwünschte Entscheidungen zwischen Alternativen aussortiert werden. Die Software Ngene kann diese manuelle Arbeit erleichtern.

Die Vorteile einer SP-Befragung in dieser Arbeit sind die folgenden: Erstens können die Einflussfaktoren wie Geschwindigkeit und Verkehrsstärke kontrolliert, variiert und verglichen werden. Zweitens ist die Ansicht in der Befragung intuitiv für die Befragten zu verstehen. Drittens können die Ergebnisse als Basis für die Schätzung für Parameter eines Logit-Modells verwendet werden. Logit-Modelle bilden die Grundlage für Verkehrssimulationen. Detailliertere Modelle können z. B. die Wegewahl in einer Simulation realistischer darstellen und somit den Planungsprozess verbessern.

Die Nachteile einer SP-Befragung sind diese: Erstens bedeutet die hohe Komplexität einen großen Aufwand für deren Reduktion. Zweites ist eine große Anzahl an notwendigen Befragten nötig, damit die Entscheidungen unter den Befragten aufgeteilt werden können. Drittens führt die notwendige Gruppierung in drei Gruppen zwar zu einer Reduktion der Komplexität und gewährleistet so die Durchführung der Befragung, verhindert aber den direkten Vergleich von Bauformen innerhalb der Gruppen. So kann beispielsweise die Führung auf einem Schutzstreifen nicht mit der direkt Führung auf der Fahrbahn verglichen werden. Viertens wird die Möglichkeit mit den Ergebnissen, Parameter eines Logit-Modells zu schätzen, als nicht wichtig betrachtet.

Im Rahmen dieser Arbeit überwiegen die Nachteile, allen voran die Komplexität. Daher wurde eine alternative Konzeption mithilfe von Schulnoten und einem Ranking entwickelt.

3.3.2 Schulnoten und Ranking

Das alternative Befragungskonzept sieht eine Bewertung mittels Schulnoten und einer direkten Sortierung der Bauformen vor. Mit den Schulnoten von eins bis sechs wird die jeweilige Bauform einzeln bewertet. Bei der Skala handelt es sich um einen einfachen und intuitiven Fragentyp, sodass die Skala mit einem zusätzlichen erklärenden Hinweis leicht angewandt werden kann. Durch die Benotung wird ein klarer Trend ersichtlich, an welcher Stelle der Skala die Bauform bewertet wird.

Ein Ranking setzt die Bauformen anschließend in einen Kontext und ermöglicht den direkten Vergleich der unterschiedlichen Lösungen durch die Teilnehmer*innen. Ein mögliches Risiko ist, dass das gleichzeitige Ranken von 14 Lösungen unübersichtlich wird. Daher werden die Bauformen in zwei Gruppen geteilt, um eine übersichtlichere Auswahl zu gewährleisten. Am Ende liegt eine priorisierte Liste vor, die mit den Schulnoten verglichen werden kann.

Neben Schulnoten und Ranking wird auch die maximal akzeptierte Zeit für einen Umweg auf unabhängig geführten Radwegen erfragt. Zudem werden Radnutzung und demographische Daten erfasst. Bei der Führung auf der Fahrbahn hat die Verkehrsstärke einen besonders großen Einfluss (vgl. Zimmermann, Mai und Frejinger 2017; Liu, Nello-Deakin u. a. 2020). Daher werden die nicht-getrennten Bauformen einmal mit geringer (Nr. 12-14) und einmal mit hoher Verkehrsstärke (Nr. 1-3) dargestellt.

3.4 Fragebogen

Im Folgenden werden die fünf Abschnitte des Fragebogens erläutert. Eine Version des vollständigen Fragebogens liegt digital vor.

3.4.1 Radnutzung

Da sich die Umfrage primär an Radfahrende richtet, beginnt der Fragebogen zuerst mit einer Frage nach der bisherigen Radnutzung. Neben dem Fahrradbesitz an sich und der Art der Fahrräder im Besitz der Befragten (Stadtrad, Rennrad, Pedelec/eBike, Lastenrad, keines, sonstiges) wird nach der Häufigkeit und Wegezweck für die Radfahrten gefragt.

3.4.2 Schulnoten

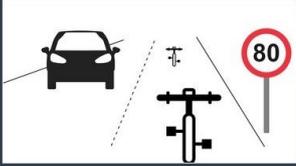
Im nächsten Abschnitt vergeben die Teilnehmenden Schulnoten für die Lösungsvorschläge. Um die Teilnehmenden zu unterstützen, sich in die Situation hineinzusetzen, beginnt dieser Abschnitt mit der Szenarienbeschreibung: „Stellen Sie sich vor, Sie sind auf dem täglichen Weg zu Ihrer Arbeit oder zu Ihrem Ausbildungsort. Für die gesamte Strecke wählen Sie das Fahrrad. Ihr Weg führt von Ihrem Wohnort auf einer Außerortsstraße zu einem benachbarten Ort. Die beiden Orte sind durch diese Straße direkt miteinander verbunden. Ihre Fahrtzeit beträgt 20 Minuten. Sie fahren zu einer Tageszeit mit wenig oder viel PKW-Verkehr. Wenig Verkehr bedeutet, dass etwa alle 30 Sekunden ein Auto pro Richtung fährt. Viel Verkehr bedeutet, dass etwa alle 10 Sekunden ein Auto pro Richtung fährt.“ Im Anschluss erfolgt die Erklärung der Notenskala, wie sich auch in Tabelle 3.3 gezeigt ist.

Note 1:	sehr gut	Diese Lösung gefällt mir sehr gut. Hier radle ich sehr gerne.
Note 2:	gut	Diese Lösung gefällt mir gut. Hier radle ich gerne.
Note 3:	befriedigend	Diese Lösung ist zufriedenstellend. Radfahren ist möglich, macht aber keinen Spaß.
Note 4:	ausreichend	Diese Lösung ist gerade noch akzeptabel. Hier radle ich nur, wenn es keine geeignete Alternative gibt.
Note 5:	mangelhaft	Diese Lösung erfüllt nicht die Anforderungen an ein angemessenes Angebot. Hier ist Radfahren anstrengend. Hier radle ich nur in Ausnahmefällen.
Note 6:	ungenügend	Diese Lösung ist nicht akzeptabel. Sie genügt in keiner Weise den Anforderungen des Radverkehrs.

Tabelle 3.3: Erklärung der Notenskala

Jede der Bauformen wird den Teilnehmenden nacheinander angezeigt, sodass sie sie einzeln mit einer Note bewerten können. Eine beispielhafte Entscheidung zeigt Abbildung 3.4. Die Bauformen, die eine Führung auf der Fahrbahn vorsehen, erscheinen zweimal mit je einer geringen (Nr. 12-14) und hohen (Nr. 1-3) Verkehrsstärke im PKW-Verkehr, die baulich und räumlich getrennten Bauformen Nr. 4-9 werden jeweils nur einmal mit einer hohen Verkehrsstärke bewertet. Um die Komplexität zu verringern, wurde auf die Bewertung der Bauformen 10 und 11 verzichtet. So werden insgesamt zwölf Lösungen bewertet.

Welche Schulnote geben Sie dieser Lösung?

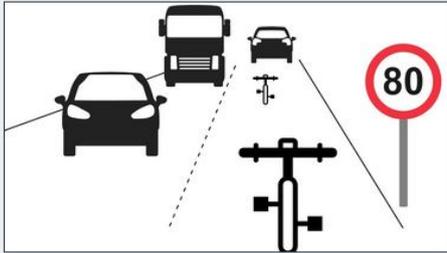


Es gibt wenig PKW-Verkehr.
Das Geschwindigkeitslimit beträgt 80 km/h.
Der Radverkehr fährt direkt auf der Fahrbahn.

	1 sehr gut	2 gut	3 befriedigend	4 ausreichend	5 mangelhaft	6 ungenügend
Diese Lösung benote ich mit:	<input type="radio"/>					

Abbildung 3.4: Beispiel für die Bewertung einer Lösung mit Schulnoten, hier Lösung 12

Stellen Sie sich vor, die Fahrtzeit auf der Straße ohne Radverkehrsanlagen dauert 20 Minuten.



Es gibt viel PKW- und LKW-Verkehr.
Die Geschwindigkeit ist auf 80 km/h begrenzt.
Der Radverkehr fährt direkt auf der Fahrbahn.
Fahrzeit: 20 min

Abbildung 3.5: Ausgangssituation für die Frage nach der maximal akzeptierten Umwegzeit

3.4.3 Fahrtzeit

Nach bisherigen Untersuchungen bilden unabhängig geführte, räumlich getrennte Radwege die präferierte Option unter den Alternativen (vgl. Zimmermann, Mai und Frejinger (2017), Buehler und Dill (2016) und G. K. Deenihan (2013)). Womöglich können diese allerdings nicht auf optimaler Strecke geführt werden. Zur Prüfung der Hypothese 6 wird für die räumlich getrennten Bauformen Nr. 8-11 erhoben, welcher maximale Umweg auf diesen Wegen akzeptiert wird.

Die Ausgangssituation zeigt Abbildung 3.5. Es existiert eine direkte Verbindung über eine Straße mit viel PKW- und LKW-Verkehr, deren Fahrtzeit 20 min beträgt. Daraufhin wird für jede der vier unabhängig geführten Bauformen gefragt, wie viel Zeit für einen Umweg noch akzeptiert wird. Die Befragten geben ihre Antwort in das Feld ein und erhalten direkt die Angabe der berechneten Gesamtzeit (s. Abbildung 3.6).

Wie lange darf der Umweg auf dem unabhängig geführten Radweg maximal sein, dass Sie diese Alternativroute wählen?

Jede Antwort muss mindestens 0 sein
Nur ganzzahlige Werte können in diese Felder eingegeben werden.

20 min + min = 20 min gesamt

asphaltierter Radweg,
in etwa gleiche Höhendifferenz wie Straße

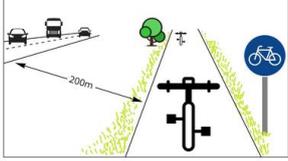


Abbildung 3.6: Beispiel für die Eingabe der maximal akzeptierten Umwegzeit, hier Lösung 8

3.4.4 Ranking

Neben der Benotung der Lösungen mit Schulnoten bewerten die Teilnehmenden sie nochmals mithilfe eines Rankings. Das Ranking setzt die Bauformen in einen Kontext zueinander, da auf einem Platz nur eine Lösung gewählt werden kann, im Gegensatz zu den Schulnoten, die auch doppelt vergeben werden können. Dadurch kann die Priorisierung der Lösungen nochmals geprüft und verfeinert werden. Das neue Szenario lautete: „Stellen Sie sich vor, Sie entscheiden darüber, welche Lösung auf dem Weg zur nächsten Gemeinde neu gebaut werden soll. Bitte sortieren Sie die Lösungen in Ihre gewünschten Reihenfolge.“ Im Anschluss sortieren die Teilnehmenden die Bauformen. Dies bietet die Möglichkeit, die Bauformen direkt miteinander zu vergleichen. Um keine Überforderung darzustellen, wird die Gesamtheit der 14 Bauformen zufällig in zwei Gruppen geteilt.

3.4.5 Sozialdemographie

Zur Beschreibung der Stichprobe erfolgt im letzten Schritt die Abfrage von demographischen Daten wie Geschlecht, Alter, Land, Gemeindegröße und den ersten beiden PLZs des Wohnsitzes. So kann im deutschsprachigen Raum nach Land und PLZ unterschieden werden. Außerdem wird die Einstellung zu PKW-Nutzung und allgemeines Mobilitätsverhalten erfragt.

3.5 Technische Umsetzung

Die technische Umsetzung erfolgte mit der Online-Befragungssoftware LimeSurvey. Als Formatvorlage diente die vom Lehrstuhl bereitgestellte Vorlage. LimeSurvey kann die Reihenfolge von Fragen und Antworten automatisiert randomisieren. Dies verhindert Prägungseffekte für nachfolgende Fragen/Antworten und führt zu einer gleichmäßigeren Antwortquote.

Das Ranking aus 14 Lösungen musste zur besseren Bearbeitung in zwei Gruppen geteilt werden. Diese Randomisierung ist nicht Teil der enthaltenen Funktionen von LimeSurvey, sodass ein eigener Prozess entwickelt wurde. Diese Lösung wurde mit JavaScript umgesetzt. Zur Laufzeit wird dieser Prozess in jeder Befragung unabhängig voneinander durchlaufen:

1. Aus einem 14-teiligen Buchstaben-Array von A bis N wird mit JavaScript ein zufälliges Array Q_0 aus sieben Buchstaben gezogen. Dies könnte beispielsweise so aussehen:
 $A B C D E F G H I J K L M N \rightarrow Q_0 = [H C A J N E K]$
2. Eine Matrix M_1 im Format 1x14 wird mithilfe des vorhandenen Fragentyps Mehrfachauswahl initialisiert.
 $M_1 = (00000000000000)$
3. Über eine Gleichung wird die Mehrfachauswahl M_1 an den Stellen aktiviert, die in Q_0 enthalten sind. M_1 besteht jetzt aus 7 Nullen und 7 Einsen in zufälliger Reihenfolge.
Beispiel: $M_1 = (10101001011001)$
4. Im ersten Ranking wird M_1 als Filter eingesetzt. Dort wo M_1 aktiv ist, wird die Antwortoption sichtbar.
Sichtbare Bauformen: Beispiel 1 3 5 8 10 11 14
5. Im zweiten Ranking wird M_1 als Ausschlussfilter eingesetzt. So erscheinen die anderen Optionen, die nicht im ersten Ranking dargestellt wurden.
Sichtbare Bauformen: Beispiel 2 4 6 7 9 12 13

Auf diese Weise können alle 14 Lösungen in zwei Rankings verglichen werden. Nach der Implementierung des vollständigen Fragebogens in LimeSurvey erfolgte ein Pre-Test am Institut für Straßen- und Verkehrswesen, mit dessen Hilfe unklare Fragestellungen präzisiert wurden. Die .lss-Datei der Umfrage wird digital zur Verfügung gestellt.

3.6 Gewinnung von Teilnehmenden

Für die Stichprobengröße wurde das Ziel von 300 Teilnehmenden gesetzt. Da Radfahrer*innen die Zielgruppe dieser Umfrage bildeten, standen die verkehrspolitischen Vereine wie der ADFC¹, VCD² und Initiativen wie lokale Radentscheide und Zweiräte im Fokus für die Verbreitung der Befragung. Die Maßnahmen zur anhaltenden Covid-19-Pandemie verhinderten persönliche analoge Kontaktaufnahme, sodass besonders Social-Media-Kanäle wie Twitter und LinkedIn als Kontaktversuch genutzt wurden.

¹ADFC: Allgemeine Deutsche Fahrrad-Club e. V.

²VCD: Verkehrsclub Deutschland e. V.

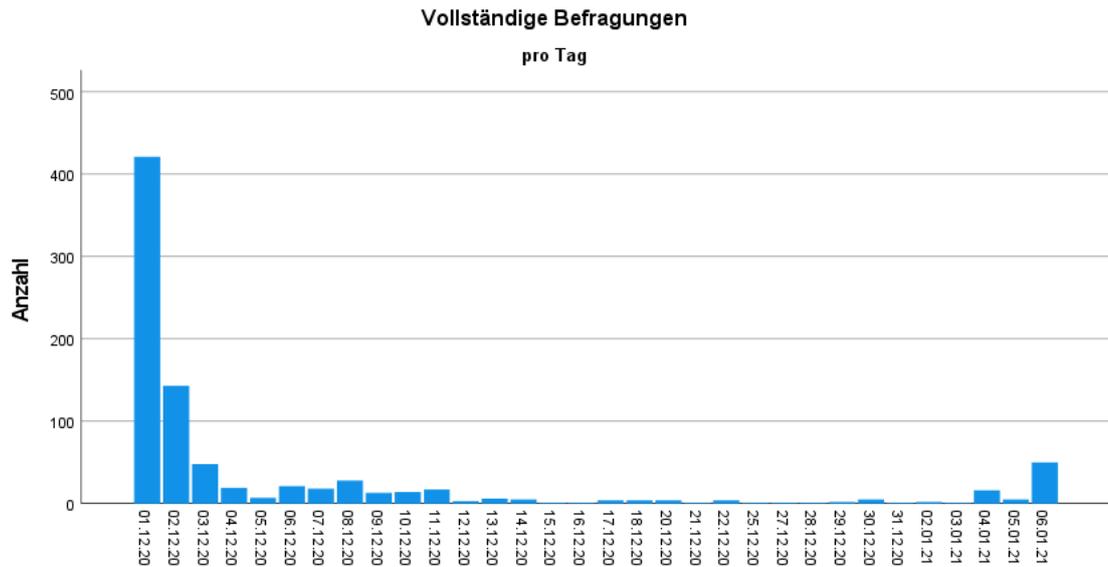


Abbildung 3.7: Verlauf der vollständigen Antworten über den Befragungszeitraum

3.7 Durchführung

Dieses Kapitel beschreibt die Durchführung der Studie. Die Befragung lief vom 01.12.2020 bis zum 06.01.2021. Der Großteil der Befragten wurde durch den Kurznachrichtendienst Twitter auf die Befragung aufmerksam, was sich in der hohen Verbreitung des Social-Media-Beitrags begründet: Der Tweet erreichte bis zum letzten Tag der Befragung 32.900 Impressionen, 706 Personen folgten dem Link zur Umfrage, was 63 % aller vollständigen und unvollständigen Antworten bedeutete.

Bereits nach acht Stunden waren die erwarteten 300 vollständigen Antworten eingegangen, nach drei Tagen lagen 600 vollständige Antworten vor (s. Abbildung 3.7). Am Ende konnten 1224 Antworten verzeichnet werden, davon 869 vollständige und 355 abgebrochene. Dies zeigte großes öffentliches Interesse am Thema. Zudem kann eine Empfehlung für Social Media als Kommunikationskanal ausgesprochen werden, da auf diese Weise viele Menschen erreicht werden können. Nach dem ersten Tag war so eine Kontrolle möglich, dass die erhobenen Daten pausibel waren und wie der Fragebogen angenommen wurde.

4 Auswertung

In diesem Kapitel wird nach der Datenaufbereitung eine Auswertung der Daten durchgeführt. Die Stichprobe wird beschrieben, im Anschluss werden Daten zur Schulnotenvergabe, zum Ranking und zum maximal akzeptierten Umweg analysiert. Abschließend werden die Kommentare ausgewertet und mit den Ergebnissen die Hypothesen geprüft.

4.1 Datenaufbereitung

Die Antworten aus der Befragung mussten für die Auswertung aufbereitet werden. Dies beinhaltete die Kontrolle nach Plausibilität, die Korrektur von offensichtlichen Fehleinheiten, das Überprüfen der selbst entwickelten Logik zur Randomisierung und die Berechnung neuer Variablen.

4.1.1 Plausibilität

Mithilfe der internen Statistikauswertung in LimeSurvey konnte bereits am ersten Tag der Befragung nach Eingang von 300 vollständigen Antworten eine erste Prüfung nach Plausibilität der Ergebnisse stattfinden. Diese fiel positiv aus.

4.1.2 Import von LimeSurvey nach SPSS

Nach der Schließung der Befragung wurden die Ergebnisse von LimeSurvey in das Datenauswertungstool IBM SPSS exportiert. Der Import-Syntax und die Daten liegen digital vor.

4.1.3 Korrektur von Fehleingaben

Bei der detaillierten Datenprüfung fielen einige Unstimmigkeiten auf, die korrigiert werden mussten. Besonders im dritten Fragenteil bei der Eingabe zur Frage nach dem maximal akzeptierten Umweg für vier verschiedene Bauformen kam es zu einigen Tippfehlern, z. B. 110 – 11 – 10 – 10 min. Diese wurden angepasst, wie z. B. 11 – 11 – 10 – 10 min. Die ausführlichen Änderungen finden sich in Anhang C.1 auf S. 68.

4.1.4 Entfernen von personenbezogenen Daten

Als Kommentar wurden im Freitextfeld teilweise personenbezogenen Daten wie Mailadressen oder Social Media Accounts angegeben. Diese wurden während der Datenaufbereitung manuell entfernt.

4.1.5 Überprüfung der Randomisierung

Das Ranking der 14 Lösungen wurde wie in Abschnitt 3.5 beschrieben in zwei Gruppen aufgeteilt. Diese Randomisierung wurde auf ihre Funktionalität geprüft. Im Idealfall werden alle 14 Lösungen für jede Befragung zufällig entweder im ersten oder im zweiten Ranking zur Auswahl gestellt. Tatsächlich wurde die Teilung in zwei zufällige Gruppen nach Plan ausgeführt.

4.1.6 Berechnung neuer Variablen

Für die weitere Auswertung wurden neue Variablen aus den vorliegenden Daten berechnet. Die Syntax dieser Berechnungen ist Teil der Abgabe und liegt digital vor.

Tag aus Datum Bei der Abgabe der Befragung wurde das Datum und die Zeit festgestellt und im Format TT-MMM-YYYY hh:mm:ss gespeichert. Für die Auswertung des Verlaufs wurde aus diesem Format der Tag im Format TT-MM-YYYY extrahiert.

Dauer der Befragung Um herauszufinden, wie viel Zeit eine Person mit der Befragung verbrachte, wurde die Dauer der Befragung aus Start- und Endzeit berechnet.

Geschlecht „Divers“ bezeichnet einen Eintrag im Personenstandsregister als Überbegriff außerhalb der Zweigeschlechtlichkeit und stellt an sich kein eigenes Geschlecht dar (Queer Lexikon e.V. 2019). Daher wurde bei der Angabe des Geschlechts die Kategorien „divers“ und die Geschlechtsangabe im Freifeld zu einer gemeinsamen Kategorie fusioniert.

Filter für unvollständige und vollständige Befragungen Um die Umfragen nach ihrer Vollständigkeit zu filtern, wurden zwei Filter erstellt, die nicht gewünschte Daten schnell ausschließen.

Filter für Datensätze aus Deutschland Um die Postleitzahlen korrekt auf einer Deutschlandkarte darzustellen, war ein Filter für alle Datensätze aus Deutschland nötig. Die Antworten aus anderen Ländern waren leider nicht für eine eigene Kartierung ausreichend.

Umrechnung der Ranking-Daten Die Teilnehmenden sortierten die 14 Lösungen in zwei Rankings mit je sieben Lösungen. Aus diesen beiden Rankings sollte am Ende ein Gesamtranking mit den 14 Lösungen entstehen. Dafür musste die Datenstruktur von einer rang- zu einer bauformorientierten Form geändert werden. Tabelle 4.1 stellt diesen Prozess für einen beliebigen Datensatz dar. Im ersten Ranking wurde Lösung Nr. 7 auf Rang 1 gesetzt. Also wird unter Nr. 7 der Rang 1 eingetragen. So wird mit allen 14 Lösungen verfahren. Jetzt liegt eine Sortierung der 14 Lösungen vor. Alle Ränge sind jedoch doppelt vergeben. Es ist also keine Aussage möglich, ob die befragte Person Nr. 2 oder Nr. 3 bevorzugte. In jeder einzelnen Befragung wurde zufällig gewählt, welche der 14 Formen in Ranking 1 und daher nicht in Ranking 2 und umgekehrt zur Sortierung angeboten wurden. Somit sind die aufbereiteten Daten des Rankings für die Auswertung bereit, in der ein Rang für alle 14 Lösungen über aller vollständigen 867 Datensätze ermittelt werden kann.

Ranking 1	Rang 1	Rang 2	Rang 3	Rang 4	Rang 5	Rang 6	Rang 7
	Nr. 7	Nr. 6	Nr. 10	Nr. 4	Nr. 13	Nr. 2	Nr. 1
Ranking 2	Rang 1	Rang 2	Rang 3	Rang 4	Rang 5	Rang 6	Rang 7
	Nr. 8	Nr. 9	Nr. 11	Nr. 5	Nr. 14	Nr. 3	Nr. 12

⇓

Lösung Ranking	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
	7	6	6	4	4	2	1
	Nr. 8	Nr. 9	Nr. 10	Nr. 11	Nr. 12	Nr. 13	Nr. 14
	1	2	3	3	7	5	5

Tabelle 4.1: Umrechnung von einer Rangsortierung zu einer Sortierung nach Lösung

Inhaltsmarker der Kommentare Im letzten Schritt wurden die 170 abgegebenen Kommentare nach Themeninhalt markiert, um den freien Text systematisch analysieren zu können. Die Sortierung in 14 Kategorien geschah manuell.

Damit ist die Datenaufbereitung abgeschlossen und es kann mit der eigentlichen Auswertung begonnen werden. Im Folgenden wird zunächst die Stichprobe beschrieben.

4.2 Beschreibung der Stichprobe

Insgesamt gingen 1224 Antworten ein, davon 867 (70,8 %) vollständig und 357 (29,2 %) unvollständig. Abbildung 4.1 zeigt die letzte vollständig ausgefüllten Seite der abgebrochenen Umfragen. 35 % der abgebrochenen Befragungen endeten nach der Radnutzung

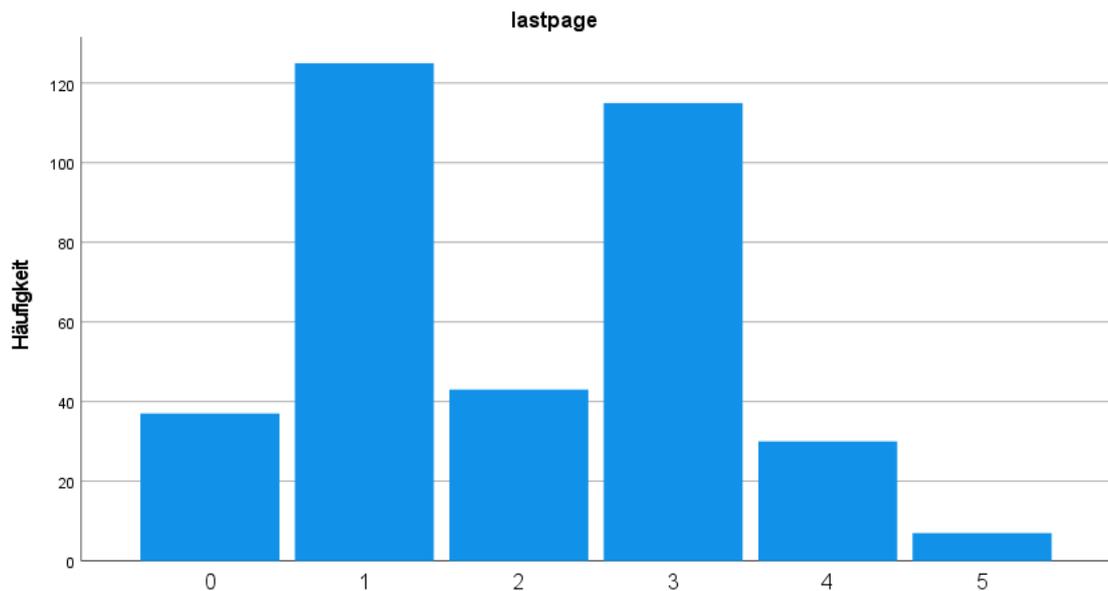


Abbildung 4.1: Letzte vollständig ausgefüllte Seiten der abgebrochenen Umfragen

(Seite 1), die Bewertung mit Schulnoten wurde also nicht ausgefüllt. Weitere 32,2 % beendeten die Umfrage nach der Frage nach dem Unweg (Seite 3) während der ersten Rankingfrage (Seite 4). Dies kann unterschiedliche Gründe haben. Es wird vermutet, dass insbesondere die Nutzung eines Smartphones eine Ursache gewesen sein könnte, da diese beiden Fragentypen wegen der inkludierten Graphiken nicht optimal auf einem kleinen Bildschirm angezeigt wurden. Die abgebrochenen Datensätze wurden nicht für die weitere Analyse verwendet, um eine mögliche Verzerrung der Daten zu vermeiden. Die durchschnittliche Dauer der vollständigen Befragungen belief sich auf 13,2 min mit einer Standardabweichung von 8,4 min. Dies bedeutet eine relative große Streuung der Befragungsdauer von 4,8 min bis 21,6 min innerhalb der Standardabweichung. Im Folgenden werden die demographischen Daten sowie die Einstellungen der Befragten ausgewertet.

4.2.1 Verteilung nach Sozialdemographie

Die Stichprobe wird nun nach Alter, Geschlecht, Land, Wohnort und Wohnortgröße sowie Radbesitz, Nutzungshäufigkeit und Wegezwecke untersucht.

Das Alter der Teilnehmenden wird in Abbildung 4.2 dargestellt. Den größten Anteil bilden mit 31,6 % die 26-35-Jährigen.

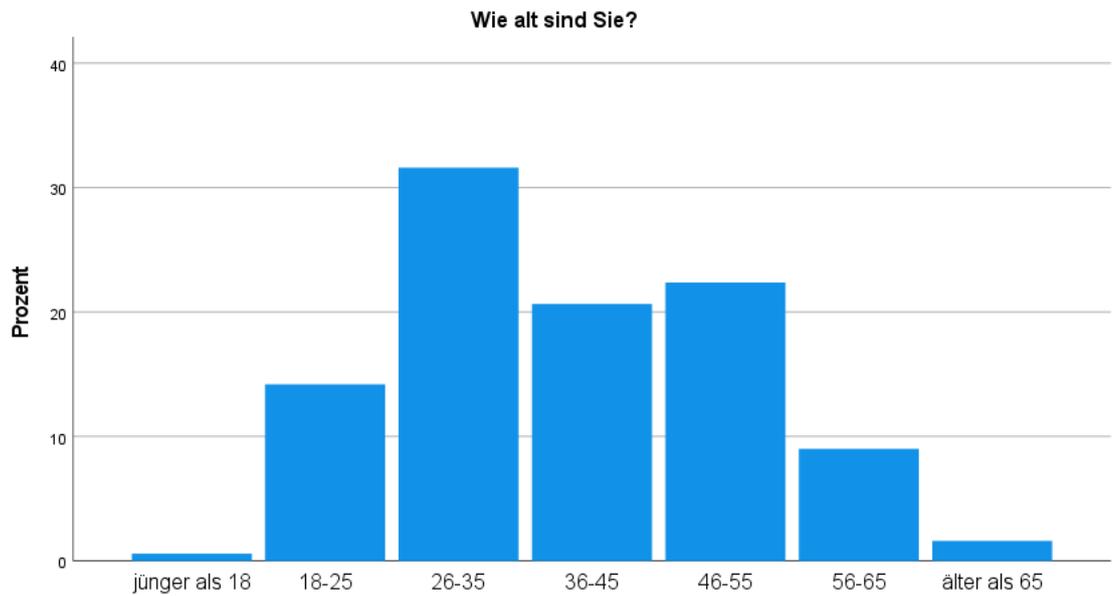


Abbildung 4.2: Alter der Teilnehmenden in %

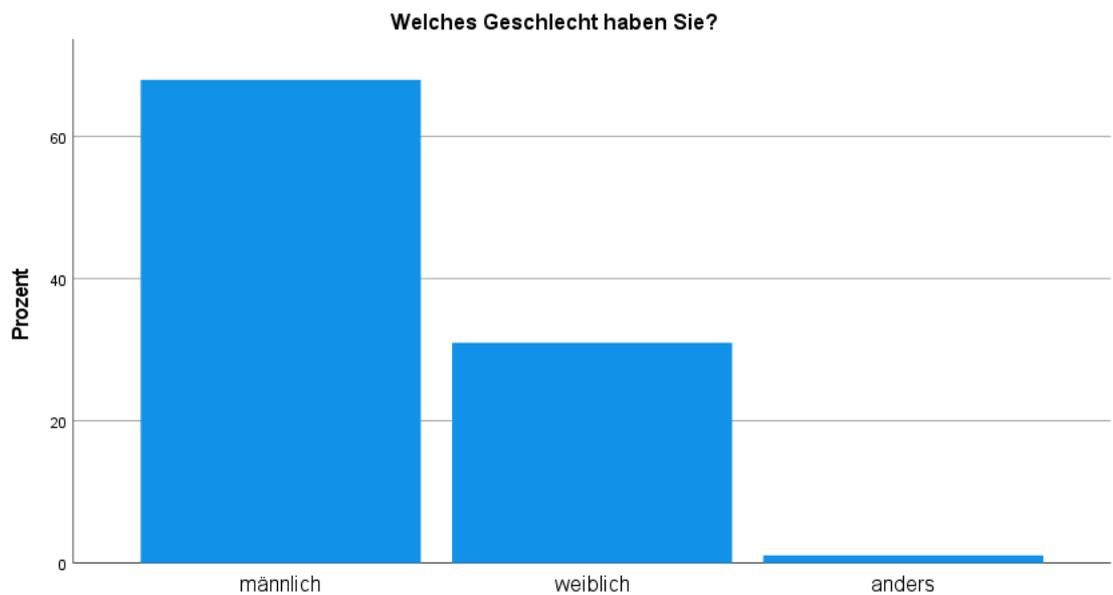


Abbildung 4.3: Geschlecht der Teilnehmenden in %

Das Geschlecht der Teilnehmenden ist ungleich verteilt. 68 % gaben männlich an, 31 % weiblich und 1 % ein anderes Geschlecht (s. Abbildung 4.3). Wie diese große Diskrepanz zwischen Männern und Frauen zustande kam, ist unklar. Diese Verteilung ist nicht repräsentativ: Der letzte Zensus in Deutschland nennt eine Verteilung von 48,8 % männlich und 51,2 % weiblich. Informationen zu weiteren Geschlechtern wurden nicht erhoben (Statistisches Bundesamt Deutschland 2011).

Das Land des Wohnortes der Befragten gaben 95,4 % mit Deutschland. 2,4 % leben in der Schweiz und 1,3 % in Österreich. Die übrigen 0,9 % verteilen sich auf sechs weitere Länder.

Der Wohnort der Befragten wurde mit den ersten beiden Ziffern der PLZ erfragt. Die Angabe der PLZ in Deutschland zeigt, dass der größte Anteil aus dem Stuttgarter Stadtgebiet (10,4 %) teilnahmen. Eine deutschlandweite Verteilung zeigt die Abbildung 4.4, die mit der Landkartensoftware iMapU erstellt wurde (iExcelU 2016). Die Unterschiede in der Größenordnung der Verteilung wird durch Abbildung 4.5 deutlich.

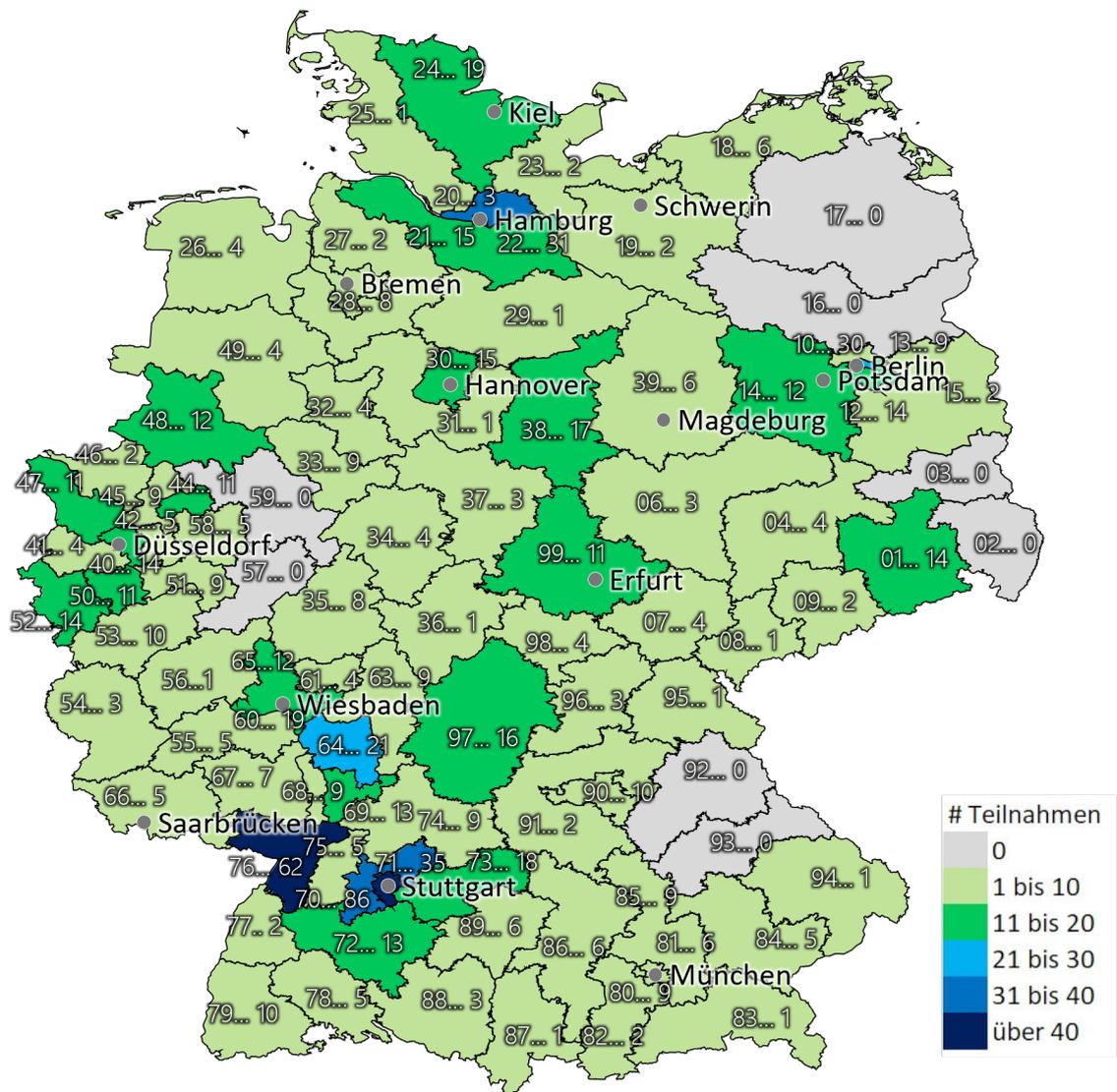


Abbildung 4.4: Wohnorte der Teilnehmenden nach den ersten beiden Ziffern der PLZ auf einer Deutschlandkarte, Format XX... Y mit XX als Ziffern der PLZ und Y der Anzahl an Teilnahmen im PLZ-Gebiet

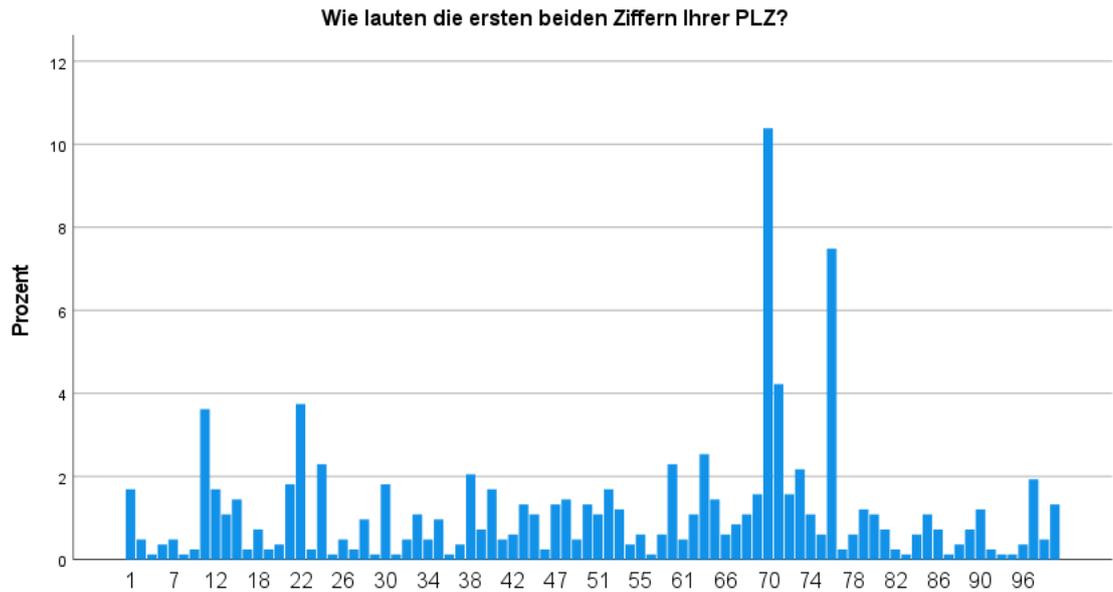


Abbildung 4.5: Ersten beiden Ziffern der PLZ als Balkendiagramm

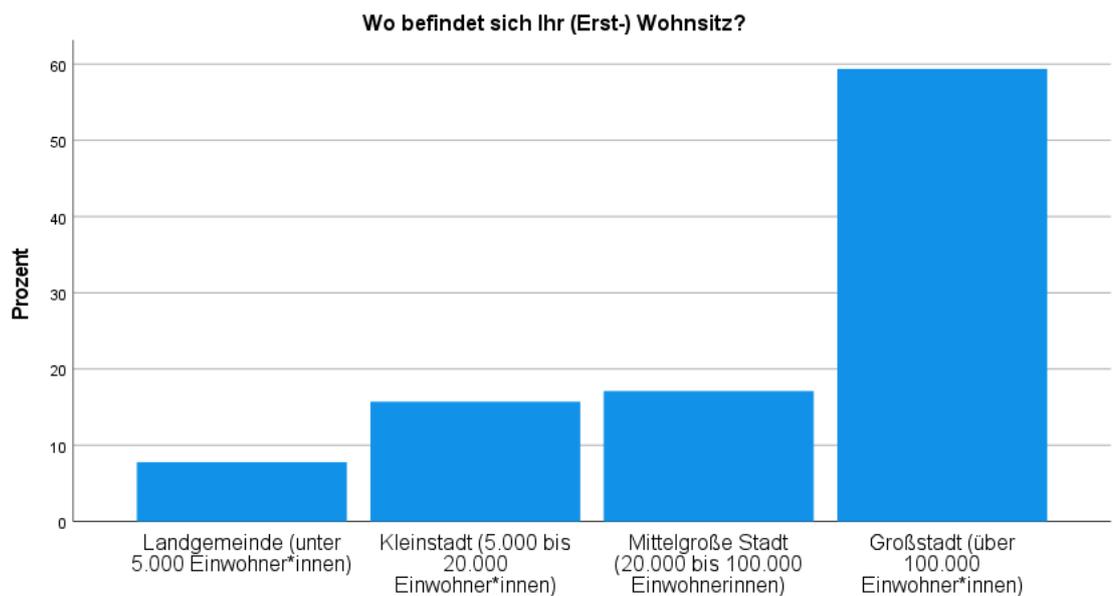


Abbildung 4.6: Wohnortgrößen der Teilnehmenden in %

Die Wohnortgröße der Teilnehmenden spiegelt die Verteilung der PLZn wieder. Der Großteil von 59,7 % haben an, in einer Großstadt über 100.000 Einwohner*innen zu leben. Etwa gleich oft waren die mittlere (16,9 %) und die Kleinstadt (15,3 %) vertreten. Landgemeinden unter 5.000 Einwohner*innen lagen bei 8 % (s. Abbildung 4.6).

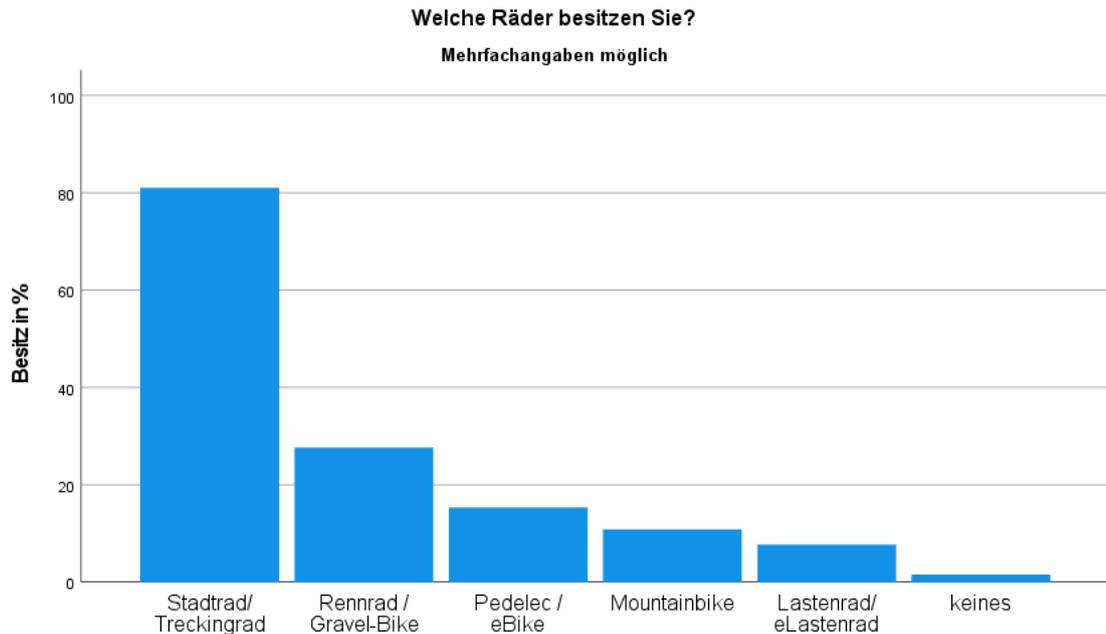


Abbildung 4.7: Art der Fahrräder im Besitz der Befragten

Der Radbesitz der Teilnehmenden wird in Abbildung 4.7 dargestellt. 81 % besitzen ein Stadtrad/Trekkingrad. Weniger vertreten sind Rennräder (27,7 %), Pedelecs/e-Bikes (15,3 %), (e)Lastenräder (7,7 %) und Mountainbikes (10,9 %). Weitere Räder sind Liegeräder, Velomobile und Falträder. 1,6 % der Befragten besitzen gar kein Rad.

Die Nutzungshäufigkeit stellt Abbildung 4.8 dar. 47,3 % der Teilnehmenden gaben an, (fast) täglich mit dem Rad in einer typischen Woche unterwegs zu sein. An 3-5 Tagen waren 27,4 % unterwegs, an 1-2 Tagen 1,9 %. (Fast) nie waren 8,3 % der Befragten mit dem Fahrrad unterwegs.

Die Wegezwecke mit dem Rad stellt Abbildung 4.9 dar. 75,8% der Teilnehmenden nutzten das Rad für den Weg zur Arbeit/ zum Ausbildungsort, 89% nutzten das Rad in der Freizeit, 45,5% betrieben Radfahren als Sport und 65,9% erledigten den alltäglichen Einkauf mit dem Rad (Mehrfachnennungen möglich). Als sonstige Zwecke wurden Kindertransport und Radreisen genannt.

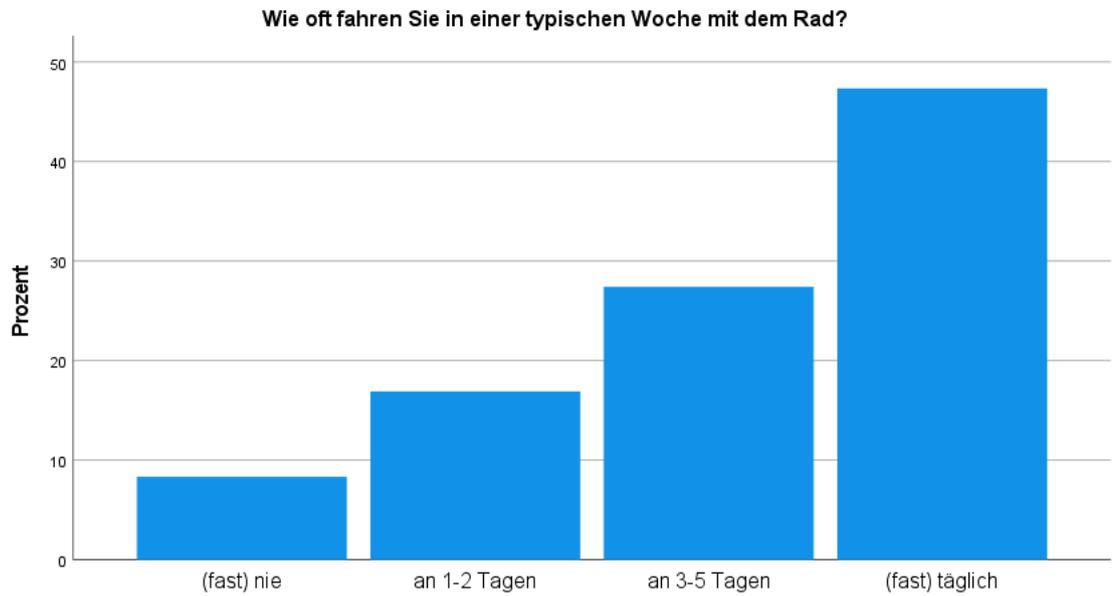


Abbildung 4.8: Nutzungshäufigkeit in einer typischen Woche

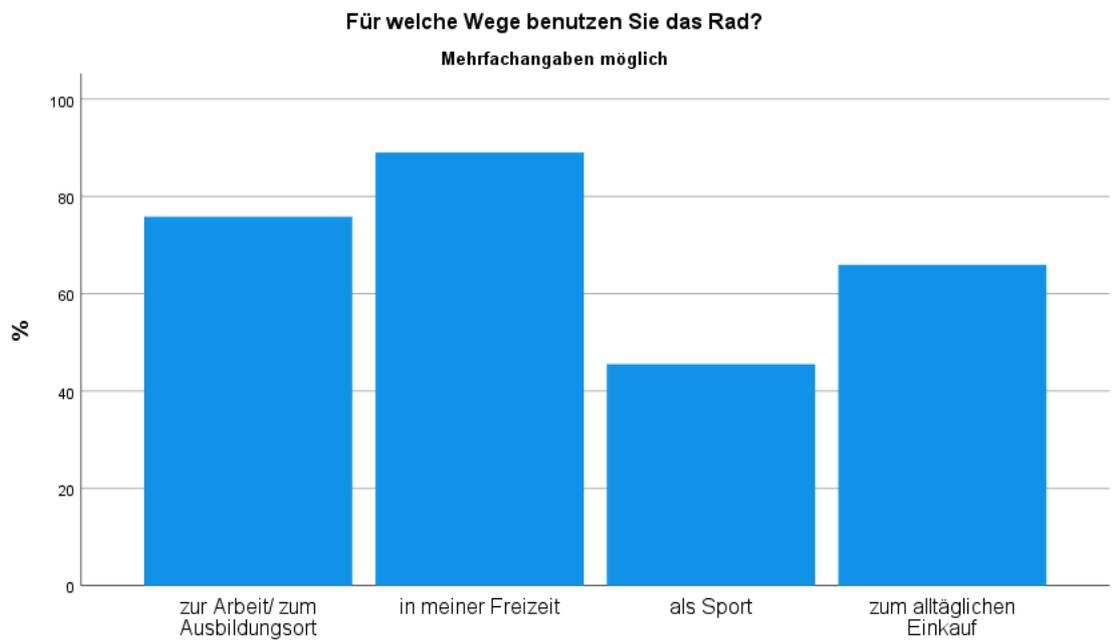


Abbildung 4.9: Wegezwecke der Befragten

4.2.2 Einstellungen

Sieben Fragen wurden zur Einstellungen der Befragten gestellt und mit einer fünfteiligen Skala von „stimme voll und ganz zu“ (1) bis „stimme ganz und gar nicht zu“ (5) bewertet. Alle Teilfragen sind im Anhang C.2 auf S. 68 als Balkendiagramme abgebildet.

Radwege auf Kosten des Autoverkehrs wurden von 77,1 % voll und ganz unterstützt, weitere 13,8 % stimmten zu. Insgesamt waren 90,9 % der Befragten positiv eingestellt, 6,1 % neutral und 3,1 % dagegen (s. Abbildung 4.10). Der arithmetische Mittelwert lag bei 1,36 bei einer Standardabweichung von 0,77.

Radwege auf Kosten der Umwelt standen 41,5 % neutral gegenüber, während 39,9 % positiv und 18,5 % negativ eingestellt waren. Der arithmetische Mittelwert lag bei 2,74 bei einer Standardabweichung von 1,00.

Die Verpflichtung zu einer nachhaltigen Verkehrsmittelwahl fühlten 84,3 % der Befragten, 11 % stimmten hier für teils/teils und 4,7 % stimmten nicht zu. Der arithmetische Mittelwert lag bei 1,72 bei einer Standardabweichung von 0,90.

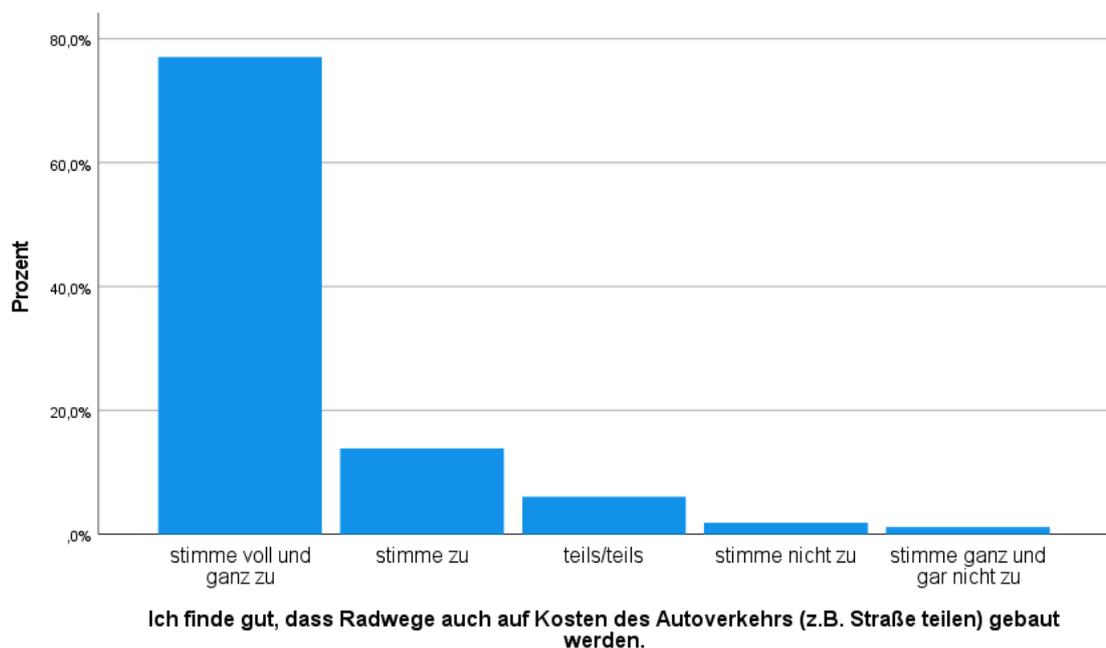


Abbildung 4.10: Einstellungen zu Radwegen auf Kosten des Autoverkehrs

Autofahren als Leidenschaft traf für 10,1 % zu. 15,3 % standen Autofahren neutral gegenüber, während 74,6 % nicht zustimmten. Der arithmetische Mittelwert lag bei 4,05 bei einer Standardabweichung von 1,08.

Zufriedenheit mit Radinfrastruktur empfanden 9,7 % der Befragten. 30,6 % antworteten mit teils/teils und 59,7 % waren unzufrieden. Der arithmetische Mittelwert lag bei 3,76 bei einer Standardabweichung von 0,96.

PKW-Besitz auf dem Land heute wurde von 48,2 % als notwendig betrachtet. 37,6 % antworteten mit teils/teils und 14,2 % stimmten dem nicht zu. Der arithmetische Mittelwert lag bei 2,55 bei einer Standardabweichung von 0,98.

PKW-Besitz auf dem Land in Zukunft sahen 32,0 % weiterhin als notwendig an. 38,1 % gaben teils/teils an, während 29,9 % davon ausgingen, dass zukünftig Mobilität auf dem Land ohne PKW möglich ist. Der arithmetische Mittelwert lag bei 3,0 bei einer Standardabweichung von 1,06.

4.2.3 Zusammenfassung zur Stichprobe:

Die Stichprobe der Befragung bestand wie geplant aus Radfahrenden, die häufig Radfahren. Männer nahmen mehr als doppelt so häufig als Frauen und nicht-binäre Personen an der Umfrage teil. Die Wohnorte der Befragten verteilten sich über ganz Deutschland mit einer Konzentration auf Süddeutschland und Großstädte. Die Befragten wünschten sich eine Umwidmung der Verkehrsinfrastruktur vom Auto hin zum Fahrrad, fühlten eine Verpflichtung zu nachhaltigen Verkehrsmitteln und empfanden größtenteils keine Leidenschaft zum Autofahren.

4.3 Bewertung durch Schulnoten

Neun der 14 unterschiedliche Lösungen wurden von den Teilnehmenden mit der Skala von 1 bis 6 bewertet. Die Interpretation der Schulnoten findet sich in Tabelle 3.3 auf Seite 23. Die nicht-getrennten Bauformen standen jeweils einmal mit viel (Nr. 1-3) und wenig Verkehr (Nr. 12-14) zur Bewertung, die baulich und räumlich getrennten Bauformen Nr. 4-9 jeweils nur mit viel Verkehr, da diese Lösungen auch mit viel Verkehr durch die Trennung als akzeptierter gelten als nicht-getrennte Formen (vgl. Zimmermann, Mai und Frejinger 2017; G. K. Deenihan 2013).

Tabelle 4.2 zeigt die Mittelwerte der Noten und Standardabweichung der zwölf Lösungen (nach Lösung sortiert) inkl. der Graphiken. Diese Daten werden später nach Noten sortiert, um die Schulnotenvergabe mit dem direkten Ranking zu vergleichen (s. Abschnitt 4.5). Die Lösungen Nr. 1-3 und 12-14, die direkt auf der Fahrbahn geführt werden, erhielten Noten zwischen 3,4 und 5,5. Die Variante mit weniger Verkehr wurde um 0,8 bzw. 0,5 Noteneinheiten besser bewertet. Die baulich getrennten Wege Nr. 4-7 wurden zwischen 1,9 und 3,6 bewertet. Der Mischverkehr mit Fußgänger*innen wurde durch einen zweiseitigen Geh- und Radweg um eine halbe Notenstufe (0,5) besser bewertet. Auffallend ist, dass der zweiseitiger Radweg (Nr. 7) mit 1,9 im Vergleich zum einseitigen Radweg (Nr. 6) mit 2,8 um fast eine ganze Notenstufe (0,9) besser bewertet wurde. Die räumlich getrennten Wege Nr. 8 und 9 wurden mit 1,6 und 3,2 bewertet. Der asphaltierte Weg erhielt 1,6, während die nicht-asphaltierte Variante mit 3,2 um 1,6 Notenstufen hinten liegt. Ein unabhängig geführter Radweg erhielt also nur mit gutem Belag eine gute Note. Werden die Lösungen nach Noten sortiert, ergibt sich die Darstellung in Abbildung 4.11. Lösung Nr. 1 direkt auf der Fahrbahn erhielt wie erwartet die schlechteste Note von 5,5 (Median 6). Am besten schnitt der asphaltierte unabhängige Radweg mit 1,6 (Median 1) ab.

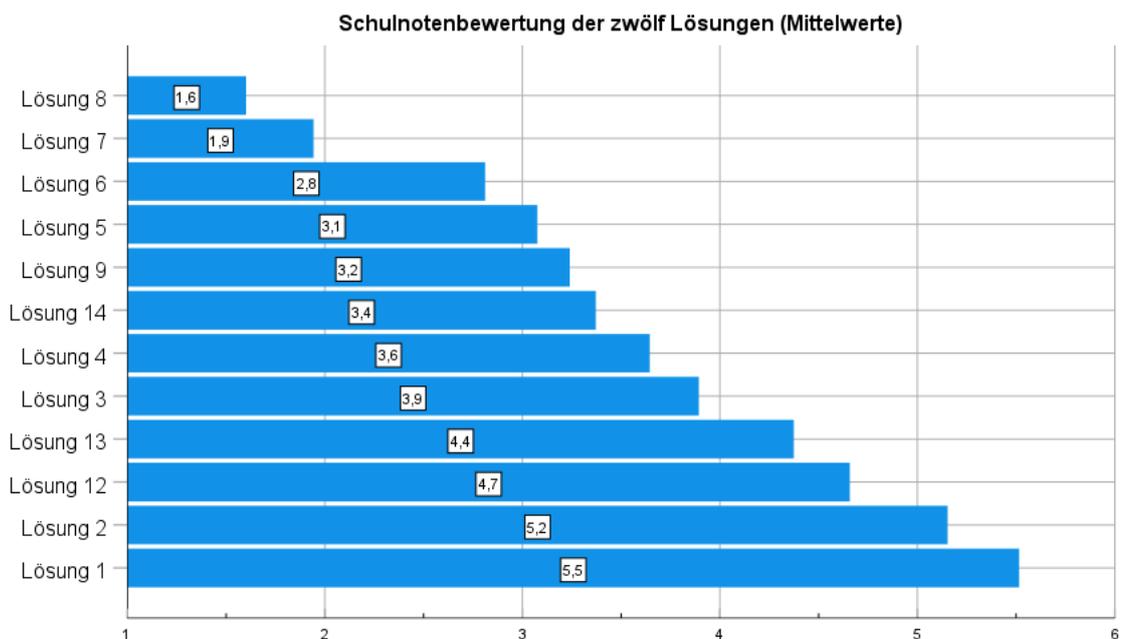


Abbildung 4.11: Schulnoten der zwölf bewerteten Lösungen (sortiert nach Note)

4 Auswertung

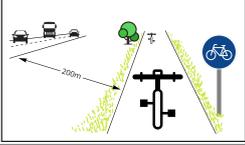
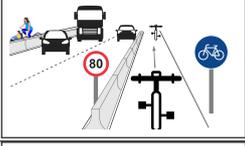
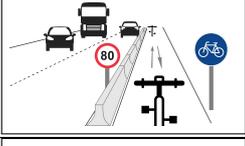
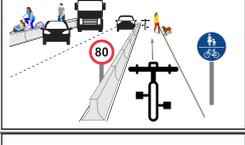
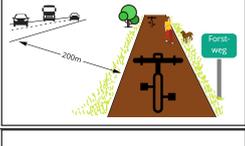
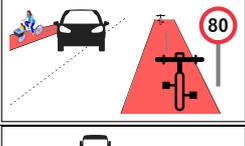
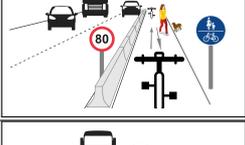
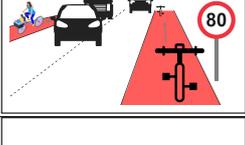
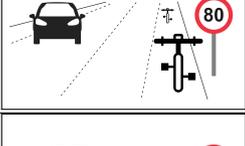
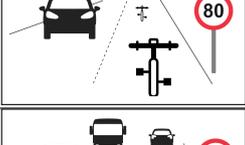
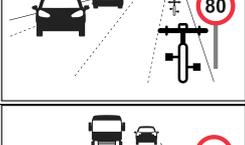
			Mittelwert	Std.-Abweichung
1		Lösung 8	1,6	0,868
2		Lösung 7	1,9	1,014
3		Lösung 6	2,8	1,067
4		Lösung 5	3,1	1,090
5		Lösung 9	3,2	1,358
6		Lösung 14	3,4	1,302
7		Lösung 4	3,6	1,083
8		Lösung 3	3,9	1,270
9		Lösung 13	4,4	1,237
10		Lösung 12	4,7	1,279
11		Lösung 2	5,2	0,995
12		Lösung 40	5,5	0,955

Tabelle 4.2: Schulnoten der 12 bewerteten Lösungen (sortiert nach Note)

4.4 Ranking

In diesem Abschnitt wurden die 14 Lösungen von den Befragten nach Akzeptanz sortiert. Nach Mittelwerten sortiert ergibt sich die in Abbildung 4.12 dargestellte Reihenfolge. Neu hinzugekommen sind die Lösungen Nr. 10 und 11, welche Varianten der unabhängigen Radwege mit einer eigenen Steigung und Oberflächenänderung sind. Diese wurden nicht mit Schulnoten bewertet, um die Komplexität am Anfang der Befragung zu verringern.

Die nicht getrennte Lösungen (Nr. 1-3, 12-14) erhielten die Plätze 8 und 10-14 im unteren Bereich des Rankings. Allein Nr. 14, der Radstreifen mit wenig Verkehr, erreichte Platz 8 und wurde besser als der nicht-asphaltierte Forstweg mit eigener Steigung (Nr. 11 auf Platz 9) bewertet. Die baulich getrennten Lösungen (Nr. 4-7) lagen auf Plätzen zwischen 2 und 7. Räumlich getrennte Lösungen (Nr. 8-11) erhielten verstreute Bewertungen zwischen den Plätzen 1 bis 9.

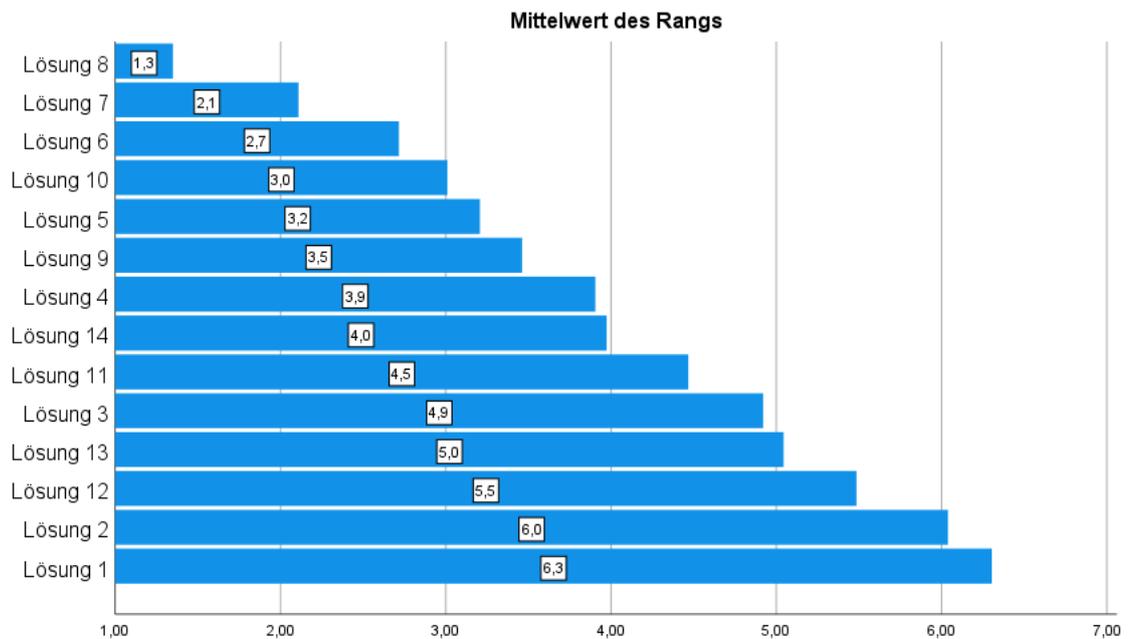


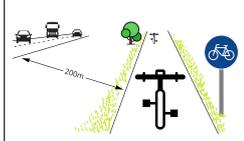
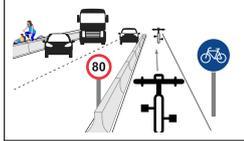
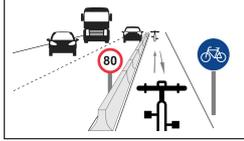
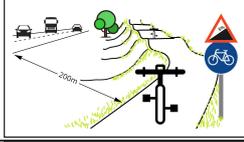
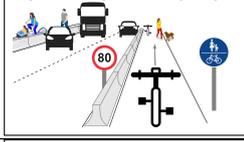
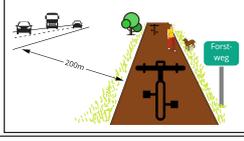
Abbildung 4.12: Ranking der 14 Lösungen

4.5 Abschließender Vergleich von Ranking und Schulnoten

Die Reihenfolge der 14 Lösungen kann nun zwischen der Schulnotenvergabe und dem direkten Ranking verglichen werden. Den Vergleich zeigt Tabelle 4.3. Bis auf eine Ausnahme ergaben die Schulnotenbewertung und das Ranking eine konsistente Reihenfolge der

4 Auswertung

Lösungen. Die Lösungen ohne Radinfrastruktur (Nr. 1, 12) und der Schutzstreifen (Nr. 2, 13) wurden in jedem Fall als die schlechtesten Lösungen bewertet. Geringer PKW- und LKW-Verkehr (Nr. 12, 13) wurde hohem PKW- und LKW-Verkehr (Nr. 1, 2) vorgezogen. Bei den baulich getrennten Wegen (Nr. 4-7) schnitten die mit Fußgänger*innen gemischten Wege schlechter ab, als die reinen Radwege, auch in zweiseitiger Ausführung. Die Akzeptanz von unabhängig geführten Wegen (Nr. 8-11) war stark abhängig vom Belag und der Steigung der Wege. Die Lösung mit Asphalt und gerader Strecke (Nr. 8) erreichte bei den Schulnoten wie dem Ranking den ersten Platz. Der steigende Forstweg dagegen lag auf Platz 9 im Ranking und lag somit im unteren Mittelfeld. Der einseitige, gemischte Fuß- und Radweg (Nr. 4) sowie der zweiseitige Radstreifen bei wenig Verkehr (Nr. 14) wurden mit den Noten 3,9 und 4,0 bereits eng aneinander benotet. Beim Ranking drehte sich die Reihenfolge der beiden Lösungen um und Nr. 14 landete im Mittel auf Rang 3,4, während Nr. 4 etwas darunter auf Rang 3,6 lag. Diese Änderung ist mit dem geringen Unterschied von 0,1 Notenschritten nicht verwunderlich. Letztendlich bleiben Nr. 4 und Nr. 14 bei beiden Reihenfolgen im mittleren Bereich von Rang 7/8 bzw. 6/7. Auf den ersten vier Plätzen liegen alle Lösungen, die sich rein auf den Radverkehr konzentrieren.

		Rang (Ranking)	Ranking (Mittelwert) Skala 1-7	Rang (Note)	Note (Mittelwert) Skala 1-6
	Lösung 8	1	1,3	1	1,6
	Lösung 7	2	2,1	2	1,9
	Lösung 6	3	2,7	3	2,8
	Lösung 10	4	3,0	-	-
	Lösung 5	5	3,2	4	3,1
	Lösung 9	6	3,5	5	3,2

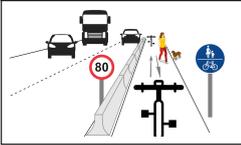
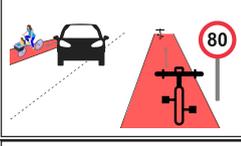
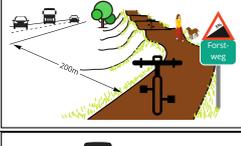
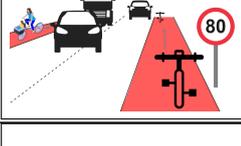
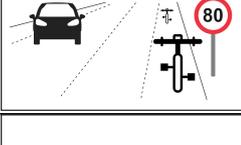
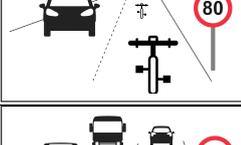
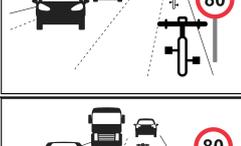
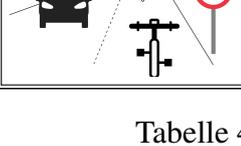
		Rang (Ranking)	Ranking (Mittelwert) Skala 1-7	Rang (Note)	Note (Mittelwert) Skala 1-6
	Lösung 4	7	3,9	7	3,6
	Lösung 14	8	4,0	6	3,4
	Lösung 11	9	4,5	-	-
	Lösung 3	10	4,9	8	3,9
	Lösung 13	11	5,0	9	4,4
	Lösung 12	12	5,5	10	4,7
	Lösung 2	13	6,0	11	5,2
	Lösung 1	14	6,3	12	5,5

Tabelle 4.3: Abschließender Vergleich von Ranking und Schulnoten

4.6 Maximal akzeptierter Umweg

In diesem Abschnitt werden die Antworten auf die Frage analysiert, wie lange ein Umweg auf einem unabhängig geführten Radweg maximal sein darf, wenn die Fahrtzeit auf der Fahrbahnführung 20 min dauert (s. Abschnitt 3.4.3 auf S. 24). Die Mittelwerte des ak-

zeptierten Umweges für die Lösungen 8, 9, 10 und 11 betragen 8,1, 6,2, 6,4 und 4,9 min. Zur detaillierten Auswertung wurden die Daten in einem Boxplot dargestellt (s. Abbildung 4.13). Der Median, der nach Definition die Datenwerte in zwei gleichgroße Anteile teilt und damit weniger anfällig für Extremwerte ist, betrug bei Lösung Nr. 8 7 min. Im Mittelwert von hier 8,1 min wurden hingegen diese Extremwerte miteingerechnet. 50 % der Fälle liegen innerhalb der Box, dem sog. Interquartilsabstand. Bei Lösung Nr. 8 wählten 50 % der Befragten einen Wert zwischen 5 und 10 min. Die Länge der Fühler oder Whisker beträgt das 1,5-Fache der Box bzw. den Minimal- und Maximalwert, der in den Daten vorliegt. Für Lösung Nr. 8 reichte der untere Whisker von 0 bis 5 min, der obere von 10 bis 15,5 min. Werte außerhalb der 1,5-fachen Länge der Box werden als Ausreißer mit Punkt und Stern dargestellt. Sterne sind hier extreme Ausreißer, die mehr als der dreifachen Länge der Box entsprechen.

Zu sehen ist, dass der Median über die Lösungen hinweg abnahm. Die Bereitschaft für Umwege nahm also über die Lösungen ab. Es gab allerdings einige Ausreißer, die einen Umweg von bis zu 70 min auf einer Strecke von ursprünglich 20 min inkaufnehmen würden. Das würde eine Gesamtstrecke von 1,5 h, das 4,5-fache der ursprünglichen Strecke bedeuten. Diese Zahl erscheint sehr hoch und kann in einem Missverständnis der Fragestellung begründet sein. Hier wird die Wichtigkeit des Medians als robusteres Mittel zur Einschätzung klar. Für die Lösungen Nr. 8, 9, 10 und 11 ist ein maximaler Umweg (Median) von 7, 5, 5 und 4 min Umweg akzeptiert. Ein nicht-asphaltierter Forstweg mit einer Steigung ähnlich zur Straße (Nr. 9) erlaubt den gleichen Umweg wie ein asphaltierter Radweg mit eigener Steigung (Nr. 10).

Die Aussagekraft der angegebenen Dauer des akzeptierten Umweges ist aus drei Gründen eingeschränkt: Erstens enthielten die Zahleneingaben die meisten offensichtlichen Tippfehler, die manuell korrigiert wurden (s. Abschnitt 4.1 auf S. 28 und Anhang C.1 auf S. 68). Zweitens deuteten die zahlreichen Ausreißer auf eine missverständliche Fragestellung hin. Drittens gab es einige Kommentare, die auf das Fehlen von negativen Eingabemöglichkeiten hinwiesen, woraus sich schließen lässt, dass manche Teilnehmenden nicht nur keinen Umweg akzeptierten (wie erfasst), sondern sogar eher Abkürzungen wünschten, was nicht erfasst wurde. Daher können diese Zahlen nur bedingt belastet werden.

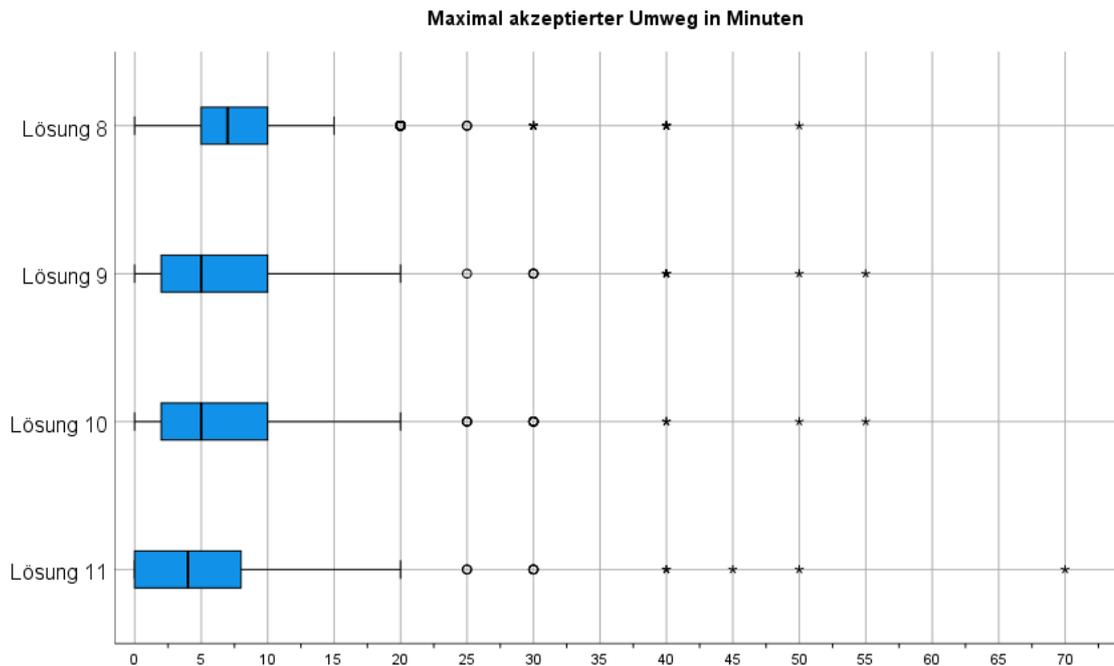


Abbildung 4.13: Maximal akzeptierter Umweg

4.7 Kommentare

Das Kommentarfeld des Fragebogens nutzten 170 der 867 Befragten (19,6 %). Die Themen der Kommentare zeigt Abbildung 4.14, welche sich in die Unterkategorien Schwierigkeiten mit der Technik der Umfrage (senkrecht liniert, dunkelblau), Anmerkungen zum Konzept der Befragung (horizontal liniert, türkis), Einstellung zur Trennung von Rad- und Fuß-/Autoverkehr (gepunktet, lila) und weitere Themen (blanko, blau) einordnen lassen.

Technik 10,6 % der Befragten gaben Probleme mit der technischen Umsetzung der Befragung an. Der größte Anteil mit 5,3 % entfiel auf die Nutzung von mobilen Endgeräten, die die Bedienung der Umfrage komplizierten. Weitere 3,5 % bemängelten die fehlerhafte Darstellung der PLZ mit führender Null an. Statt 01 wurde 1 angezeigt. Die letzten 1,8 % der kommentierten Technikprobleme traten beim Ranking auf. Auffallend ist, dass die fehlerhaften Eingaben bei der Angabe des maximal akzeptierten Umwegs (s. Abschnitt 4.6) in den Kommentaren keine Erwähnung finden. Die Fehleingaben wurden also von den Befragten selbst nicht erkannt und fielen erst in der Auswertung auf.

Konzept 31,2 % kommentierten das Befragungskonzept. Am häufigsten mit 12,9 % der Kommentare wurde auf die Wichtigkeit der Radweg- und Straßenbreite hingewiesen.

„Wichtig für die Akzeptanz eines Radweges ist auch die Breite. Ein Zweirichtungsradweg, wo keine Lastenräder oder Fahrräder mit Anhänger aneinander vorbeikommen, ist ebenso inakzeptabel wie ein nur in einer Richtung freigegebener Radweg, wo man nicht überholen kann. Insbesondere auf längeren Strecken außerorts ist das aber auch für Radfahrer:innen wichtig! Im Zweifelsfall wählen Radfahrer:innen nämlich sonst wieder die sehr viel gefährlichere Straße.“

6,5 % der Kommentare enthielten tiefere Begründungen zu den Aussagen über die erfragten Einstellungen (s. Abschnitt 4.2.2). Die Abfrage der Fahrtzeit für den maximal akzeptierten Umweg beschäftigte 5,3 % der Kommentare. 4,7 % sprachen eine in der Umfrage nicht erfasste Option oder Situation an, z. B. Einfluss des Wetters oder von Straßen vollkommen unabhängig geführte Radwege. 1,8 % äußerten Unsicherheit bei der Interpretation der Graphiken. Diese seien teilweise zu klein angezeigt worden und daher schwer zu erkennen gewesen.

Trennung von Fuß- und Autoverkehr Aussagen zur Trennung des Radverkehrs vom Fuß- und Autoverkehr enthielten 8,8 % der Kommentare. Während 5,9 % eine unbedingte Trennung zwischen Rad- und PKW-Verkehr forderten, präferierten 2,9 % die Fahrt direkt auf der Fahrbahn und lehnten separierte Wege ab. Anhand der Kommentare ist

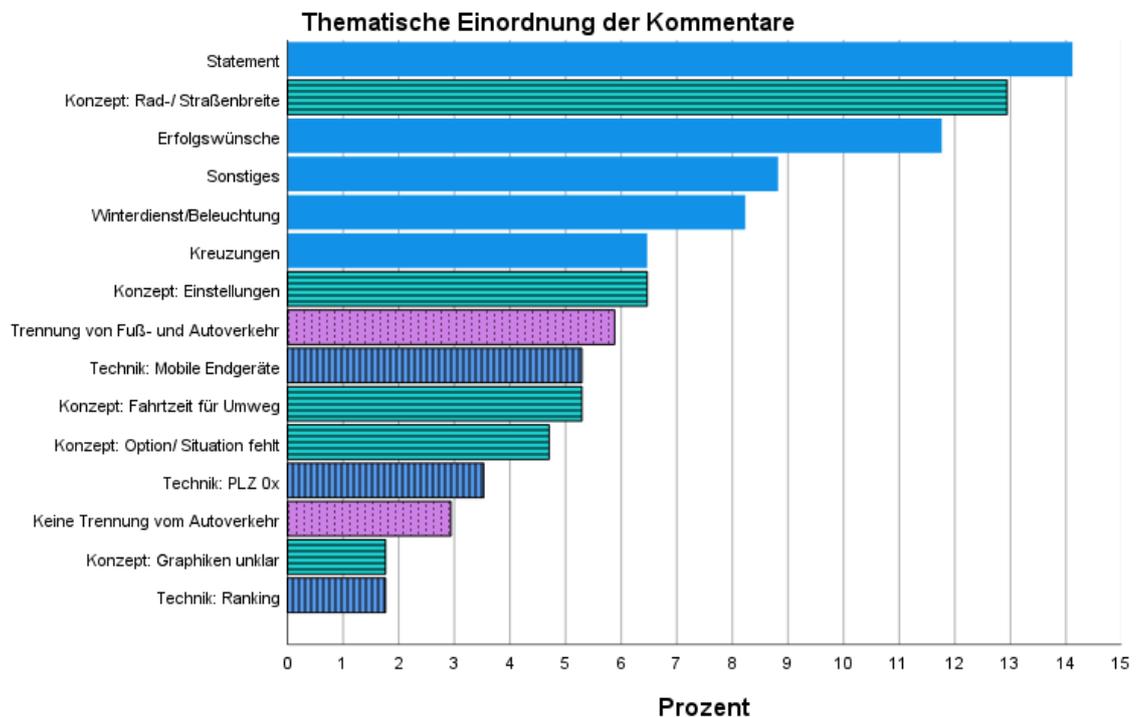


Abbildung 4.14: Thematische Einordnung der Kommentare

eine gewisse Emotionalisierung des Themas zu spüren. So äußerte sich eine Person folgendermaßen:

Als sportlicher Rennradfahrer fühle ich mich auf der Straße am sichersten. Dort gehören Fahrräder in meinen Augen auch hin. Baulich getrennte Fahrbahnen für Fußgänger und Radfahrer gleichermaßen sind sportlich nicht nutzbar. Es wäre deshalb schön, wenn auch in DE, wie in Österreich, zwischen den Fahrtypen unterschieden würde und es Ausnahmen von der Radwegbenutzungspflicht gäbe. Die macht es in der Praxis oftmals nicht sicherer, sondern gefährlicher: z.B. durch Kreuzung von Bundesstraßen, weil linksseitig ein paar hundert Meter benutzungspflichtiger Radweg.

Separierte Wege erfüllten nicht die Bedürfnisse dieser Person, während die Trennung für andere einen Gewinn an Sicherheit bedeutete. So äußert sich eine andere Person, dass ein Radweg auf der Landstraße ohne bauliche Trennung absolut inakzeptabel sei. Vor allem Kinder seien hier gefährdet. Wird die Datenlage außerhalb der Kommentare betrachtet, so ist eine deutliche Bevorzugung von separierter Radinfrastruktur zu sehen: Die erste Lösung ohne Trennung (konkret Nr. 14, beidseitige Radstreifen mit wenig Verkehr) lag auf Platz 8 im Ranking aller 14 Lösungen.

Erfolgswünsche 11,8 % der Kommentare enthielten Erfolgswünsche und Interesse an den Ergebnissen der Arbeit.

Sonstiges Weitere 8,8 % der Kommentare - unter Sonstiges zusammengefasst - beschäftigten sich mit Themen außerhalb des Radverkehrs wie ÖPNV oder mit Wasserstoff angetriebene Fahrzeuge.

Winterdienst/Beleuchtung 8,2 % der Kommentare benennen die Notwendigkeit von weiteren Sicherheitsaspekten wie den Winterdienst und eine gute Beleuchtung. So äußert sich eine Person zu den Forstwegen so:

„Als Frau würde ich nicht unbedingt einen Forstweg nehmen wollen, höchstens in der Freizeit und in Begleitung. [...] Bei Verbindungen zum nächsten Ort, möchte ich auch nicht unbedingt auf einem straßenfernen Weg fahren. Dass dort etwas passiert und man dann keine Hilfe bekommt, ist ungleich höher, als wenn ein Weg an einer Straße entlang führt. Bei Radwegen zwischen Ortschaften wäre auch eine Beleuchtung ganz nett. Im Dunkeln reicht eine Fahrradbeleuchtung für die Unzulänglichkeiten von Radwegen nicht aus. Und auf dem Forstweg wird es dann richtig dunkel und richtig gefährlich. Schon als Jugendliche bin ich nur tagsüber durch den Wald gefahren, abends immer nur auf der Fahrbahn.“

Kreuzungen 6,5 % der Kommentare weisen auf die Umsetzung von Kreuzungen und Querungen hin.

„Neben der Art der Radwege ist die Gestaltung der Knotenpunkte (Sicherheit, Zeitverlust) sowie der Zu- und Abgang zu außerörtlichen Radwegen sehr wichtig. Oft bestehen gute Radwege, für die man an Ortsein- und Ausgängen aber die Seite wechseln muss oder ein Bruch zwischen Gemeinde- und Kreisinfrastruktur besteht.“

Statements 14,1 % der Kommentare enthielten allgemeine Statements zum Radverkehr. Diese beschäftigen sich mit dem Thema Sicherheit, gewünschten StVO-Änderungen, Pläne zum Neubau von Straßen, der Mobilitätskultur in Deutschland und positiven Beispielen aus dem EU-Ausland wie den Niederlanden und Dänemark. Eine Person weist auf den Unterschied zwischen Theorie und Praxis hin:

„Ich arbeite in der Verwaltung, Straßenbau, Radverkehr. Es scheitert nicht daran, dass wir nicht wüssten, was sich Radler*innen wünschen, sondern am Platz, Naturschutz und Kosten für Grunderwerb. Aber dennoch natürlich gut, Studien zu haben.“

4.8 Prüfung der Hypothesen

Als letzten Schritt in der Auswertung werden die vorher aufgestellten Hypothesen (s. Abschnitt 3.1 auf S. 17) überprüft.

H1) Die Bewertung durch Schulnoten und Ranking ergibt dieselbe Reihenfolge der Bauformen.

Wie in Abschnitt 4.5 aufgezeigt unterschied sich die Reihenfolge durch Schulnoten und durch Ranking in einer Position. Diese Abweichung ist durch die geringe Distanz von 0,1 Notenschritten nachvollziehbar. Abgesehen davon ergaben die Schulnoten und das Ranking in der Tat dieselbe Reihenfolge der 14 bewerteten Lösungen, die in Tabelle 4.3 enthalten ist. Hypothese 1 kann daher von dieser Datenlage größtenteils bestätigt werden.

H2) Getrennte Bauformen (Nr. 4-11) werden im Vergleich zu nicht getrennten (Nr. 1-3, 12-14) bevorzugt.

Mit einer Ausnahme wurden getrennte Bauformen stets nicht-getrennten Bauformen vorgezogen. Nur im Fall eines nicht-asphaltierten Forstweges mit eigener Steigung (Nr. 11) wurde der beidseitige Schutzstreifen (Nr. 14) bevorzugt. Dies geschah allerdings nur bei einer geringen Verkehrsstärke und nicht bei viel Verkehr (Nr. 3). Es kann also angenommen werden, dass getrennte Bauformen - ob baulich oder räumlich getrennt - nicht-getrennten Formen bevorzugt wurden. Die Hypothese 2 kann somit größtenteils bestätigt werden.

H3) Die nicht-getrennten Bauformen werden bei weniger Verkehr (Nr. 12-14) durchgängig eher akzeptiert als bei viel Verkehr (Nr. 1-3).

Nicht-getrennte Bauformen wurden mit wenig Verkehr eher akzeptiert als mit viel Verkehr. Unabhängig der Verkehrslage erhielten nicht-getrennte Lösungen die niedrigste Akzeptanz unter den 14 Lösungen (mit der unter H2) genannten Ausnahme). Die Hypothese 3 kann daher größtenteils bestätigt werden.

H4) Der unabhängige, asphaltierte Weg (Nr. 8) wird am besten angenommen.

In der Tat erhielt der unabhängig geführte, asphaltierte Radweg (Nr. 8) den ersten Platz im Ranking und bei der Notenbewertung. Der Unterschied auf den zweiten Platz, der beidseitig baulich getrennte Radweg (Nr. 7) beträgt 0,8 Ränge bzw. 0,3 Notenschritte. Die Hypothese 4 kann bestätigt werden.

H5) Räumlich getrennte, nicht-asphaltierte Forstwege (Nr. 9, 11) werden eher abgelehnt als baulich getrennte, asphaltierte Wege (Nr. 4-7).

Der Wechsel im Belag weg von Asphalt bedeutete eine deutlich schlechtere Bewertung der unabhängig geführten Wege. Daher wurden diese Forstwege schlechter bewertet als baulich getrennte, asphaltierte Wege. Allein der nicht-asphaltierte Forstweg (Nr. 9) schlägt den einseitigen, gemeinsamen Fuß- und Radweg (Nr. 4) um 0,4 Ränge bzw. 0,4 Notenschritte. Die Hypothese 5 kann größtenteils bestätigt werden.

H6) Für einen unabhängig geführten Radweg wird ein Umweg von wenigen Minuten akzeptiert.

Je nach Beschaffenheit des unabhängig geführten Radweges wird ein Umweg mit dem Mittelwert zwischen 4,9 und 8,1 min akzeptiert. Diese Zahlen sind allerdings aufgrund der hohen Streuung und den häufigen fehlerhaften Eingaben in ihrer Aussagekraft eingeschränkt. Die Hypothese H6 kann größtenteils bestätigt werden.

5 Diskussion und Interpretation

Dieses Kapitel interpretiert und reflektiert die Befragung, deren Limitationen und vergleicht die Ergebnisse mit bisherigen Studien zum Thema.

5.1 Interpretation der Umfrage

Die abschließende Rangliste (s. Tabelle 4.3 auf S. 43) enthält die Ergebnisse aus der Bewertung mit Schulnoten und dem Ranking, die im weiteren anhand von Kriterien interpretiert werden.

Mit Blick auf die Flächenwidmung zeigte sich, eine eindeutige Präferenz von Lösungen, die sich rein an den Radverkehr richten. Dies lässt auf eine hohe Bedeutung von dedizierter Radinfrastruktur aus Sicht der Teilnehmenden schließen.

Der Mischverkehr mit dem KFZ-Verkehr schnitt schlecht ab und war aus Sicht der Teilnehmenden als Schutzstreifen umgesetzt gerade noch akzeptabel (aber nicht StVO-konform), als Radstreifen oder ohne RVA nicht akzeptabel. Dies könnte an der geringen subjektiven Sicherheit von Radfahrer*innen liegen, die durch die hohen Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugsverkehrs von 80 km/h zustande kam. Besonders in Kurven und unübersichtlicher Topographie, die in dieser Studie nicht eingesetzt wurden, vergrößert sich die Gefahr für Unfälle für Radfahrer*innen, was zu weiterer Ablehnung seitens der Radfahrer*innen führen könnte.

Der Mischverkehr mit dem Fußverkehr machte den Teilnehmenden mit Hinblick auf die Noteninterpretation (s. Tabelle 3.3 auf S. 23) keinen Spaß. Die gemeinsame Nutzung eines Weges durch Fußgänger*innen und Radfahrer*innen könnte aufgrund der Geschwindigkeitsunterschiedes zu gefährlichen Situationen führen. Mitgeführte Hunde oder Kinderwagen könnten dies verstärken. Als Lösung könnte eine Verbreiterung des Weges und eine zusätzliche Trennung zwischen Rad- und Fußverkehr dienen.

Zur Art der Trennung lässt sich anhand der vorliegenden Daten kein abschließendes Urteil fällen. Während Rad- und Schutzstreifen auf der Fahrbahn kaum akzeptiert werden, zeigt sich bei baulicher und räumlicher Trennung ein differenzierteres Bild. Der Komfort von räumlich getrennten, unabhängigen Radwege (wie weniger Blendlicht, Lärm und Emissionen des Kraftfahrzeugverkehrs) kann nach den vorliegenden Daten eine vorhandene Steigung oder Oberflächenänderung nicht ausgleichen. Baulich getrennte Radwege bieten zwar weniger Schutz vor dem Kraftfahrzeugverkehr, versprechen durch die getrennte Führung auf der Fahrbahn jedoch eine direkte Verbindung zwischen den Orten.

Die Oberfläche beeinflusste die Akzeptanz stärker als die Steigung. Nach diesen Daten sollten auch getrennten Radwege asphaltiert und eben ausgeführt werden. Ein nicht-asphaltierter Forstweg wurde weniger akzeptiert als eine baulich getrennte Alternative. Unabhängig geführte Radwege allein versprechen also keinen Erfolg. Es kommt hier besonders auf den Belag an. Dies könnte daran liegen, dass Steigungen mit Pedelecs gut bewerkstelligt, unebene, möglicherweise verschlammte Oberflächen dagegen nur schwer ausgeglichen werden können.

5.2 Reflexion der Formulierung der Befragung

In diesem Abschnitt wird die Umfrage hinsichtlich der Textformulierung kritisch untersucht. Diese beinhalten die Hinweise für mobile Endgeräte, der Szenarienbeschreibung, den Fragen zu den Einstellungen und zum Kommentarfeld.

5.2.1 Mobile Endgeräte

Die Umfrage war mit den Bildern und Darstellung der Fragen für die Beantwortung an einem Desktop-PC/ Laptop ausgelegt. Dieser Hinweis war im Mailansprechen und Social-Media-Beitrag enthalten, jedoch nicht auf der Begrüßungsseite der Befragung. Diese könnte der Grund sein, dass einige Befragte die Umfrage an einem mobilen Endgerät wie Smartphone oder Tablet absolvierten, was zu zahlreichen Abbrüchen und Beschwerden führte. Hinweise zur Nutzung sollten daher auch auf der ersten Seite der Befragung wiederholt werden.

5.2.2 Szenarienbeschreibung

Aus mehreren Kommentaren war ersichtlich, dass einige Befragte das Szenario der Befragung nicht vollständig erfassten. Der Texthinweis zum „täglichen Pendeln zum Arbeitsort/ Ausbildungsort“ (s. Abschnitt 3.4.2 auf S. 23) war also nicht ausreichend präzi-

se formuliert worden. Teilweise war die Rede von Freizeitverkehr in den Kommentaren. Auch war unklar, ob die Situation in der Befragung während der anhaltenden Pandemie oder davor angesiedelt wäre. Die Szenarien sollten daher etwas ausführlicher und damit vollständig verständlich beschrieben werden.

5.2.3 Einstellungen

Die Formulierung der Einstellungen wurde teilweise in den Kommentaren weiter debattiert. „In Zukunft wird ein privater PKW im ländlichen Gebiet (z.B. durch sehr guten Öffentlichen Nahverkehr) nicht mehr gebraucht, um mobil zu sein.“ Hier zeigte sich der Spagat, so konkret wie nötig und allgemein wie möglich zu formulieren. Als Beispiel für eine Mobilitätslösung ohne privaten PKW wurde in der Klammer der ÖPNV genannt. Ein Teil der Kommentare zeigte allerdings, dass dadurch guter ÖPNV als die einzig denkbare Maßnahme empfunden wurde. Dabei wurde kritisiert, dass ÖPNV auf dem Land niemals ausreichend oder wirtschaftlich umzusetzen sei. Der Ausbau des Radverkehrs und von Sharing-Angeboten wurden von den Teilnehmenden als weitere Notwendigkeit genannt, um Mobilität auf dem Land ohne einen privaten PKW zu gewährleisten. Der Fokus dieser Frage wechselte also bei einigen Teilnehmenden von der Zukunft ohne privaten PKW zu einer Machbarkeitsanalyse des ÖPNV auf dem Land. Dies ist ein Hinweis darauf, dass es vorteilhaft ist, derartige Beispiele zu wählen, die bei den Befragten keine mentale Fokusverschiebung begünstigen.

5.2.4 Personalbezogene Daten in den Kommentaren

Im Freitextfeld wurden teilweise personenbezogenen Daten wie Mailadressen oder Twitterhandles angegeben. Diese wurden während der Datenaufbereitung entfernt. Um diese Zusatzerbeit zu vermeiden, ist ein Hinweis wie „Bitte geben Sie hier keine personenbezogenen Daten an“ zu empfehlen.

5.3 Limitationen

Die Stichprobe der Befragung zeigte vor allem die Antworten von Männern und Personen in Großstädten. Weiterhin nutzten die Befragten zu einem großen Teil bereits das Rad, der größte Anteil mit 47 % bereits täglich. Dies kann zu einer Verzerrung der Aussagen führen. Frauen und Menschen außerhalb der Zweigeschlechtlichkeit und Landbewohner*innen wurden im Rahmen dieser Befragung kaum erreicht. Zudem kann die anhaltende Pandemie mit dem Coronavirus SARS-CoV-2 (Covid-19) die Antworten beeinflusst haben. Häufige Fehleingaben bei der Frage nach dem maximal akzeptierten Umweg verringern die Aussagekraft dieser Zahlen (s. Abschnitt 4.6 auf S. 43).

5.4 Vergleich mit bisherigen Studien

Aus den in Abschnitt 2.2.2 auf den S. 8-15 genannten Studien werden nun diejenigen ausgewählt, die aufgrund ihres ähnlichen Konzeptes mit dieser Arbeit vergleichbar sind. Tabelle 5.1 zeigt den Vergleich mit den Untersuchungen FixMyCity (2020), Zimmermann, Mai und Frejinger (2017), Hardinghaus, Cyganski und Bohle (2019) und G. K. Deenihan (2013).

Bezüglich der Zielgruppe wandten sich alle fünf Studien an Radfahrer*innen, wobei FixMyCity (2020) auch Fußgänger*innen und Autofahrer*innen befragte. Die Szenarien waren von Pendel- über Freizeit- zu Tourismus- bis Realverkehr breit verteilt. Drei der fünf Studien widmeten sich innerörtliche Verbindungen, was sie von dieser Arbeit unterscheidet. Bezogen auf die Herkunftsländer war Deutschland dreimal, die USA und Irland jeweils einmal vertreten. Hier sollten Unterschiede in der Topographie und Mobilitätskultur bedacht werden. Mit Blick auf Methodik zeigte sich ein weites Feld von der klassischen SP-Befragung bis hin zu neueren Ansätzen zur Auswertung von GPS-Daten. FixMyCity (2020) verfolgte mit der Bewertung von Verkehrssituationen mithilfe einer vierteiligen Skala einen ähnlichen Ansatz wie diese Arbeit mit der Bewertung durch Schulnoten von eins bis sechs. Bei Bedarf nach Darstellung der Verkehrssituation wurde auf Fotos oder schematische Darstellung zurückgegriffen. Was die Stichprobengröße betrifft, fallen die 21.000 Teilnehmenden von FixMyCity (2020) auf. Diese Arbeit liegt mit 867 Teilnehmenden im Bereich der 845 Teilnehmer*innen aus der lokalen Bevölkerung von G. K. Deenihan (2013) (vgl. S. 11). Die Ausführungen der Bauformen unterschieden sich teilweise stark, was in der unterschiedlichen Ausrichtung der Umgebung (innerorts/ außerorts) lag. In dieser Arbeit waren beispielsweise keine Parkmöglichkeiten für KFZ am Seitenrand oder Trennungspoller wie bei FixMyCity (2020) oder Hardinghaus, Cyganski und Bohle (2019) enthalten. Mit Blick auf die Ergebnisse wurden in allen fünf Arbeiten klare Tendenzen weg vom Mischverkehr hin zu getrennten RVAn deutlich.

Dieser Arbeit am nächsten steht das Werk von G. K. Deenihan (2013), da es große Überschneidungen hinsichtlich Zielgruppe, Szenario, Umgebung, Darstellung und Stichprobengröße existieren. Die von G. K. Deenihan gewählten Bauformen sind in dieser Arbeit als Nr. 1, 2 und 8 enthalten. Beide Untersuchungen kommen zum Ergebnis, dass getrennte Radwege die höchste Akzeptanz unter den untersuchten Bauformen einnahmen. G. K. Deenihan fand heraus, dass Pendler*innen einen zeitlichen Umweg von bis zu 110 % inkaufnehmen, um nicht auf einer Straße ohne RVA fahren zu müssen. Diese Bereitschaft für einen großen Umweg konnte in dieser Arbeit nicht bestätigt werden (s. Abschnitt 3.4.3 auf S. 24). Zusammenfassend kann diese Arbeit ähnliche Studien mit der Empfehlung auf gut ausgebaute, dedizierte Radinfrastruktur bestätigen.

Tabelle 5.1: Vergleich mit bisherigen Studien

Kriterien	Diese Arbeit	Fix my City	Hardinghaus	Zimmermann	Deenihan
Zielgruppe	Radfahrer*innen	Radfahrer*innen, Fußgänger*innen, Autofahrer*innen	Radfahrer*innen	Radfahrer*innen	Radfahrer*innen
Szenario	Pendelverkehr	keine Angabe	Freizeitverkehr	Realverkehr	Tourismus, Freizeit, Pendeln
Umgebung	zwischenörtlich	innerorts	innerorts	innerorts	zwischenörtlich
Land	Deutschland	Deutschland	Deutschland	USA	Irland
Methodik	Schulnoten, Ranking	Bewertung mit 4er Skala	Diskretes Entscheidungsexperiment	GPS-Daten	SP-Befragung
Darstellung	schematisch	photorealistisch (3D)	schematisch	-	Foto
Stichprobengröße	867 Teilnehmer*innen	21.000 Teilnehmer*innen	4.400 Teilnehmer*innen	648 beobachtete Pfade	1.132 Teilnehmer*innen, 845 lokal
Bauformen	14 Lösungen in drei Gruppen auf der Fahrbahn, baulich getrennt, räumlich getrennt	1.900 Routenalternativen mit Attributen Geschwindigkeit, Verkehrsstärke, Art/Breite Trennung, Einfärbung/Breite Parken	72 Routenalternativen mit Attributen RSV, Straßentyp, Geschwindigkeitslimit, Oberflächen, Parkmöglichkeiten, Vegetation, Reisezeiten	Reale Stadt Eugeone, Oregon	3 Routenalternativen: 1) Straße ohne RSV, 2) Radstreifen, 3) Getrennter Radstreifen und drei Attribute Fahrzeit, Wetter und Steigung
Präferenzen	Mischverkehr nicht akzeptabel, dedizierte Radinfrastruktur, mehr Einfluss von Oberfläche als Steigung, Asphalt bei unabhängigen Radwegen entscheidend	Mischverkehr sehr unsicher, breite RSV, Trennung, wenn ruhender Verkehr, dann RSV rechts davon	Fahrradstraßen, geschützte Radstreifen statt simple Markierung, glatte Oberflächen, Fahrtzeit weniger wichtig	starke Präferenz für getrennte Radwege, Distanz, Verkehrsstärke, Steigung, Kreuzungen, RSV vorhanden	bei Tourismus und Freizeit Zeit weniger wichtig, beim Pendeln Fahrtzeit wichtigstes Kriterium, Wetter, Steigung, getrennte Radwege

6 Fazit und Ausblick

Diese Arbeit untersuchte die Akzeptanz von zwischenörtlichen Radverkehrsanlagen, um Grundlagen für zukünftige Radverkehrsprojekte außerhalb bebauter Gebiete zu liefern. Untersucht wurde die Akzeptanz von 14 Verkehrsführungen in den drei Gruppen Auf der Fahrbahn ohne Trennung, Baulich und Räumlich getrennte Führungsformen. Ziel war es eine Rangliste der Lösungen nach Akzeptanz von Radfahrenden.

In einer Online-Befragung im Winter 2020/2021 bewerteten 867 Radfahrende 14 verschiedene Verkehrsführungen mit Schulnoten von 1 bis 6 und mit einer direkten Sortierung. Am akzeptabelsten empfanden die Teilnehmenden den räumlich getrennten, asphaltierten Radweg, gefolgt von dem beidseitigen, baulich getrennten Radweg und dem einseitigen, baulich getrennten Radweg. Die Führungsformen direkt auf der Fahrbahn ohne bauliche Trennung wurden am wenigsten akzeptiert. Als weiteres wichtiges Kriterium wurde die Oberfläche des Radweges identifiziert. Räumlich getrennte, unabhängig geführte Wege, die einen gewissen Komfort (wie weniger Blendlicht, Lärm und Emissionen des Kraftfahrzeugverkehrs) beinhalteten, konnten nach den vorliegenden Daten eine nicht-asphaltierte Oberflächen kaum ausgleichen. Eine vollständige Einordnung der 14 Lösungen findet sich in Abschnitt 4.5 auf S. 43.

Auf Grundlage dieser Untersuchung wird die Hypothese gestützt, dass Radverkehrsanlagen auf zwischenörtlichen Verbindungen vom Kraftfahrzeug- und Fußverkehr getrennt und asphaltiert umgesetzt werden sollten. Diese Arbeit unterstützt Ergebnisse zum Stand der Forschung und bietet eine konkrete Datenlage, um die Präferenzen von Radfahrenden auf zwischenörtlichen Verbindungen zu überblicken.

An dieser Stelle empfehlen sich weitere Untersuchungen zur Art der Trennung zwischen Rad- und KFZ-Verkehr sowie zur Gestaltung von Kreuzungen und Querungen. Zudem kann der Einfluss der stetig steigenden Nutzung von Pedelecs und Lastenrädern für den ländlichen Kontext untersucht werden. Über den Themenkomplex der Infrastruktur hinausgehend stellt sich die Frage, wie eine aktive Radkultur auf dem Land mit den Herausforderungen in Topographie und Distanzen gefördert werden kann. Hierfür könnte der Blick in Länder mit bereits hohem Radanteil wie z. B. die Niederlande oder Dänemark hilfreich sein, um den Radverkehr in Deutschland im Ganzen zu verbessern.

Literaturverzeichnis

- ADAC (15. Okt. 2020). *ADAC Test: Jeder dritte Radweg zu schmal*. Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. URL: <https://presse.adac.de/meldungen/adac-ev/tests/adac-test-jeder-dritte-radweg-zu-schmal.html> (besucht am 20.10.2020) (siehe S. 2, 12).
- Adam, L., T. Jones und M. te Brömmelstroet (1. Apr. 2020). „Planning for Cycling in the Dispersed City: Establishing a Hierarchy of Effectiveness of Municipal Cycling Policies“. In: *Transportation* 47.2, S. 503–527. doi: 10.1007/s11116-018-9878-3. URL: <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9878-3> (besucht am 23.10.2020) (siehe S. 1).
- AGFK-BW (27. März 2020a). *Modellprojekte zur Verkehrssicherheit: Schutzstreifen für den Radverkehr*. INTERNATIONALES VERKEHRSWESEN. URL: <https://www.internationales-verkehrswesen.de/modellprojekte-zur-verkehrssicherheit-schutzstreifen-fuer-den-radverkehr/> (besucht am 20.10.2020) (siehe S. 15).
- (2020b). *AGFK: Modellprojekte Schutzstreifen 2019-2021*. URL: <https://www.agfk-bw.de/projekte/modellprojekte-schutzstreifen-2019-2021/> (besucht am 28.10.2020) (siehe S. 15).
- Alrutz, D. (Mai 2019). „Schutzstreifen außerorts – Ergebnisse eines Modellvorhabens“. In: *Straßenverkehrstechnik*, S. 347–356. URL: <https://www.strassenverkehrstechnik-online.de/strassenverkehrstechnik/heftarchiv/svt-05-2019.html#c9374> (besucht am 27.10.2020) (siehe S. 15).
- BAST (2020). *BAST StVO-Novelle 28.04.2020*. URL: https://www.bast.de/BAST_2017/DE/Home/Karussellthemen/Homepage-stvo.html (besucht am 26.01.2021) (siehe S. 7).
- Blanck, R. u. a. (2017). „Mobiles Baden-Württemberg - Wege der Transformation zu einer nachhaltigen Mobilität“. In: *Schriftenreihe der Baden-Württemberg Stiftung* 87, S. 288. URL: <https://www.mobiles-bw.de/> (besucht am 23.11.2020) (siehe S. 2).
- BMVI (2017). *MiD 2017 Analysen Zum Radverkehr Und Fußverkehr*. Bonn, S. 84. URL: http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Analyse_zum_Rad_und_Fu%C3%9Fverkehr.pdf (besucht am 04.02.2021) (siehe S. 1).
- (21. Aug. 2020a). *Radschnellwege Bringen Fahrradfahrer Zügig & Sicher Ans Ziel!* URL: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Radverkehr/radschnellwege.html> (besucht am 26.01.2021) (siehe S. 7).
- (15. Mai 2020b). *Wir Machen Den Straßenverkehr Noch Sicherer, Klimafreundlicher Und Gerechter - Neue Regelungen Der Novelle*. URL: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/K/stvo-novelle-sachinformationen.html> (besucht am 09.02.2021) (siehe S. 6).

- BMVI (14. Jan. 2021). *Nationaler Radverkehrsplan 3.0*. URL: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Radverkehr/nationaler-radverkehrsplan-3-0.html> (besucht am 04.02.2021) (siehe S. 1).
- (2020c). *Modellversuch zur Abmarkierung von Schutzstreifen außerorts und zur Untersuchung der Auswirkungen auf die Sicherheit und Attraktivität im Radverkehrsnetz*. Fahrradportal. URL: <https://nationaler-radverkehrsplan.de/de/node/12245> (besucht am 26.10.2020) (siehe S. 15).
- Borgstedt, S., F. Jurczok und T. Gensheimer (2019). „Fahrrad-Monitor Deutschland 2019“. In: S. 216. URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/fahrradmonitor-2019-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile (besucht am 26.10.2020) (siehe S. 1).
- (2020). „Fahrrad-Monitor Deutschland - Corona-Befragung 2020“. In: S. 75. URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/StV/fahrrad-monitor-deutschland-corona-befragung-2020.pdf?__blob=publicationFile (besucht am 26.10.2020) (siehe S. 1).
- Buehler, R. und J. Dill (2. Jan. 2016). „Bikeway Networks: A Review of Effects on Cycling“. In: *Transport Reviews* 36.1, S. 9–27. ISSN: 0144-1647. DOI: 10.1080/01441647.2015.1069908. URL: <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1069908> (besucht am 03.11.2020) (siehe S. 10, 24).
- Bundesrepublik Deutschland (1. Apr. 2013). *Straßenverkehrs-Ordnung (StVO)*. URL: http://www.gesetze-im-internet.de/stvo_2013/ (besucht am 03.02.2021) (siehe S. 5).
- BVBS (2012). „Nationaler Radverkehrsplan 2020. Den Radverkehr gemeinsam weiterentwickeln.“ In: 2, S. 82. URL: <https://repository.difu.de/jspui/handle/difu/186525> (besucht am 26.10.2020) (siehe S. 1, 16).
- Czowalla, L. (2016). „eBike Pendeln. Nutzungs- und Akzeptanzkriterien von Elektro-fahrrädern im beruflichen Pendelverkehr. Abschlussbericht der wissenschaftlichen Begleitforschung.“ In: S. 222. URL: <https://repository.difu.de/jspui/handle/difu/232600> (besucht am 23.10.2020) (siehe S. 12).
- Deenihan, G. K. (Sep. 2013). „Bike-Ology: Evaluating Inter-Urban and Rural Cycling Infrastructure“. Dissertation. Dublin: Trinity College Dublin. 276 S. (siehe S. 11, 19, 24, 38, 54).
- Difu (2013). *Encouraging Cycling in Rural Municipalities*. URL: <https://repository.difu.de/jspui/handle/difu/232083> (besucht am 23.10.2020) (siehe S. 14, 15).
- Dill, J. und T. Carr (1. Jan. 2003). „Bicycle Commuting and Facilities in Major U.S. Cities: If You Build Them, Commuters Will Use Them“. In: *Transportation Research Record* 1828.1, S. 116–123. ISSN: 0361-1981. DOI: 10.3141/1828-14. URL: <https://doi.org/10.3141/1828-14> (besucht am 08.02.2021) (siehe S. 1).
- Duden (2021). *Lexikoneintrag zu Dooring*. URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Dooring> (besucht am 08.02.2021) (siehe S. 14).
- FGSV (2002). *Hinweise Zum Radverkehr Außerhalb Städtischer Gebiete (H RaS)*. URL: <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/197307/> (besucht am 03.11.2020) (siehe S. 3–7).

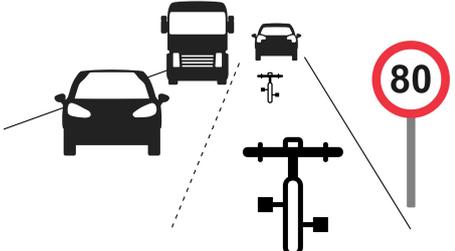
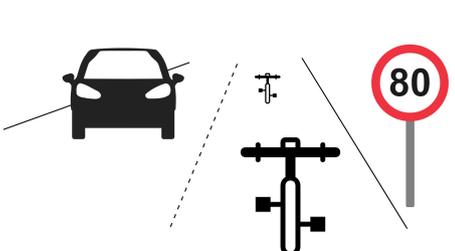
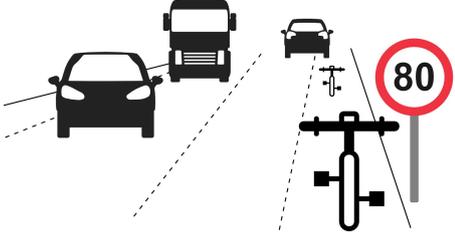
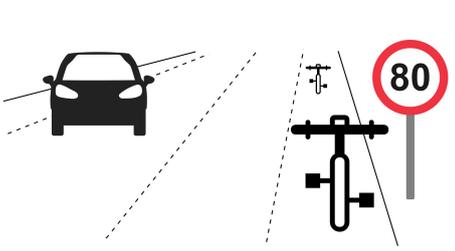
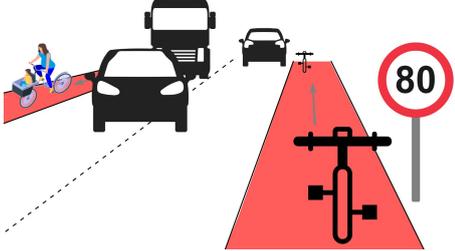
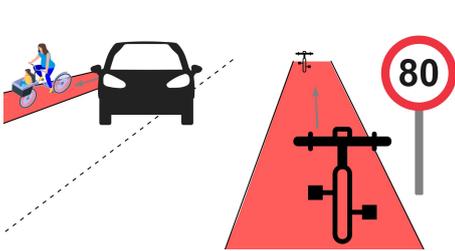
- FGSV, Hrsg. (2010). *Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA)*. Ausg. 2010. FGSV 284. Köln: FGSV-Verlag. 95 S. ISBN: 978-3-941790-63-6 (siehe S. 3–7).
- (2014). *AP Radschnellverbindungen*. URL: <https://www.fgsv-verlag.de/ap-radschnellverbindungen> (besucht am 23. 10. 2020) (siehe S. 3, 6).
- FixMyCity (Juli 2020). *Studie zur subjektiven Sicherheit im Radverkehr*. URL: <https://fixmyberlin.de/research/subjektive-sicherheit#zusammenfassung> (besucht am 20. 10. 2020) (siehe S. 13, 14, 17, 54).
- Friedrich, M., M. Schmaus und V. Waßmuth (30. Sep. 2017). *Nachhaltige Mobilität in Baden-Württemberg: Wissenschaftliche Begleitung eines Klimaschutz-Szenarios im Verkehr Entwicklung von Instrumenten und Maßnahmen*. Hrsg. von Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg. URL: https://vm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/Dateien/PDF/Klimaschutzszenario_Massnahmenbericht_V17.pdf (besucht am 19. 10. 2020) (siehe S. 12).
- Hardinghaus, M., R. Cyganski und W. Bohle (Mai 2019). *Attraktive Radinfrastruktur - Routenpräferenzen von Radfahrenden*. Hrsg. von Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR). URL: <https://repository.difu.de/jspui/bitstream/difu/257066/1/DS2224.pdf> (besucht am 03. 11. 2020) (siehe S. 12, 13, 17, 54).
- Harms, L., L. Bertolini und M. te Brömmelstroet (1. Dez. 2014). „Spatial and Social Variations in Cycling Patterns in a Mature Cycling Country Exploring Differences and Trends“. In: *Journal of Transport & Health. Walking & Cycling: The Contributions of Health and Transport Geography* 1, S. 232–242. ISSN: 2214-1405. DOI: 10.1016/j.jth.2014.09.012. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214140514000802> (besucht am 23. 10. 2020) (siehe S. 1).
- Hunt, J. D. und J. E. Abraham (2007). „Influences on Bicycle Use“. In: *Transportation* 34, S. 453–470. ISSN: 0049-4488, 1572-9435. DOI: 10.1007/s11116-006-9109-1. URL: <http://link.springer.com/10.1007/s11116-006-9109-1> (besucht am 16. 10. 2020) (siehe S. 8, 19).
- iExcelU (12. Feb. 2016). *iMapU*. iMapU 3.0 Das beste Landkarten-Tool seiner Art. URL: <https://iexcelu.de/imapu/> (besucht am 13. 01. 2021) (siehe S. 33).
- IPCC (2018). *Global Warming of 1.5 °C*. URL: <https://www.ipcc.ch/sr15/> (besucht am 02. 11. 2020) (siehe S. 12).
- Landkreis Northeim (23. Juli 2019). „Einsatz für den Erhalt des Fahrradschutzstreifens“. In: *Landkreis Northeim*. URL: <https://www.landkreis-northeim.de/portal/pressemitteilungen/219-2019-einsatz-fuer-den-erhalt-des-fahrradschutzstreifens-900000899-23900.html> (besucht am 27. 10. 2020) (siehe S. 15).
- Liu, G., S. Nello-Deakin u. a. (2020). „What Makes a Good Cargo Bike Route? Perspectives from Users and Planners“. In: *American Journal of Economics and Sociology* 79.3, S. 941–965. ISSN: 1536-7150. DOI: 10.1111/ajes.12332. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ajes.12332> (besucht am 23. 10. 2020) (siehe S. 10, 22).
- Liu, G., M. te Brömmelstroet u. a. (1. Juni 2019). „Practitioners’ Perspective on User Experience and Design of Cycle Highways“. In: *Transportation Research Interdiscipli-*

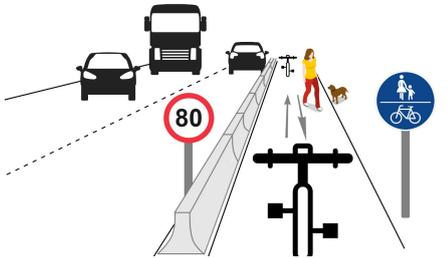
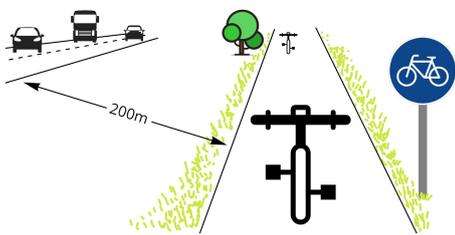
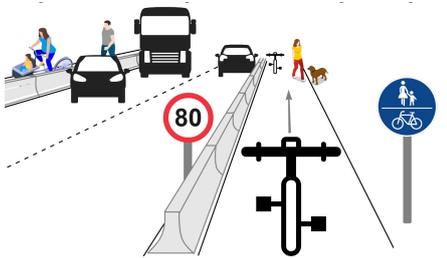
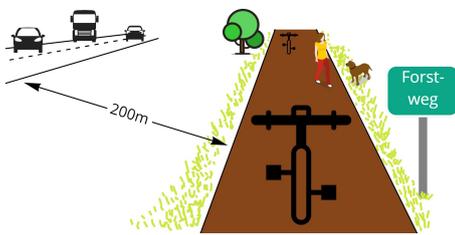
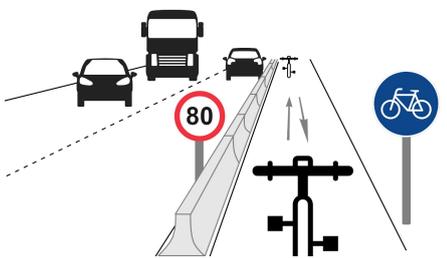
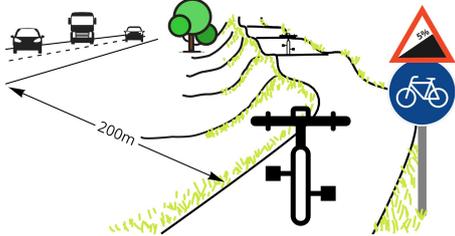
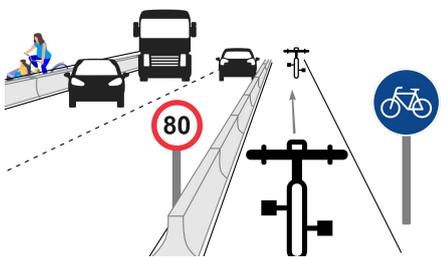
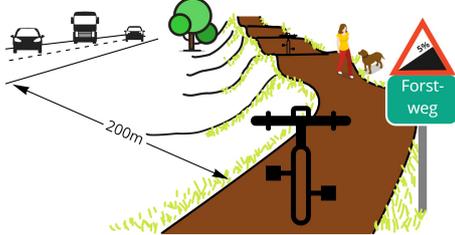
- nary Perspectives 1.100010, S. 8. DOI: 10.1016/j.trip.2019.100010. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198219300107> (besucht am 22. 10. 2020) (siehe S. 7).
- McCarthy, O. T., B. Caulfield und G. Deenihan (Juni 2016). „Evaluating the Quality of Inter-Urban Cycleways“. In: *Case Studies on Transport Policy* 4.2, S. 96–103. DOI: 10.1016/j.cstp.2015.11.004. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213624X15300158> (besucht am 20. 10. 2020) (siehe S. 10, 11).
- Nelson, A. C. und D. Allen (1. Jan. 1997). „If You Build Them, Commuters Will Use Them: Association Between Bicycle Facilities and Bicycle Commuting“. In: *Transportation Research Record* 1578.1, S. 79–83. ISSN: 0361-1981. DOI: 10.3141/1578-10. URL: <https://doi.org/10.3141/1578-10> (besucht am 08. 02. 2021) (siehe S. 1).
- Queer Lexikon e.V. (16. Juni 2019). *Lexikon-Eintrag zu Divers*. Queer Lexikon. URL: <https://queer-lexikon.net/2019/06/16/divers/> (besucht am 06. 02. 2021) (siehe S. 29).
- Sener, I. N., N. Eluru und C. R. Bhat (1. Sep. 2009). „An Analysis of Bicycle Route Choice Preferences in Texas, US“. In: *Transportation* 36, S. 511–539. ISSN: 1572-9435. DOI: 10.1007/s11116-009-9201-4. URL: <https://doi.org/10.1007/s11116-009-9201-4> (besucht am 27. 10. 2020) (siehe S. 9, 10).
- Statistisches Bundesamt Deutschland (2011). *Bevölkerung (Zensus): Deutschland, Stichtag, Nationalität, Geschlecht*. GENESIS Online. URL: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=previous&levelindex=4&levelid=1610531427744&levelid=1610531404669&step=3#abreadcrumb> (besucht am 13. 01. 2021) (siehe S. 32).
- Tilahun, N. Y., D. M. Levinson und K. J. Krizek (1. Mai 2007). „Trails, Lanes, or Traffic: Valuing Bicycle Facilities with an Adaptive Stated Preference Survey“. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 41, S. 287–301. ISSN: 0965-8564. DOI: 10.1016/j.tra.2006.09.007. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096585640600108X> (besucht am 30. 10. 2020) (siehe S. 8, 9, 19).
- UN (2015). *Paris Agreement*. Paris, S. 16. URL: https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_english.pdf (besucht am 26. 01. 2020) (siehe S. 12).
- Universität Stuttgart (März 2020). *Leitfaden der Universität Stuttgart zur geschlechtersensiblen Verwendung von Sprache*. URL: https://www.beschaefigte.uni-stuttgart.de/document/dokument_hkom/Leitfaden-geschlechtersensible-Sprache.pdf (besucht am 02. 11. 2020) (siehe S. 1).
- Zimmermann, M., T. Mai und E. Frejinger (Feb. 2017). „Bike Route Choice Modeling Using GPS Data without Choice Sets of Paths“. In: *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 75, S. 183–196. ISSN: 0968090X. DOI: 10.1016/j.trc.2016.12.009. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0968090X16302637> (besucht am 05. 02. 2021) (siehe S. 7, 8, 10, 22, 24, 38, 54).

Anhang A

Graphische Darstellung der Bauformen

A.1 Graphiken

Viel Verkehr	Wenig Verkehr
<p>1: Direkt auf der Fahrbahn</p> 	<p>12: Direkt auf der Fahrbahn</p> 
<p>2: Schutzstreifen auf der Fahrbahn</p> 	<p>13: Schutzstreifen auf der Fahrbahn</p> 
<p>3: Radstreifen auf der Fahrbahn</p> 	<p>14: Radstreifen auf der Fahrbahn</p> 

<p>4: Begleitender Geh- und Radweg mit baulicher Trennung, einseitig</p> 	<p>8: Unabhängiger Radweg, asphaltiert, etwa gleiche Länge und gleiche Steigung wie Fahrbahn</p> 
<p>5: Begleitender Geh- und Radweg mit baulicher Trennung, zweiseitig</p> 	<p>9: Unabhängiger Radweg, nicht-asphaltiert, etwa gleiche Länge und gleiche Steigung wie Fahrbahn</p> 
<p>6: Begleitender Radweg mit baulicher Trennung, einseitig</p> 	<p>10: Unabhängiger Radweg, asphaltiert, 10-20% länger, Trassierung mit zusätzlichen kurzen Steigungen</p> 
<p>7: Begleitender Radweg mit baulicher Trennung, zweiseitig</p> 	<p>11: Unabhängiger Radweg, nicht-asphaltiert, 10-20% länger, Trassierung mit zusätzlichen kurzen Steigungen</p> 

A.2 Quellen der Icons

Die Quellen der verwendeten Icons befinden sich hier:

- Frau auf Rad mit Kind: https://www.iconfinder.com/icons/6653113/bike_child_family_flower_isometric_mother_ride_icon
- Auto, Bus, LKW: <https://www.iconfinder.com/iconsets/transport-icons-2>
- Rad: https://www.iconfinder.com/icons/809738/bicycle_bike_vehicles_icon
- Hund: https://www.iconfinder.com/icons/2140043/animal_animals_dog_farm_rural_icon
- Baum: https://www.iconfinder.com/icons/3561794/forest_green_plant_round_tree_tree_icon
- Verkehrsschild Radweg https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zeichen_237_-_Sonderweg_Radfahrer,_StVO_1992.svg
- Verkehrsschild Geteilter Radweg https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zeichen_240_-_Gemeinsamer_Fu%C3%9F-_und_Radweg,_StVO_1992.svg

Anhang B

Fünf Konzepte für die SP-Befragung

Stated Preference																																																	
<p>3 Alternativen mit 6 Attributen</p> <p style="text-align: center;">nur Bauformen, keine Umweltfaktoren</p>	<p>3 Alternativen mit 8 Attributen</p> <p style="text-align: center;">Bauformen und Umweltfaktoren</p>																																																
Alternativen	Alternativen																																																
<p>1. auf der Fahrbahn 2. baulich getrennt 3. räumlich getrennt</p>	<p>1. auf der Fahrbahn 2. baulich getrennt 3. räumlich getrennt</p>																																																
Attribute & Ausprägungen	Attribute & Ausprägungen																																																
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #90ee90;">Auf Fahrbahn</th> <th colspan="2" style="background-color: #90ee90;">baulich getrennt</th> <th colspan="2" style="background-color: #90ee90;">räumlich getrennt</th> </tr> <tr> <td style="background-color: #fff2cc;">Streifen vorhanden?</td> <td style="background-color: #fff2cc;">ja nein</td> <td style="background-color: #fff2cc;">gemischt mit Fuß?</td> <td style="background-color: #fff2cc;">ja nein</td> <td style="background-color: #fff2cc;">Belag</td> <td style="background-color: #fff2cc;">Asphalt Schotter</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #fff2cc;">Streifen von Auto befahrbar?</td> <td style="background-color: #fff2cc;">ja nein</td> <td style="background-color: #fff2cc;">Gegenverkehr</td> <td style="background-color: #fff2cc;">ja nein</td> <td style="background-color: #fff2cc;">Fahrzeit T</td> <td style="background-color: #fff2cc;">20 min 30 min 40 min</td> </tr> </table>	Auf Fahrbahn		baulich getrennt		räumlich getrennt		Streifen vorhanden?	ja nein	gemischt mit Fuß?	ja nein	Belag	Asphalt Schotter	Streifen von Auto befahrbar?	ja nein	Gegenverkehr	ja nein	Fahrzeit T	20 min 30 min 40 min	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #90ee90;">Auf Fahrbahn</th> <th colspan="2" style="background-color: #90ee90;">baulich getrennt</th> <th colspan="2" style="background-color: #90ee90;">räumlich getrennt</th> </tr> <tr> <td style="background-color: #fff2cc;">Streifen vorhanden?</td> <td style="background-color: #fff2cc;">ja nein</td> <td style="background-color: #fff2cc;">gemischt mit Fuß?</td> <td style="background-color: #fff2cc;">ja nein</td> <td style="background-color: #fff2cc;">Belag</td> <td style="background-color: #fff2cc;">Asphalt Schotter</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #fff2cc;">Streifen von Auto befahrbar?</td> <td style="background-color: #fff2cc;">ja nein</td> <td style="background-color: #fff2cc;">Gegenverkehr</td> <td style="background-color: #fff2cc;">ja nein</td> <td style="background-color: #fff2cc;">Fahrzeit T</td> <td style="background-color: #fff2cc;">20 min 30 min 40 min</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #fff2cc;">Geschwindigkeit v</td> <td colspan="2" style="background-color: #90ee90;">80 km/h 50 km/h</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td style="background-color: #fff2cc;">Verkehrsstärke q</td> <td colspan="2" style="background-color: #90ee90;">alle 10s alle 30s</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>	Auf Fahrbahn		baulich getrennt		räumlich getrennt		Streifen vorhanden?	ja nein	gemischt mit Fuß?	ja nein	Belag	Asphalt Schotter	Streifen von Auto befahrbar?	ja nein	Gegenverkehr	ja nein	Fahrzeit T	20 min 30 min 40 min	Geschwindigkeit v	80 km/h 50 km/h					Verkehrsstärke q	alle 10s alle 30s				
Auf Fahrbahn		baulich getrennt		räumlich getrennt																																													
Streifen vorhanden?	ja nein	gemischt mit Fuß?	ja nein	Belag	Asphalt Schotter																																												
Streifen von Auto befahrbar?	ja nein	Gegenverkehr	ja nein	Fahrzeit T	20 min 30 min 40 min																																												
Auf Fahrbahn		baulich getrennt		räumlich getrennt																																													
Streifen vorhanden?	ja nein	gemischt mit Fuß?	ja nein	Belag	Asphalt Schotter																																												
Streifen von Auto befahrbar?	ja nein	Gegenverkehr	ja nein	Fahrzeit T	20 min 30 min 40 min																																												
Geschwindigkeit v	80 km/h 50 km/h																																																
Verkehrsstärke q	alle 10s alle 30s																																																
--> 3 + 4 + 4 = 11 einzigartige Graphiken	--> 12 + 16 + 12 = 40 einzigartige Graphiken																																																
Nutzenfunktion	Nutzenfunktion																																																
$v1 = \beta_{0,1} + \beta_{streifen} * streifen + \beta_{befahrbar} * befahrbar$ $v2 = \beta_{0,2} + \beta_{fußg} * fußg + \beta_{gegenv} * gegenv$ $v3 = \beta_{0,3} + \beta_{belag} * belag + \beta_t * t$	$v1 = \beta_{0,1} + \beta_{streifen} * streifen + \beta_{befahrbar} * befahrbar + \beta_v * v + \beta_q * q$ $v2 = \beta_{0,2} + \beta_{fußg} * fußg + \beta_{gegenv} * gegenv + \beta_v * v + \beta_q * q$ $v3 = \beta_{0,3} + \beta_{belag} * belag + \beta_t * t$																																																
--> 8 β -Parameter	--> 10 β -Parameter																																																
Entscheidungen	Entscheidungen																																																
<p>mind. 8/3 = 3 Entscheidungen</p> <p>Full Factorial Design mit 6 Attributen $3 * 2^5 = 96$ Entscheidungen</p>	<p>mind. 10/3 = 4 Entscheidungen</p> <p>Full Factorial Design mit 8 Attributen $3 * 2^9 = 1.536$ Entscheidungen</p>																																																
Bewertung	Bewertung																																																
<ul style="list-style-type: none"> • Minimallösung als SP • relativ nah an Aufgabenstellung • ⚡ evtl. Verfälschungen im Modell durch fehlende Umwelteinwirkungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Maximallösung als SP • #Entscheidungen weiter reduzierbar durch <ul style="list-style-type: none"> • Ngene • Alternativenwahl • nicht alle Ausprägungen abbilden 																																																

Abbildung B.1: Konzepte 1 und 2 für die SP-Befragung inkl. Alternativen, Attribute und Ausprägungen

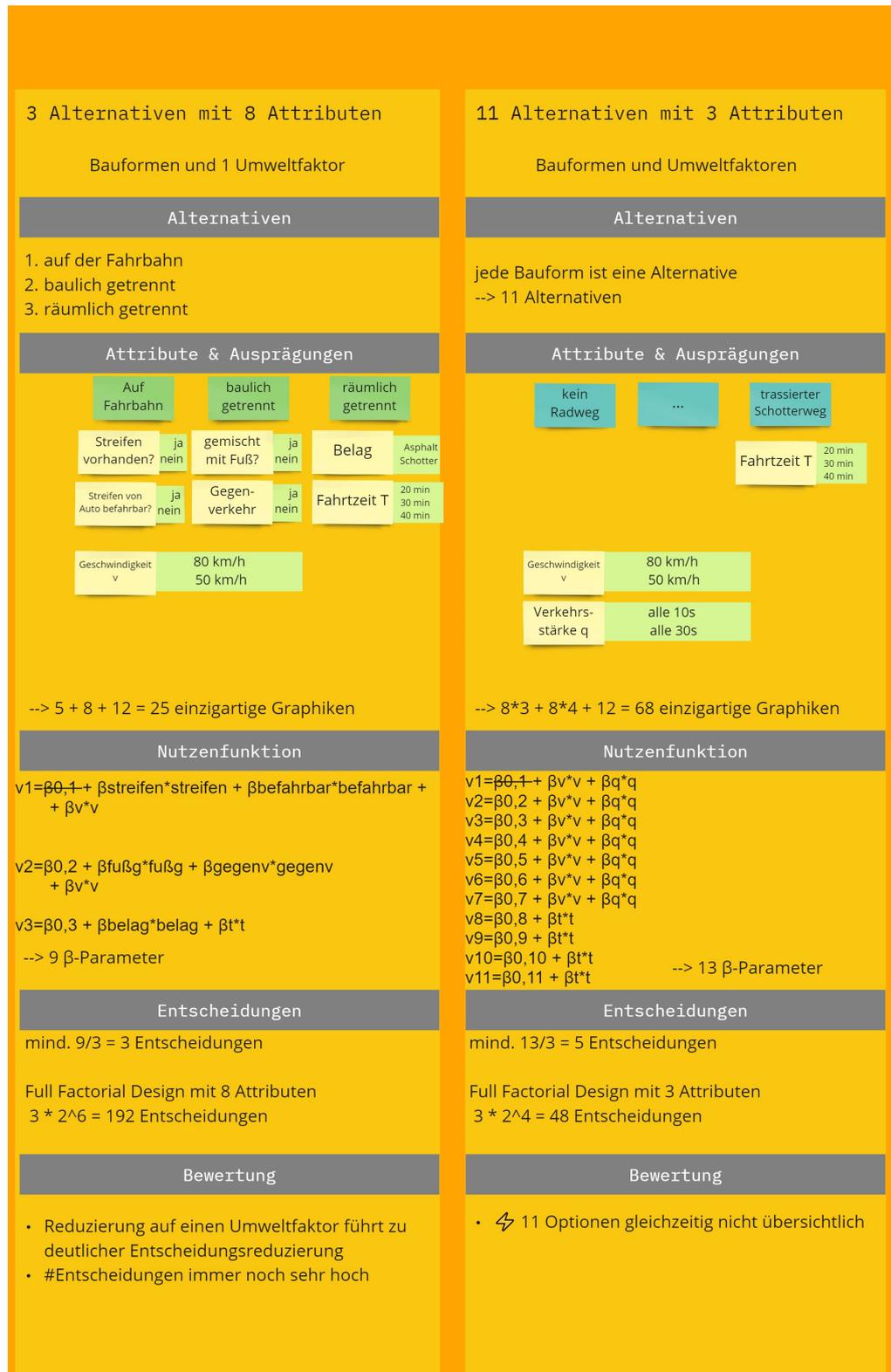


Abbildung B.2: Konzepte 3 und 4 für die SP-Befragung inkl. Alternativen, Attribute und Ausprägungen

11 Alternativen mit 7 Attributen
unlabeled experiment:
qualitativer Radweg ist Dummy parameter

Alternativen

1. Route A
2. Route B

Attribute & Ausprägungen

Route A		Route B	
Streifen vorhanden?	ja nein	Lage	auf Fahrbahn baulich getrennt räumlich getrennt
Streifen von Auto befahrbar?	ja nein	Belag	Asphalt Schotter
gemischt mit Fuß?	ja nein	Fahrtzeit T	20 min 30 min 40 min
Gegenverkehr	ja nein		

Nutzenfunktion

$$v1 = \beta_0 + 1 + \beta_{\text{lage}} * \text{lage} + \beta_{\text{streifen}} * \text{streifen} + \beta_{\text{befahrbar}} * \text{befahrbar} + \beta_{\text{fußg}} * \text{fußg} + \beta_{\text{gegenv}} * \text{gegenv} + \beta_{\text{belag}} * \text{belag} + \beta_t * t$$

--> 7 β -Parameter

Entscheidungen

mind. 7/2 = 4 Entscheidungen

Full Factorial Design mit 7 Attributen
 $3^4 * 2^{10} = 82.944$ Entscheidungen

Bewertung

- #Entscheidungen weiter reduzierbar

Abbildung B.3: Konzept 5 für die SP-Befragung inkl. Alternativen, Attribute und Ausprägungen

Anhang C

Auswertung

C.1 Datenaufbereitung

Bei der Eingabe zur Frage nach dem maximal akzeptierten Umweg (Fragenteil 3) kam es offenbar zu einigen Tippfehlern. Diese wurden wie folgt korrigiert.

- 110 – 11 – 10 – 10 min → 11 – 11 – 10 – 10 min
- 5 – 5 – 1010 – 10 min → 5 – 5 – 10 – 10 min
- 20 – 20 – 20 – 2020 min → 20 – 20 – 20 – 20 min
- 500 – 500 – 500 – 500 min → 50 – 50 – 50 – 50 min
- 5 – 5 – 32 – 1 min → 5 – 5 – 3 – 1 min
- 4 – 4 – 33 – 3 min → 4 – 4 – 3 – 3 min
- 2 – 10 – 0 – 0 min → 2 – 1 – 0 – 0 min
- 1 – 11 – 1 – 1 min → 1 – 1 – 1 – 1 min
- 1 – 11 – 1 – 0 min → 1 – 1 – 1 – 0 min
- 0 – 6 – 54 – 5 min → 0 – 6 – 5 – 5 min
- 6 – 5 – 33 – 3 min → 6 – 5 – 3 – 3 min
- 2 – 4 – 55 – 5 min → 2 – 4 – 5 – 5 min

C.2 Diagramme zu den Einstellungen

Die Daten zu den erhobenen Einstellungen (s. Abschnitt 4.2.2 auf S. 37) werden hier abgebildet.

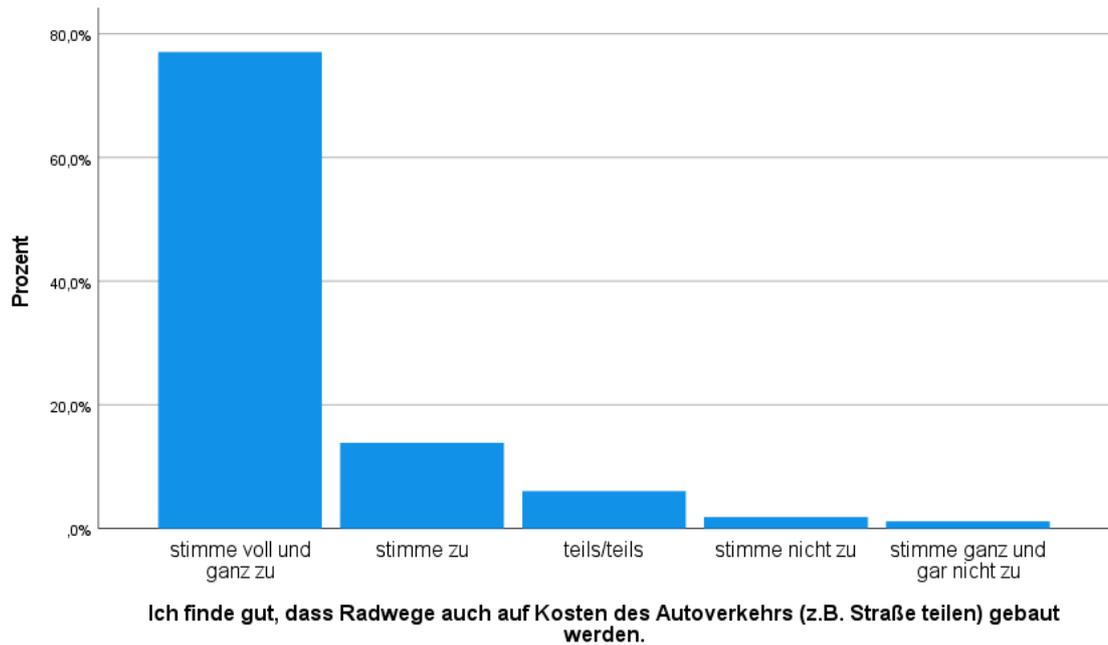


Abbildung C.1: Einstellungen zu Radwegen auf Kosten des Autoverkehrs

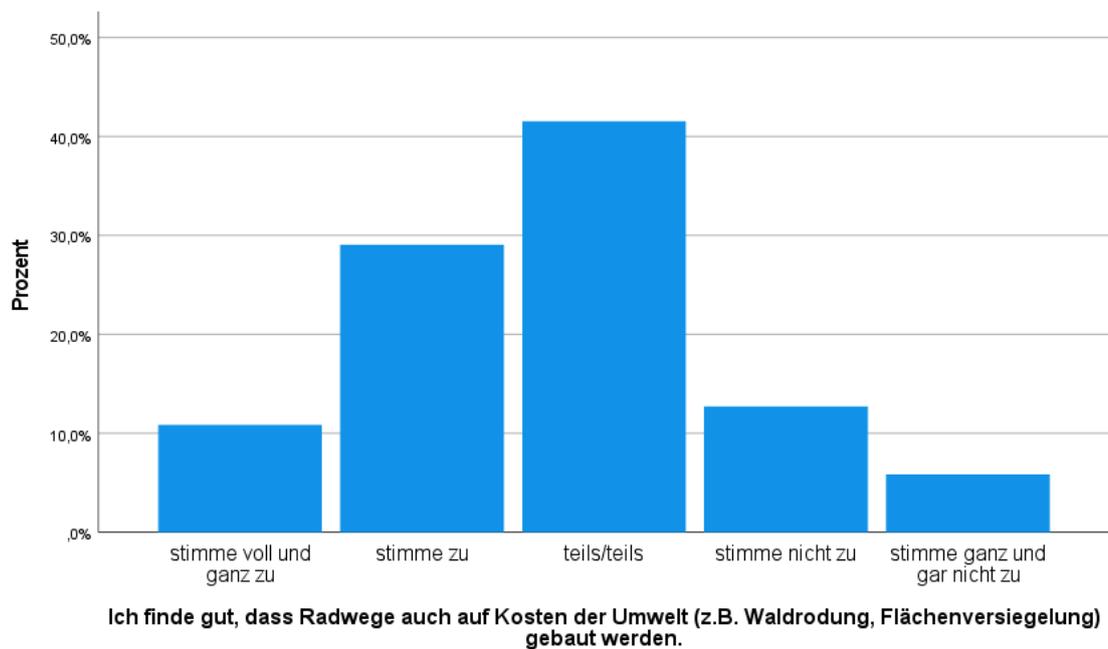


Abbildung C.2: Einstellungen zu Radwegen auf Kosten der Umwelt

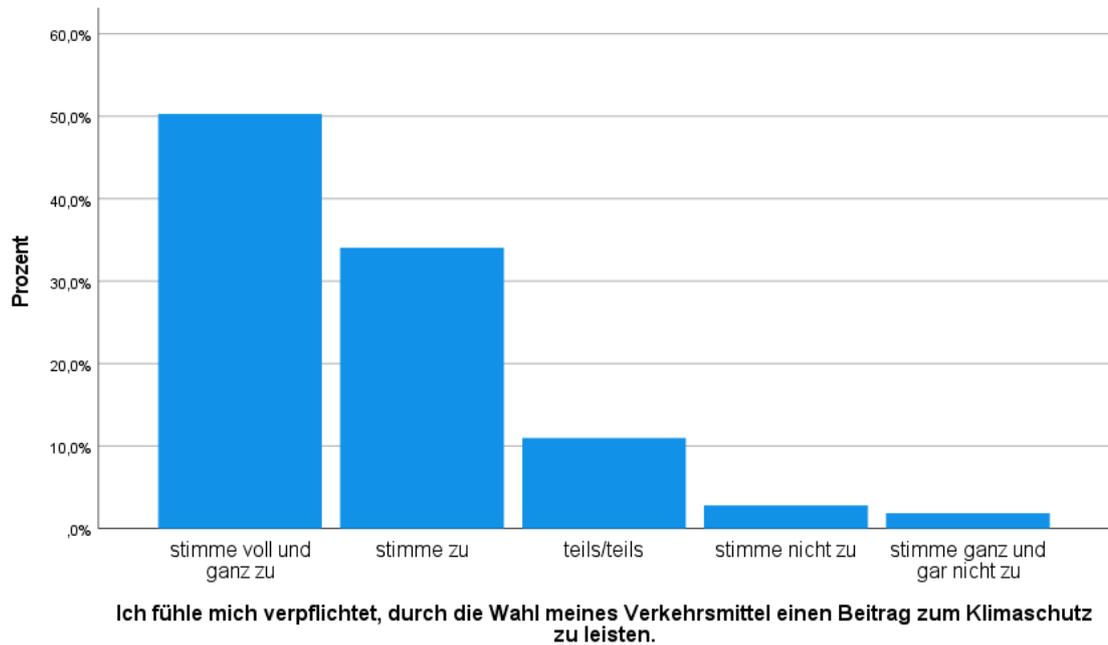


Abbildung C.3: Einstellungen zu Verkehrsmittelwahl und Klimaschutz

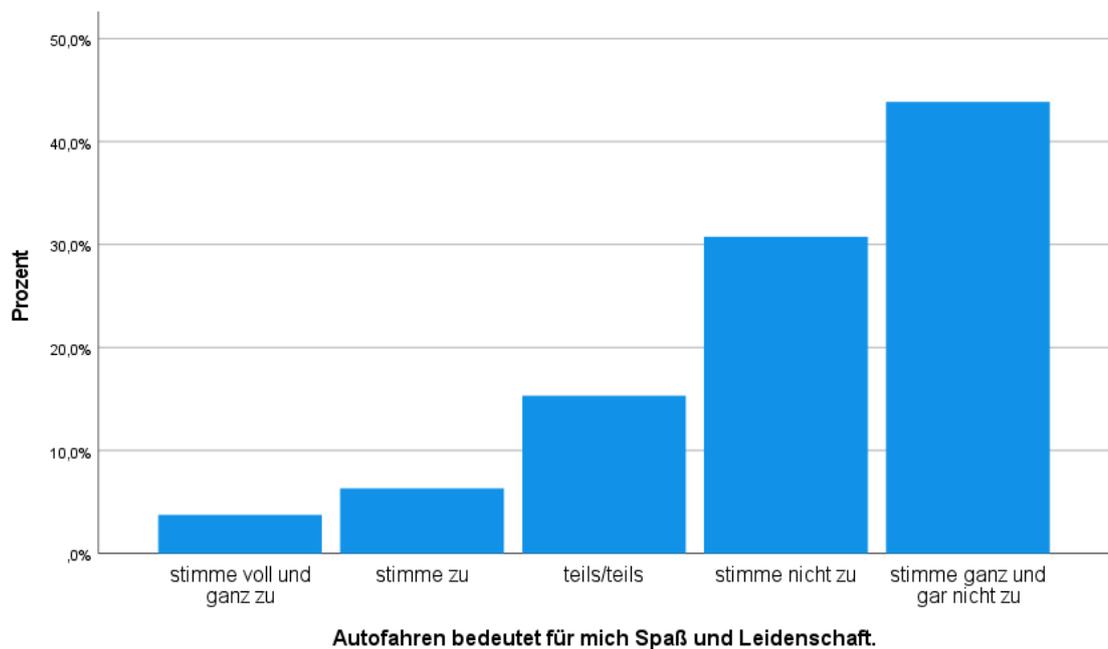


Abbildung C.4: Einstellungen zum Autofahren als Leidenschaft

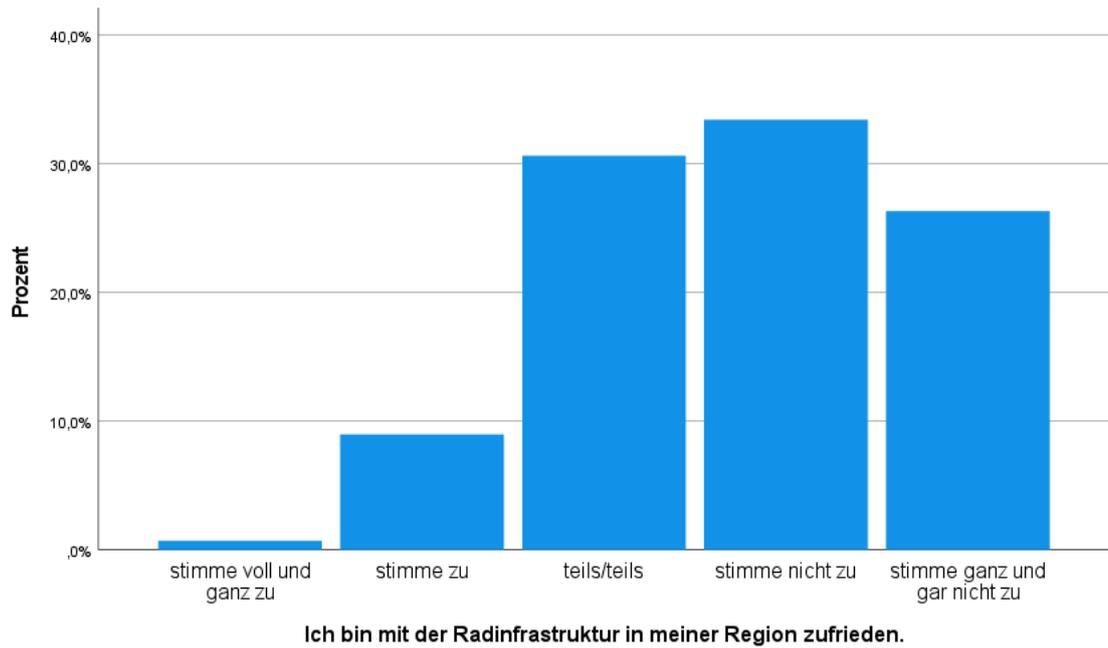


Abbildung C.5: Einstellungen zur Zufriedenheit mit der Radinfrastruktur

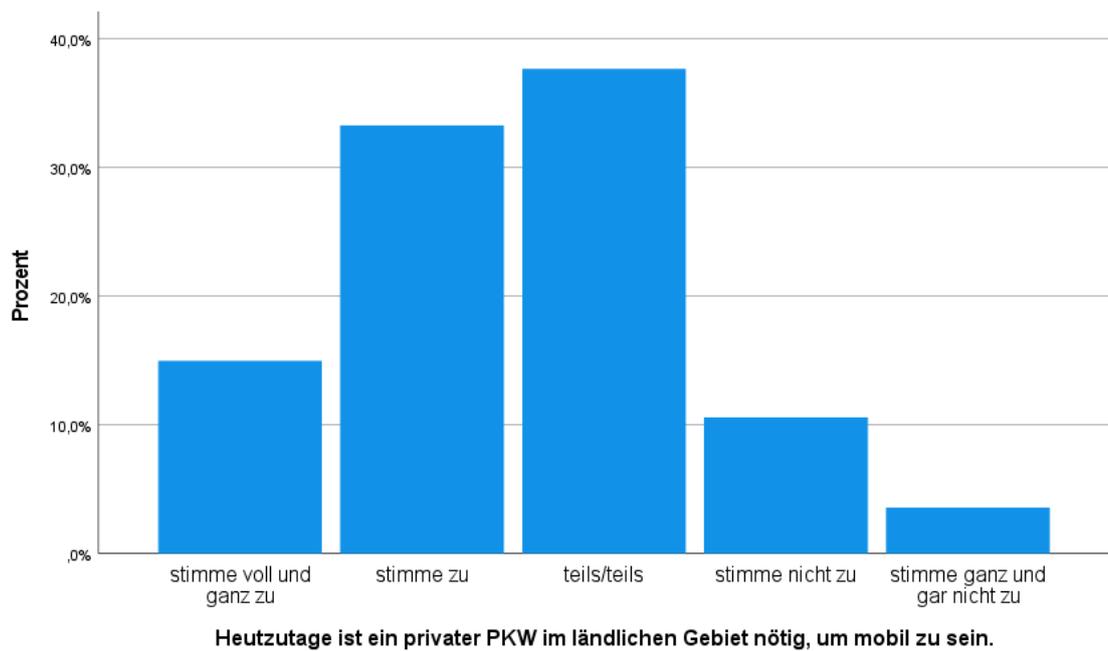


Abbildung C.6: Einstellungen zum heutigen PKW-Besitz auf dem Land

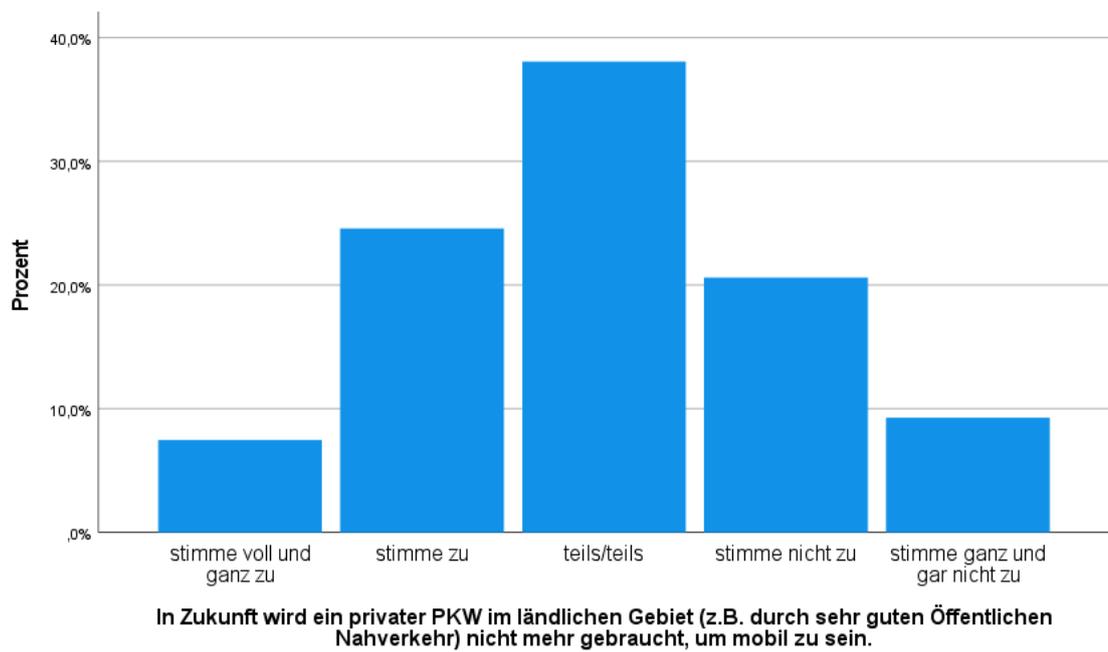


Abbildung C.7: Einstellungen zum zukünftigen PKW-Besitz auf dem Land

Erklärung

Ich versichere,
dass ich die Arbeit selbstständig verfasst habe,
dass ich keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt habe und ich alle wörtlich
oder sinngemäß aus anderen Werken übernommenen Aussagen als solche gekennzeichnet
habe,
dass die eingereichte Arbeit weder vollständig noch in wesentlichen Teilen Gegenstand
eines anderen Prüfungsverfahrens gewesen ist,
dass ich die Arbeit noch nicht veröffentlicht habe und dass das elektronische Exemplar
mit dem gedruckten Exemplar übereinstimmt.

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass die bibliographischen Daten (Titel, Autorin,
Erscheinungsjahr, etc.) meiner Arbeit auf den Institutswebseiten des Instituts für elek-
trische Energiewandlung (IEW) und des Instituts für Straßen- und Verkehrswesen (ISV)
veröffentlicht werden dürfen.

Der Universität Stuttgart übertrage ich ein kostenloses, zeitlich und örtlich unbeschränk-
tes, einfaches Nutzungsrecht meiner Arbeit und den erzeugten Arbeitsergebnissen für
Zwecke der Forschung und der Lehre.

Stuttgart, 19.04.2021

Carina Merz