

Sichere und effiziente S-Pedelec- Infrastruktur S-ESPIN

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
D-A-CH Kooperation
Verkehrsinfrastrukturforschung 2022
D-A-CH 2022

Endbericht September 2024



IMPRESSUM

Herausgeber und Programmverantwortung:

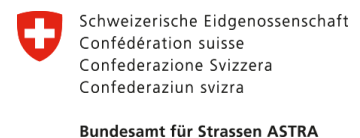
Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)
Invalidenstraße 44
10115 Berlin
Deutschland



Bundesministerium für Klimaschutz (BMK)
Radetzkystraße 2
1030 Wien
Österreich



Bundesamt für Strassen (ASTRA)
Papiermühlestrasse 13
3063 Ittigen
Schweiz



Für den Inhalt verantwortlich:

¹Würzburger Institut für Verkehrswissenschaften GmbH (WIVW)
Robert-Bosch-Str. 4
97209 Veitshöchheim
Deutschland



²Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH (SRFG)
Jakob Haringerstrasse 5/3
5020 Salzburg
Österreich



³Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW)
Hochschule für Angewandte Psychologie
Riggenbachstrasse 16
4600 Olten
Schweiz



⁴Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW)
Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik
Institut Bauingenieurwesen
Hofackerstrasse 30
4132 Muttenz
Schweiz

Programmmanagement:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH
Thematische Programme
Sensengasse 1
1090 Wien



Sichere und effiziente S-Pedelec-Infrastruktur SESPIN

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
D-A-CH Kooperation
Verkehrsinfrastrukturforschung 2022
DACH 2022-2024

Autorinnen und Autoren:

**Dr. Thomas STEMMLER¹, Dipl. Psych. Stefanie SCHOCH¹,
Dr. Veronika HORNUNG-PRÄHAUSER², MA Eva HOLLAUF²,
Dr. Claudia LUGER-BAZINGER²
Prof. Dr. Dorothea SCHAFFNER³, Msc. Nicole HAIDERER³,
Msc. Somara GANTENBEIN³, Dr. Michael VAN EGGEMOND⁴**

Auftraggeber:

Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Deutschland
Bundesministerium für Klimaschutz, Österreich
Bundesamt für Strassen, Schweiz

Auftragnehmer:

¹Würzburger Institut für Verkehrswissenschaften, Deutschland
²Salzburg Research Forschungsgesellschaft, Österreich
^{3,4}Fachhochschule Nordwestschweiz, Schweiz

Glossar und Abkürzungen

Bromfietspad	= niederländischer Ausdruck für "Rad -und Mopedweg"
Certificate of Conformity	Ein Certificate of Conformity (CoC) ist eine Erklärung über die Konformität der Typengenehmigung der europäischen Kommission, geregelt in Verordnung (EU) Nr. 168/2013 des europäischen Parlaments und des Rates. Es beinhaltet technische Informationen über das Fahrzeug, sowie die Typengenehmigungsnummer und Herstelleridentifikationen. Der Besitz eines CoC ist Voraussetzung für S-Pedelec-Fahrende, um das S-Pedelec in ihrem Land eine Zulassung und Versicherung zu erhalten.
DTV	Die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke ist ein Kriterium der Verkehrsplanung und Grundlage für die verkehrstechnische Dimensionierung bei Straßen- und Verkehrsplanung.
E-Bike	1) Bei einem E-Bike handelt es sich um ein elektrisch betriebenes Zweirad ohne Tretunterstützung (EU Klasse L1e-B). Anders als bei (S-)Pedelecs unterstützt es den Fahrenden auch, ohne dass dieser (in die Pedale) treten muss. Es gibt Modelle, die bis zu 20 km/h, bis zu 25 km/h oder bis zu 45 km/h Motorunterstützung bieten. Voraussetzung für die Nutzung ist ein Mofaführerschein. 2) Umgangssprachliche Bezeichnung für Pedelecs
E-Bike 25, langsames E-Bike	siehe Leicht-Motorfahrrad (CH) bzw. Pedelec
E-Bike 45, schnelle E-Bikes	siehe Motorfahrrad (CH) bzw. S-Pedelec.
ERA	Die Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA) wird in Deutschland von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen publiziert und stellt ein technisches Regelwerk für die Planung, den Entwurf und den Betrieb von Radverkehrsanlagen dar (aktuelle Version für aus dem Jahr 2010).
Fahrradstraße	Fahrradstraßen bezeichnen vorrangig für den Radverkehr vorgesehene Straßen, auf welchen der motorisierte Verkehr nur zufahren bzw. kreuzen darf. Diese Anlagenart kommt besonders dann zum Einsatz, wenn sehr wenig motorisierter Verkehr zu erwarten ist.
Fahrradschnellstraße/ Rad-schnell-strasse	siehe Radschnellverbindung
Geh- und Radweg	Ein Geh- und Radweg bezeichnet eine gemischte Verkehrsfläche, die von Radfahrenden und Zu Fußgehenden genutzt wird. Es besteht keine bauliche Trennung zwischen den Verkehrsteilnehmenden.
Lastenrad	Fahrrad respektive Leicht-Motorfahrrad (CH) oder Pedelec (EU) mit elektrischer Tretunterstützung bis 25 km/h, das für den Transport von Kindern und Gütern ausgelegt ist.

Während konventionelle Lastenräder meist für Kleingüter oder den Kindertransport genutzt werden, sind schwere Lastenräder in der Regel für den gewerblichen Transport von schweren Lasten im Einsatz.

Leicht-Motorfahrrad (CH)	Als Leicht-Motorfahrrad wird in der Schweiz ein Fahrrad mit Elektromotor von maximal 500 Watt Motorleistung, sowie einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h im reinen Elektroantrieb sowie einer u.U. vorkommenden Tretunterstützung, die bis maximal 25 km/h wirkt, bezeichnet. Im Wesentlichen entspricht das Leicht-Motorfahrrad somit, falls eine Tretunterstützung existiert, dem Pedelec.
Mehrzweckstreifen	Als Mehrzweckstreifen wird in Österreich ein Radfahrstreifen bezeichnet, der unter besonderer Rücksichtnahme auf die Radfahrenden von anderen Fahrzeugen befahren werden darf. (StVo §2 Abs. 7a). Meist durch eine strichlierte Linie und Fahrrad-Piktogramme markiert. In Deutschland bezeichnet dieser Begriff einen breiten Seitenstreifen (vgl. ERA, S. 70), in der Schweiz befindet sich ein Mehrzweckstreifen in der Mitte der Fahrbahn und kann so als geschützter Bereich dienen (vgl. Norm VSS 40 215 Entwurf des Straßenraums - Mehrzweckstreifen).
Mischverkehr	Beim Mischverkehr wird die Verkehrsfläche von verschiedenen Verkehrsmitteln geteilt.
MIV	Als motorisierter Individualverkehr (MIV) wird die Nutzung von Pkw und Krafträdern im Personenverkehr bezeichnet.
Motorfahrrad (CH)	Als Motorfahrrad wird in der Schweiz ein Fahrrad mit Elektromotor von maximal 500 Watt Motorleistung, sowie einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h im reinen Elektroantrieb sowie einer u.U. vorkommenden Tretunterstützung, die bis maximal 45 km/h wirkt. Im Wesentlichen entspricht das Motorfahrrad, falls eine Tretunterstützung existiert, somit dem S-Pedelec.
Nenndauerleistung	Die Nenndauerleistung bezeichnet den Durchschnittswert der Leistung, die ein (S-)Pedelec-Motor über einen Zeitraum von 30 Minuten an der Antriebswelle des Elektromotors (gemäß UN-ECE Regelung Nr. 85) abgeben kann. Die Motoren von S-Pedelecs liefern eine Nenndauerleistung von maximal 4 Kilowatt.
Pedelec (EU)	Bei einem Pedelec handelt es sich um ein Fahrrad mit Antriebssystem (EU Klasse L1-eA). Hauptzweck des Antriebssystems ist die Unterstützung der Pedalfunktion. Die maximale Nenndauerleistung beträgt 1000 Watt. Die Tretunterstützung wirkt bis maximal 25 km/h.
ÖPV	Öffentlicher Personenverkehr
Prinzip der Wahlfreiheit	Generell regeln die nationalen Straßenverkehrsordnungen die Benutzungspflicht gewisser Infrastruktur. Gerade beim Radverkehr bzw. in weiterer Folge für zukünftige S-Pedelec-Nutzung wird das Prinzip der Wahlfreiheit diskutiert. Hier kann der Radfahrende entscheiden, ob er auf der Radanlage oder im Mischverkehr mit dem motorisierten Verkehr fährt.
Radfahranlagen	Radfahranlagen (RFA) bezeichnet eine Untergruppe von Radverkehrsanlagen. Als RFA gelten Radfahrstreifen, Mehrzweckstreifen, Radwege, Geh- & Radwege und Radfahrerüberfahrten.
Radfahrstreifen	Ein Radfahrstreifen ist ein für Radfahrende gekennzeichnete Teil der Fahrbahn, der vom PKWs in der Regel nicht befahren werden darf. Radfahrstreifen sind durch Sperrlinien und teilweise strichlierte Warnlinien (z.B. bei Abbiegemöglichkeit zu Zufahrten o.ä.) vom KFZ-Fahrstreifen getrennt.

Radschnellverbindungen	Radschnellverbindungen sollen Radfahrenden eine kurze und zügige Verbindung zwischen Wohnstandorten, Arbeitsplätzen und Freizeitbereichen zur Verfügung stellen. Die dort vorherrschende Vorfahrtsregelung soll so eine sichere, komfortable und effiziente Infrastruktur bieten. Um auch bei größerer Geschwindigkeit sicher unterwegs zu sein, werden eine gute Oberfläche (z.B. Asphalt), ausreichende Breite von min. 4 Metern, wenig Steigungen, geringe Wartezeit an Knotenpunkten und die Trennung vom Fußgängerverkehr vorgegeben. Nationale Bezeichnungen: CH: Veloschnellroute, Velobahn NL: Fietssnelweg oder Fietssnelroute, DK: Cykelsuperstier E: Fast cycling routes
Radverkehrsanlagen	Radverkehrsanlagen (RVA) ist ein allgemeiner Begriff und bezeichnet alle Flächen, auf denen Radverkehr zulässig ist, also allgemeine Fahrbahnen, Begegnungszonen, Wohnstraßen etc. und Radfahranlagen. Schnellstraßen, Autobahnen sowie Gehsteige sind keine Radverkehrsanlagen.
Radweg	Ein Radweg ist eine Verkehrsfläche, die in der Regel baulich (durch Grünstreifen, Niveauunterschiede oder ähnliches) vom restlichen Verkehr getrennt ist und nur Radfahrenden zur Verfügung steht. Je nach infrastrukturellen Möglichkeiten sind Ein- oder Zweirichtungsradwege möglich.
RVS	Das österreichische Grundlegendokument zur Straßenplanung: "Die RVS, Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, stellen den Stand der Technik im Straßenwesen und einigen Infrastrukturbereichen dar und können von den einzelnen Beteiligten in den Planungs-, Ausführungs- und Instandhaltungsphasen (Planer, Ingenieure, Baufirmen, Verwaltungen) herangezogen werden."
Sharrow	„Sharrows“ (share = teilen, arrow = Pfeil) sind Piktogramme, in den ein Rad plus Richtungspfeile zu sehen sind und bei gemeinsam genutzten Verkehrsfläche für den KFZ-Verkehr die Aufmerksamkeit auf Radfahrende lenken soll.
S-Pedelec	Als S-Pedelec (Speed-Pedelec) werden Elektrofahrräder bezeichnet, die eine maximale Nenndauerleistung von 4kW besitzen und den Fahrer/die Fahrerin beim Treten bis zu einer Geschwindigkeit von 45 km/h unterstützen. Auf europäischer Ebene werden S-Pedelecs rechtlich der Klasse L1e-B eingestuft (zweirädriges Kleinkrafttrad). Neben einem Führerschein der Klasse AM (länderabhängig), wird auch eine Zulassung benötigt. Zudem besteht Helmpflicht. In der Schweiz werden S-Pedelecs als Motorfahrräder eingestuft.
StVO	Straßenverkehrsordnung (Bezeichnung für Deutschland und Österreich)
V85	V85 ist ein Kriterium, das in der Verkehrsplanung genutzt wird und bezeichnet die Geschwindigkeit, die von 85 % der erfassten Fahrzeuge nicht überschritten wird. Sie zeichnet damit das vorherrschende Geschwindigkeitsniveau auf.
Velo	In der Schweiz werden Fahrräder allgemein als Velo bezeichnet.
Wiener Übereinkommen Straßenverkehr	Internationaler Vertrag mit dem Ziel, die Verkehrsregeln und Verkehrszeichen für den Straßenverkehr international zu vereinheitlichen und somit sicherer zu gestalten (1968)

INHALTSVERZEICHNIS

1	Überblick	1
2	S-Pedelec Umfeldanalyse	4
2.1	Rechtliche Rahmenbedingungen	4
2.1.1	Kraftfahrzeuggesetzliche Regelungen	4
2.1.2	Verkehrsrechtliche Regelungen	5
2.1.3	Regeln der Straßenverkehrs-Ordnung	8
2.2	Planungsregelwerke und Auswahl von Radverkehrsinfrastruktur	10
2.2.1	Auswahl geeigneter Radinfrastruktur	10
2.3	Überblick relevanter Radverkehrsanlagen	15
2.3.1	Radweg	15
2.3.2	Radfahrstreifen	16
2.3.3	Mischverkehr	16
2.4	S-Pedelec-Forschungsarbeiten und Good Practice-Beispiele	18
2.4.1	Charakteristika von S-Pedelec-Fahrenden	18
2.4.2	Konfliktsituationen S-Pedelec mit anderen Verkehrsteilnehmenden	20
2.4.3	Nutzung von S-Pedelecs für arbeitsbezogene Wege	22
2.4.4	S-Pedelec-Strategien in nationalen Radverkehrsplänen	25
2.4.5	Studie zum Prinzip "Wahlfreiheit" (ohne expliziten S-Pedelec Bezug)	25
2.4.6	Freigabe von Radinfrastruktur für S-Pedelecs	26
2.5	Zusammenfassung: Ideen zur Eingliederung auf Basis der Umfeldanalyse	29
3	S-Pedelec Akzeptanzanalyse	33
3.1	Überblick	33
3.2	Qualitative Akzeptanzanalyse auf Basis der Fokusgruppen	34
3.2.1	Fragestellung und Zielsetzungen	34
3.2.2	Vorgehen und Methodik	34

3.2.3	Ergebnisse der Akzeptanzanalyse auf Basis der Fokusgruppen.....	39
3.2.4	Diskussion der Akzeptanzanalyse auf Basis der Fokusgruppen	47
3.3	Quantitative Akzeptanzanalyse: Stated-Preference und Akzeptanz	51
3.3.1	Fragestellung und Zielsetzungen	51
3.3.2	Vorgehen.....	52
3.3.3	Stichprobe	68
3.3.4	Ergebnisse Akzeptanzbefragung	75
3.3.5	Ergebnisse: Stated-Preference-Befragung	100
3.4	Synthese Akzeptanzanalyse	110
4	S-Pedelec Soll-Analyse.....	117
4.1	Zielsetzung und Überblick.....	117
4.2	Validierungsworkshops	117
4.2.1	Ziel der Workshops.....	117
4.2.2	Ablauf der Workshops	117
4.2.3	Ergebnisse	118
4.3	Studie im Fahrradsimulator	119
4.3.1	Forschungsfragen.....	119
4.3.2	Stichprobe	120
4.3.3	Fahrrad-Fahrsimulation	124
4.3.4	Studiendesign.....	125
4.3.5	Szenarienbeschreibungen	126
4.3.6	Datenquellen und abgeleitete Parameter.....	132
4.3.7	Datenaufbereitung und Datenauswertung.....	133
4.3.8	Studienablauf.....	134
4.3.9	Ergebnisse	135
4.4	Einordnung der Ergebnisse und Fazit	174
5	Abgeleitete Maßnahmen und Handlungsempfehlungen auf Basis der Studienergebnisse	177

5.1	Zusammenfassung der Kernbefunde	177
5.2	Kriterien für die Auswahl von Anlagen und Vorschläge zur Dimensionierung.....	180
5.2.1	Aus den Studienergebnissen ableitbare Kriterien für die Eingliederung von S-Pedelecs in bestehende Verkehrswege	180
5.2.2	Kriterien hinsichtlich Verkehrssicherheit.....	182
5.3	Abgeleitete Empfehlungsvorschläge auf Basis der Studienergebnisse	183
5.4	Ergebnisse des Expertenworkshops	185
5.4.1	Diskussion: Eingliederung in bestehende Radverkehrsanlagen	185
5.4.2	Diskussion: Eingliederung in bestehende gemeinsam genutzte Geh- und Radwege.....	187
5.4.3	Diskussion: Wahlfreiheit / Benutzungspflicht.....	189
5.5	Länderspezifische und auf Studienbasis sowie Expertenworkshop angepasste Empfehlungsvorschläge.....	191
5.5.1	Empfehlungen Schweiz	191
5.5.2	Empfehlungen Österreich und Deutschland.....	193
6	Fazit und Ausblick	195
7	Literaturverzeichnis	196
8	Anhang	201
8.1	S-Pedelec Soll-Analyse	201
8.1.1	S-Pedelec-spezifische Anpassungen der Fahrrad-Fahrsimulation	201
8.1.2	Instruktionen.....	212
8.1.3	Szenarienbemaßung	215
8.2	S-Pedelec-Akzeptanzanalyse	216
8.2.1	Stimulusmaterial für die Fokusgruppen.....	216
8.2.2	Drehbuch der Fokusgruppen	220
8.2.3	Länderspezifische Ergebnisse der Akzeptanzanalyse auf Basis der Fokusgruppen	234
8.2.4	Ergebnisse Akzeptanzbefragung	279

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1.1-1: Arbeitspakete und Projektverlauf.....	3
Abbildung 2.2.1-1: Vorauswahl geeigneter Radinfrastruktur anhand Kraftfahrzeugbelastung und zugelassener Höchstgeschwindigkeit in Deutschland (eigene Darstellung, nach ERA 2010, S. 19).....	11
Abbildung 2.2.1-2: Hinweise für die Flächenerschließung - Mischung bzw. Trennung von Rad- und Kfz-Verkehr in Abhängigkeit von Verkehrsstärke und Geschwindigkeit (eigene Darstellung, nach FSV 2022, S. 14).....	13
Abbildung 2.3.3-1: Überblick Forschungs- und Publikationsthemen im Feld "S-Pedelec" (Vos Viewer Darstellung, SRFG 12/2022).....	18
Abbildung 2.4.3-1: Vergleich der Reisezeit nach Verkehrsmitteln auf der Allerød-Route in Dänemark (eigene Darstellung, nach Cycle Superhighway Bicycle Account 2020, S. 18)....	24
Abbildung 3.2.3-1: Stimulusbilder zum Themenbereich Bauliche Gestaltungselemente, Quellen von links nach rechts: Salzburg Research, https://ob-mh.adfc.de/artikel/sharrow , Salzburg Research, https://www.bicycling.com/news/a20020370/pre-fab-protected-bike-lanes/	46
Abbildung 3.3.2-1: Ablauf der Befragung	55
Abbildung 3.3.2-2: Beispiel Akzeptanzbefragung	59
Abbildung 3.3.2-3: Radfahranlagen (inkl. Geh- und Radwege) Innerorts in der Stated-Preference-Befragung: (a) keine Radanlage, (b) Schutzstreifen, (c) Getrennter Radweg, (d) Geschützte Radfahrstreifen mit Pfosten.....	64
Abbildung 3.3.2-4: Radfahranlagen (inkl. Geh- und Radwege) Außerorts in der Stated-Preference-Befragung: (a) keine Radanlage, (b) Schutzstreifen auf schmaler Fahrbahn (vgl. Kernfahrbahn), (c) Schutzstreifen, (d) Getrennter Radweg, (e) Getrennter Radweg in Zweirichtungen, (f) Radschnellweg, (f) gemeinsamer Geh- und Radweg entlang Straße, (g) gemeinsamer Geh- und Radweg	66
Abbildung 3.3.2-5: Beispiel Nutzenfunktion des Stated-Choice-Experiments	67
Abbildung 3.3.3-1: Radfahrhäufigkeit	73
Abbildung 3.3.3-2: Einteilung nach Perspektive für die Akzeptanzbefragung: Total und pro Land	74
Abbildung 3.3.4-1: Akzeptanz der Eingliederungsmaßnahmen nach Ortslage	76

Abbildung 3.3.4-2: Akzeptanz der Eingliederungsmaßnahmen aller Teilnehmenden – Mittelwertvergleich überall (innerorts & außerorts) / innerorts / außerorts (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel).....	77
Abbildung 3.3.4-3: Akzeptanz der Eingliederungsmaßnahmen überall (innerorts & außerorts) nach Perspektiven (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel).....	81
Abbildung 3.3.4-4: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV überall (innerorts & außerorts) nach Perspektiven	83
Abbildung 3.3.4-5: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV innerorts nach Perspektiven.....	83
Abbildung 3.3.4-6: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV außerorts nach Perspektiven	84
Abbildung 3.3.4-7: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen überall (innerorts & außerorts) nach Perspektiven.....	85
Abbildung 3.3.4-8: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen innerorts nach Perspektiven	85
Abbildung 3.3.4-9: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen außerorts nach Perspektiven	86
Abbildung 3.3.4-10: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in gemeinsame Geh- und Radwege überall (innerorts & außerorts) nach Perspektiven	87
Abbildung 3.3.4-11: Akzeptanz von Wahlfreiheit für S-Pedelec-Fahrende überall (innerorts & außerorts) nach Perspektiven	88
Abbildung 3.3.4-12: Akzeptanz von Geschwindigkeitsregulation auf 30km/h (innerorts auf Radfahranlagen und gemeinsamen Geh- und Radwegen).....	89
Abbildung 3.3.4-13: Akzeptanz von elektronischer Geschwindigkeitsregulation für S-Pedelecs auf 30km/h nach Perspektiven.....	91
Abbildung 3.3.4-14: Akzeptanz von Geschwindigkeitsregulation für alle Radfahrenden auf 30km/h nach Perspektiven.....	92
Abbildung 3.3.4-15: Akzeptanz der Integration von S-Pedelecs im ÖPV	93
Abbildung 3.3.4-16: Akzeptanz der Mitnahme von S-Pedelecs im ÖPV nach Perspektiven .	94
Abbildung 3.3.4-17: Akzeptanz für das Abstellen von S-Pedelecs an Abstellanlagen an Haltestellen des ÖPV nach Perspektiven.....	95
Abbildung 3.3.4-18: Akzeptanz von Sicherheitsmaßnahmen	96
Abbildung 3.3.4-19: Akzeptanz von freiwilligem Fahrsicherheitstraining nach Perspektive...	97
Abbildung 3.3.4-20: Akzeptanz von verpflichtendem Sicherheitstraining nach Perspektive..	98

Abbildung 3.3.4-21: Akzeptanz von Helmpflicht nach Perspektive	99
Abbildung 3.3.5-1: Beispiel zweier Entscheidungssituationen Innerorts für Radfahrende (links) und S-Pedelec-Fahrende (rechts)	100
Abbildung 3.3.5-2: Beispiel einer Entscheidungssituation Außerorts für Radfahrende (links) und S-Pedelec-Fahrende (rechts)	106
Abbildung 4.3.2-1: Stichprobenbeschreibung	121
Abbildung 4.3.2-2: SSQ, Mittelwerte und Standardabweichungen	123
Abbildung 4.3.2-3: SSQ, relative Symptommhäufigkeit	123
Abbildung 4.3.3-1: Fahrradsimulator der WIVW GmbH, betrieben mit der Fahrsimulationssoftware SILAB.	125
Abbildung 4.3.5-1: Basisszenario, Radverkehrsanlagen, schematischer Aufbau	127
Abbildung 4.3.5-2: Basisszenario, gemeinsam genutzter Geh- und Radweg (oben: innerorts, unten: außerorts)	128
Abbildung 4.3.5-3: Szenario mit Gegenverkehr und explizitem Kollisionsrisiko. Links: Radschnellweg, rechts: Engstelle	129
Abbildung 4.3.5-4: Engstelle mit Kollisionsrisiko	129
Abbildung 4.3.6-1: Antwort-Skala, subjektive Sicherheit	133
Abbildung 4.3.6-2: Antwort-Skala, subjektives Risiko	133
Abbildung 4.3.9-1: Mittlere Geschwindigkeit, Verteilung, getrennt nach Anlage	136
Abbildung 4.3.9-2: Mittlere Geschwindigkeit, Verteilung, getrennt nach Anlagenbreite	137
Abbildung 4.3.9-3: Überholverhalten, Radfahrstreifen, relative Häufigkeiten	138
Abbildung 4.3.9-4: Überholverhalten, Radweg, relative Häufigkeiten Versuchsteilnehmender	139
Abbildung 4.3.9-5: Überholposition, Radfahrstreifen	140
Abbildung 4.3.9-6: Überholposition, Radweg	141
Abbildung 4.3.9-7: Minimaler Abstand zu Radfahrenden, rechts, Verteilung	142
Abbildung 4.3.9-8: Minimaler Abstand zu Radfahrenden, Verteilung	143
Abbildung 4.3.9-9: Minimaler Abstand und Überholgeschwindigkeit, Verteilung, Radfahrstreifen und Radweg	144
Abbildung 4.3.9-10: Minimaler Abstand und Überholgeschwindigkeit, Verteilung, getrennt nach Breite	145
Abbildung 4.3.9-11: Subjektive Sicherheit und subjektives Risiko, Radfahrstreifen, relative Häufigkeit an Versuchsteilnehmenden, Benutzungspflicht	147

Abbildung 4.3.9-12: Subjektive Sicherheit und subjektives Risiko, Radweg, Benutzungspflicht	149
Abbildung 4.3.9-13: Mittlere Geschwindigkeit, Verteilung gemeinsam genutzter Geh- und Radweg	150
Abbildung 4.3.9-14: Minimaler Abstand, Zufußgehende, Verteilungen	151
Abbildung 4.3.9-15: Minimaler Abstand und Überholgeschwindigkeit, Verteilung, getrennt nach Breite	153
Abbildung 4.3.9-16: Minimaler Abstand und Überholgeschwindigkeit, Verteilung, Kritikalitätsbereiche	154
Abbildung 4.3.9-17: Einstufung Überholungen	155
Abbildung 4.3.9-18: Subjektive Sicherheit und subjektives Risiko, gemeinsam genutzter Geh- und Radweg, Benutzungspflicht	156
Abbildung 4.3.9-19: Mittlere Geschwindigkeiten, Verteilung, getrennt nach Situation und Anlage	157
Abbildung 4.3.9-20: Anteil überholter Radfahrender	158
Abbildung 4.3.9-21: Minimaler Abstand, Verteilung, rechts, Radfahrende	159
Abbildung 4.3.9-22: Minimaler Abstand, Verteilung, links, Radfahrende	160
Abbildung 4.3.9-23: Minimaler Abstand und Überholgeschwindigkeit, Verteilung, getrennt nach Anlage	161
Abbildung 4.3.9-24: Subjektive Sicherheit und subjektives Risiko, Radfahrinfrastruktur	163
Abbildung 4.3.9-25: Anteilige Benutzung, Radfahrstreifen, relative Häufigkeit	164
Abbildung 4.3.9-26: Prozentuale Benutzung, Radweg, relative Häufigkeit	165
Abbildung 4.3.9-27: Prozentuale Benutzung, gemeinsam genutzter Geh- und Radweg, relative	166
Abbildung 5.4.1-1: Empfehlungsvorschläge, Eingliederung (S-Pedelec-Fahrender) in bestehende Radverkehrsanlagen	185
Abbildung 5.4.2-1: Empfehlungsvorschläge, Eingliederung (S-Pedelec-Fahrender) in bestehende gemeinsam genutzte Geh- und Radwege	187
Abbildung 5.4.3-1: Empfehlungsvorschläge, Wahlfreiheit / Benutzungspflicht	189
Abbildung 8.1.1-1: Eigenleistung (Soll) in Abhängigkeit der gefahrenen Geschwindigkeit ..	203
Abbildung 8.1.1-2: Eigenleistung (Soll) in Abhängigkeit der Unterstützungsstufe und der Fahrgeschwindigkeit	204
Abbildung 8.1.1-3: S-Pedelec, Leistungsmesspedale, Kadenzsensor, Geschwindigkeitssensor	206

Abbildung 8.1.1-4: Eigenleistung (Soll) in Abhängigkeit der Unterstützungsstufe und der Fahrgeschwindigkeit, S-Pedelec	207
Abbildung 8.1.1-5: Leistung in Abhängigkeit der Geschwindigkeit, Simulator vs. S-Pedelec	208
Abbildung 8.1.1-6: Geschwindigkeit in Abhängigkeit der Leistung, Simulator vs. S-Pedelec	209
Abbildung 8.1.1-7: Leistung in Abhängigkeit der Geschwindigkeit, Modell vs. Messung im Simulator	210
Abbildung 8.1.1-8: Geschwindigkeit in Abhängigkeit der Leistung, Modell vs. Messung im Simulator	210
Abbildung 8.2.1-1: Stimulusbild zum Themenbereich Eingliederung schneller E-Bikes in Mischverkehr mit Autos, Quelle: https://www.bosch-ebike.com/us/everyday	216
Abbildung 8.2.1-2: Stimulusbilder zum Themenbereich Eingliederung schneller E-Bikes Radfahranlagen, Quellen von links nach rechts: https://auto.itheorie.ch/de/autotheory/2/slide/pa_015/radstreifen , https://eagle-tours.de/ , https://schweizmobil.ch/de/veloland	216
Abbildung 8.2.1-3: Stimulusbild zum Themenbereich Eingliederung in Geh- und Radwege, Quelle: https://www.fahrradwien.at/2016/03/31/radwegebauprogramm-fuer-2016-praesentiert/	217
Abbildung 8.2.1-4: Stimulusbild zum Themenbereich Geschwindigkeitsregulation und Überholvorgänge, Quelle: https://blog.veloplus.ch/2022/01/06/neue-gesetze-fuer-e-bikes-in-der-schweiz/	217
Abbildung 8.2.1-5: Stimulusbild zum Themenbereich geschützte Kreuzung (Bild gespiegelt um gängigen Rechtsverkehr abzubilden), Quelle https://www.richmond-news.com/local-news/update-richmond-councillor-says-protected-bike-lanes-are-a-no-brainer-3114436 ...	218
Abbildung 8.2.1-6: Stimulusbilder zum Themenbereich Bauliche Gestaltungselemente, Quellen von links nach rechts: Salzburg Research, https://ob-mh.adfc.de/artikel/sharrow , Salzburg Research, https://www.bicycling.com/news/a20020370/pre-fab-protected-bike-lanes/	218
Abbildung 8.2.1-7: Stimulusbild zum Themenbereich Mitnahme von S-Pedelec im öffentlichen Verkehr, Quelle https://company.sbb.ch/de/ueber-die-sbb/verantwortung/die-sbb-und-ihre-kunden/kundenstimme/projekte-und-erfolge/customer-journey-velo.html	219
Abbildung 8.2.1-8: Stimulusbild zum Themenbereich Abstellplatz an Bahnhöfen, Quelle FHNW	219

Abbildung 8.2.4-1: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV überall (innerorts & außerorts) im Ländervergleich	280
Abbildung 8.2.4-2: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen überall (innerorts & außerorts) im Ländervergleich	281
Abbildung 8.2.4-3: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in gemeinsame Geh- und Radwege überall (innerorts & außerorts) im Ländervergleich.....	282
Abbildung 8.2.4-4: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in gemeinsame Geh- und Radwege innerorts im Ländervergleich	282
Abbildung 8.2.4-5: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in gemeinsame Geh- und Radwege außerorts im Ländervergleich.....	283
Abbildung 8.2.4-6: Akzeptanz von Wahlfreiheit für S-Pedelec-Fahrende überall (innerorts & außerorts) im Ländervergleich	283
Abbildung 8.2.4-7: Geschwindigkeitsregulation für S-Pedelecs elektronisch auf 30km/h – Akzeptanz nach Land	285
Abbildung 8.2.4-8: Akzeptanz von Geschwindigkeitsregulation für alle Radfahrenden auf 30km/h im Ländervergleich	286
Abbildung 8.2.4-9: Akzeptanz für die Mitnahme von S-Pedelecs im ÖPV im Ländervergleich	287
Abbildung 8.2.4-10: Akzeptanz für das Abstellen von S-Pedelecs an Abstellanlagen an Haltestellen des ÖPV im Ländervergleich	288
Abbildung 8.2.4-11: Akzeptanz von freiwilligem Sicherheitstraining für S-Pedelecs nach Land	289
Abbildung 8.2.4-12: Akzeptanz von verpflichtendem Fahrsicherheitstraining nach Land....	290
Abbildung 8.2.4-13: Akzeptanz von Helmpflicht nach Land.....	290

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1.2-1: Übersicht verkehrsrechtlicher Regelungen D-A-CH (eigene Darstellung, 2022)	5
Tabelle 2.2.1-1: Breitenmaße von Radverkehrsanlagen und Sicherheitstrennstreifen in Deutschland (eigene Darstellung nach ERA 2010, S. 16)	12
Tabelle 2.2.1-2: Gesamtbreiten der Radfahranlagen in Österreich für die unterschiedlichen Ausbaustufen (eigene Darstellung nach FSV 2022, S. 24)	13
Tabelle 2.2.1-3: Empfohlene Führungsarten pro Anwendungsfall in der Schweiz (eigene Darstellung nach ASTRA 2016, S.44)	14
Tabelle 2.3.1-1: Abmessung von Radwegen ohne Fußverkehr in Normen und Empfehlungen (eigene Darstellung nach ASTRA 2016, S. 57)	15
Tabelle 2.3.2-1: Übersicht Abmessungen von Radstreifen in europäischen Normen und Empfehlungen (eigene Darstellung nach ASTRA 2016, S.93)	16
Tabelle 3.2.2-1: Überblick Demographie Stichprobe Fokusgruppen. Anmerkung: N = Anzahl.	35
Tabelle 3.2.2-2: Themen der Fokusgruppen als Grundlage für das Drehbuch	36
Tabelle 3.2.3-1: Eingliederung in den Mischverkehr – DACH	40
Tabelle 3.2.3-2: Eingliederung in Radfahranlagen – DACH	41
Tabelle 3.2.3-3: Eingliederung in Geh- und Radwege – DACH	42
Tabelle 3.2.3-4: Wahlfreiheit – DACH	43
Tabelle 3.2.3-5: Automatische Geschwindigkeitsregulation – DACH	44
Tabelle 3.2.4-1: Akzeptanzfaktoren zur Eingliederung in den Straßenverkehr	48
Tabelle 3.2.4-2: Akzeptanzfaktoren zur automatischen Geschwindigkeitsreduktion	49
Tabelle 3.2.4-3: Akzeptanzfaktoren zu baulichen Maßnahmen und Infrastruktur	49
Tabelle 3.2.4-4: Akzeptanzfaktoren Mitnahme im ÖPV und Abstellanlagen	50
Tabelle 3.3.2-1: Quoten quantitative Akzeptanzbefragung	53
Tabelle 3.3.2-2: Maßnahmen Akzeptanzbefragung. A = Akzeptanz, F = Fairness, S = Sicherheit, I = Intention	58
Tabelle 3.3.2-3: Attribute Experiment Innerorts	63
Tabelle 3.3.2-4: Attribute Experiment Außerorts	65
Tabelle 3.3.3-1: Beschreibung Gesamtstichprobe	69
Tabelle 3.3.3-2: Beschreibung Stichprobe Deutschland	70
Tabelle 3.3.3-3: Beschreibung Stichprobe Schweiz	71

Tabelle 3.3.3-4: Beschreibung Stichprobe Österreich	72
Tabelle 3.3.4-1: Akzeptanz Eingliederungsmaßnahmen nach Ortslage – Mittelwerte. Anmerkung: N = 1402, Standardabweichungen von 1.15–1.43.....	78
Tabelle 3.3.4-2: Akzeptanz Eingliederungsmaßnahmen nach Perspektive – Mittelwerte. Anmerkung: N = 1402, Standardabweichungen von 1.11–1.44 (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel)	81
Tabelle 3.3.4-3: Übersicht über Mittelwerte der Akzeptanzbefragung zu Eingliederungsmaßnahmen nach Perspektive und Ortslage. Zufußgehende (n = 185), ÖV- Nutzende (n = 130), Radfahrende (n = 329), Pedelec-Fahrende (n = 252), S-Pedelec- Fahrende (n = 260), Autofahrende (n = 246), Standardabweichungen 1.10–1.46 (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel).....	82
Tabelle 3.3.4-4: Übersicht über Mittelwerte der Akzeptanzbefragung zu Geschwindigkeitsregulation auf 30km/h (innerorts auf Radfahranlagen und gemeinsamen Geh- und Radwegen) nach Perspektiven. Anmerkung: Zufußgehende (n = 185), ÖV-Nutzende (n = 130), Radfahrende (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel)	90
Tabelle 3.3.4-5: Übersicht über die Mittelwerte der Akzeptanz der Integration von S-Pedelecs in ÖPV – Mittelwerte Akzeptanz nach Perspektiven. Anmerkung: Zufußgehende (n = 185), ÖV- Nutzende (n = 130), Radfahrende (n = 329), Pedelec-Fahrende (n = 252), S-Pedelec- Fahrende (n = 260), Autofahrende (n = 246), Standardabweichungen 0.96–1.40; (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel).....	94
Tabelle 3.3.4-6: Übersicht über Mittelwerte der Akzeptanz von Sicherheitsmaßnahmen nach Perspektive. Anmerkung: Zufußgehende (n = 185), ÖV-Nutzende (n = 130), Radfahrende (n = 329), Pedelec-Fahrende (n = 252), S-Pedelec-Fahrende (n = 260), Autofahrende (n = 246), Standardabweichungen 1.02–1.24; (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel)	97
Tabelle 3.3.5-1: Modellergebnisse Innerorts	102
Tabelle 3.3.5-2: Ausgewählte Zahlungsbereitschaften in Minuten Innerorts.....	104
Tabelle 3.3.5-3: Modellergebnisse Außerorts.....	108
Tabelle 3.3.5-4: Ausgewählte Zahlungsbereitschaften Außerorts.....	109
Tabelle 3.3.5-1: Eingliederungsmaßnahmen der S-Pedelecs in die bestehende Verkehrsinfrastruktur.....	111
Tabelle 3.3.5-2: Geschwindigkeitsregulation von S-Pedelecs innerorts.....	114
Tabelle 3.3.5-3: Integration in ÖPV	115
Tabelle 3.3.5-4: Prävention und Sensibilisierung	116
Tabelle 4.3.2-1: Fahrzeugbenutzung, getrennt nach Geschlecht, absolute Häufigkeiten ...	122

Tabelle 4.3.2-2: Häufigkeit Fahrradgebrauch, getrennt nach Geschlecht, absolute Häufigkeiten	122
Tabelle 4.3.5-1: Szenarienabfolge, Streckenteil I, innerorts	131
Tabelle 4.3.5-2: Szenarienabfolge, Streckenteil I, außerorts	131
Tabelle 4.3.9-1: Minimaler Abstand und Überholgeschwindigkeit, Zusammenhang	145
Tabelle 4.3.9-2: Minimaler Abstand und Überholgeschwindigkeit, Zusammenhang	146
Tabelle 4.3.9-3: Minimaler Abstand und Überholgeschwindigkeit, Zusammenhang	153
Tabelle 4.3.9-4: Minimaler Abstand und Überholgeschwindigkeit, Zusammenhang	162
Tabelle 8.1.1-1: Abweichung Leistung (W), getrennt nach Unterstützungsfaktor, Verteilung	208
Tabelle 8.1.1-2: Abweichung Geschwindigkeit (km/h), getrennt nach Unterstützungsfaktor, Verteilung	209
Tabelle 8.1.1-3: Verteilung Abweichung der mittleren Leistung (W), getrennt nach Geschwindigkeitsbereich	211
Tabelle 8.1.1-4: Verteilung Abweichung der mittleren Geschwindigkeit (km/h), getrennt nach Leistungsbereich.....	211
Tabelle 8.1.3-1: Fahrbahnquerschnitte.....	215
Tabelle 8.1.3-2: Längen und Kurvenradien	215
Tabelle 8.2.3-1: Eingliederung in den Mischverkehr – Deutschland	235
Tabelle 8.2.3-2: Eingliederung in den Mischverkehr – Österreich.....	237
Tabelle 8.2.3-3: Eingliederung in den Mischverkehr – Schweiz.....	238
Tabelle 8.2.3-4: Eingliederung in Radfahranlagen – Deutschland	240
Tabelle 8.2.3-5: Eingliederung in Radfahranlagen – Österreich	241
Tabelle 8.2.3-6: Eingliederung in Radfahranlagen – Schweiz	242
Tabelle 8.2.3-7: Eingliederung in Geh- und Radwege – Deutschland	244
Tabelle 8.2.3-8: Eingliederung in Geh- und Radwege – Österreich.....	245
Tabelle 8.2.3-9: Eingliederung in Geh- und Radwege – Schweiz	246
Tabelle 8.2.3-10: Wahlfreiheit – Deutschland.....	247
Tabelle 8.2.3-11: Wahlfreiheit – Österreich	248
Tabelle 8.2.3-12: Wahlfreiheit – Schweiz	248
Tabelle 8.2.3-13: Automatische Geschwindigkeitsregulation – Deutschland	250
Tabelle 8.2.3-14: Automatische Geschwindigkeitsregulation – Österreich	251
Tabelle 8.2.3-15: Automatische Geschwindigkeitsregulation – Schweiz.....	252
Tabelle 8.2.3-16: Zusammenfassung geschützte Kreuzung – Deutschland	253

Tabelle 8.2.3-17: Zusammenfassung geschützte Kreuzung – Österreich.....	254
Tabelle 8.2.3-18: Zusammenfassung geschützte Kreuzung – Schweiz.....	255
Tabelle 8.2.3-19: Zusammenfassung bauliche Gestaltungselemente – Deutschland	259
Tabelle 8.2.3-20: Zusammenfassung bauliche Gestaltungselemente – Österreich	260
Tabelle 8.2.3-21: Zusammenfassung bauliche Gestaltungselemente – Schweiz	262
Tabelle 8.2.3-22: Zusammenfassung Mitnahme im ÖPV – Deutschland.....	264
Tabelle 8.2.3-23: Zusammenfassung Mitnahme im ÖPV – Österreich	265
Tabelle 8.2.3-24: Zusammenfassung Mitnahme im ÖPV – Schweiz	268
Tabelle 8.2.3-25: Zusammenfassung Abstellanlagen – Deutschland	269
Tabelle 8.2.3-26: Zusammenfassung Abstellanlagen – Österreich.....	270
Tabelle 8.2.3-27: Zusammenfassung Abstellanlagen – Schweiz.....	271
Tabelle 8.2.3-28: Zusammenfassung Prävention und Sensibilisierung (Fahrsicherheitstraining) – Deutschland.....	272
Tabelle 8.2.3-29: Zusammenfassung Prävention und Sensibilisierung (Fahrsicherheitstraining) – Österreich	275
Tabelle 8.2.3-30: Zusammenfassung Prävention und Sensibilisierung (Fahrsicherheitstraining) – Schweiz	276
Tabelle 8.2.3-31: Zusammenfassung weitere Nennungen – Deutschland.....	277
Tabelle 8.2.3-32: Zusammenfassung weitere Nennungen – Österreich	278
Tabelle 8.2.4-1: Maßnahmen nach Land und Ortslage – Mittelwerte Akzeptanz. Anmerkung: Deutschland (n = 455), Österreich (n = 470), Schweiz (n = 477), Standardabweichungen von 1.08–1.48; (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel)	279
Tabelle 8.2.4-2: Übersicht über Mittelwerte der Akzeptanzbefragung zu Geschwindigkeitsregulation auf 30km/h (innerorts auf Radfahranlagen und gemeinsamen Geh- und Radwegen) – Mittelwerte Akzeptanz nach Land. Anmerkung: Deutschland (n = 455), Österreich (n = 470), Schweiz (n = 477), Standardabweichungen 1.08–1.23; (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel)	284
Tabelle 8.2.4-3: Übersicht über die Mittelwerte der Akzeptanz der Integration von S-Pedelecs im ÖPV. Deutschland (n = 455), Österreich (n = 470), Schweiz (n = 477), Standardabweichungen 1.04–1.36; (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel)	287
Tabelle 8.2.4-4: Übersicht über Mittelwerte der Akzeptanz der Sicherheitsmaßnahmen nach Land. Anmerkung: Deutschland (n = 455), Österreich (n = 470), Schweiz (n = 477), Standardabweichungen 1.02–1.22 (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel)	289

1 Überblick

Im Zweiradbereich ist innerhalb der D-A-CH Länder sowie darüber hinaus ein deutlicher Trend zur Elektrifizierung zu beobachten. Auf Grundlage der höheren Endgeschwindigkeit und stärkeren Tretkraftunterstützung haben S-Pedelecs das Potenzial, auf Wegen zum Einsatz zu kommen, die typischerweise mit dem Kraftfahrzeug zurückgelegt werden. Ein verstärkter Umstieg von Kraftfahrzeugen auf S-Pedelecs kann dabei nicht nur positive Auswirkungen auf die Gesundheit der Nutzenden haben, sondern auch zu einer Reduktion lokaler Emissionen beitragen. Darüber hinaus zeichnen sich S-Pedelecs durch einen geringeren Platzbedarf auf Wegen und Stellflächen aus. Jedoch ist die effiziente und sichere Eingliederung von S-Pedelecs als Fahrzeugart in die bestehende Infrastruktur herausfordernd. So können beispielsweise auf gemeinsam genutzten Geh- und Radwegen durch die verhältnismäßig hohen Differenzgeschwindigkeiten zu Zufußgehenden und Radfahrenden (mit und ohne Tretunterstützung) Konflikte auftreten. Andererseits kann ein Mischverkehr-Ansatz bzw. das Befahren der Straßen mitunter zu gefährlichen Interaktionen zwischen S-Pedelecs und dem motorisierten Verkehr führen, da auch hier Differenzgeschwindigkeiten deutlich variieren und bspw. Überholmanöver provozieren. Zwar wären sog. Radschnellwege denkbar, jedoch sind diese in der D-A-CH-Region noch nicht weit verbreitet und es existieren keine einheitlichen Umsetzungskonzepte.

Ziel der vorliegenden Studie ist die Erarbeitung von wissenschaftlich validierten infrastrukturellen und techno-sozialen Lösungen zur sicheren und effizienten Einbindung von S-Pedelec-Fahrenden in das Verkehrssystem, die in Empfehlungen für Maßnahmen münden. Dabei werden Sicherheit und Akzeptanz durch andere Verkehrsteilnehmende mit einer breiten Einbindung von Stakeholderinnen und Stakeholdern sichergestellt und in der Erarbeitung der Maßnahmen auch Interaktionen zwischen verschiedenen Verkehrsteilnehmenden berücksichtigt.

Hierzu wurde im Rahmen des AP2 zunächst eine umfassende Literaturanalyse geltender Rechtsnormen, aktueller Studien, Roadmaps, und spezifischer S-Pedelec Forschungsprojekte mit Fokus auf die sichere und effiziente Integration von S-Pedelecs in den Straßenverkehr durchgeführt. Die Ergebnisse beziehen sich sowohl auf die D-A-CH-Region als auch den europäischen Kontext generell. Die Literaturanalyse wurde mit Hilfe von leitfadengestützten Interviews durch Expertenwissen aus der Radverkehrsforschung, Straßenverkehr-/ Radverkehrsplanung sowie Radcommunity ergänzt.

Die Ergebnisse aus AP2 stellen die Basis für die zu erarbeitenden Handlungsempfehlungen und den Maßnahmenkatalog dar und wurden im Rahmen von AP3 für die Durchführung der Akzeptanzanalyse aufgegriffen. Mithilfe der Akzeptanzanalyse sollen im Hinblick auf die S-Pedelec-Nutzung von unterschiedlichen Verkehrsteilnehmenden Fragestellungen hinsichtlich der Akzeptanz bestehender rechtlicher Regelungen und Umwegen beantwortet, sowie sinnvolle Kriterien für die Auswahl von für S-Pedelecs geeigneten Anlagen und deren Gestaltung identifiziert werden. In einem ersten Schritt wurden hierfür mit insgesamt $n = 33$ Personen 6 Fokusgruppen mit S-Pedelec-Fahrenden und anderen Verkehrsteilnehmenden anhand eines vorab entwickelten Drehbuchs durchgeführt, protokolliert und analysiert. Das Vorgehen und die Ergebnisse werden im vorliegenden Schlussbericht dargestellt. Sie finden weiterhin Eingang in die quantitative bildbasierte Stated Preference Befragung, anhand derer die Präferenzstruktur bei der Wahl von Radverkehrsanlagen sowie die Akzeptanz von Regelungen von $n = 1463$ verschiedenen Verkehrsteilnehmenden bestimmt werden. Auf Basis der Ergebnisse der Befragung werden Entscheidungsmodelle geschätzt und Akzeptanz, Umwegfaktoren sowie Elastizitäten berechnet.

In AP4 wurde der Maßnahmenkatalog weiterentwickelt. Im Rahmen eines Validierungsworkshops wurden für eine strukturierte Verhaltensbeobachtung relevante Szenarien und Kriterien ausgewählt und in der Fahrrad-Fahrsimulation umgesetzt. Anschließend wurde auf Basis der Ergebnisse der Akzeptanz- und Präferenzanalyse in Kombination mit den Ergebnissen der Simulatorstudie Maßnahmen und Handlungsempfehlungen abgeleitet. Diese wurden in einem zweiten Validierungsworkshop mit Expertinnen und Experten diskutiert und ggf. angepasst.

Die Arbeitspakete und der Projektverlauf sind in Abbildung 2.1.1-1 dargestellt.

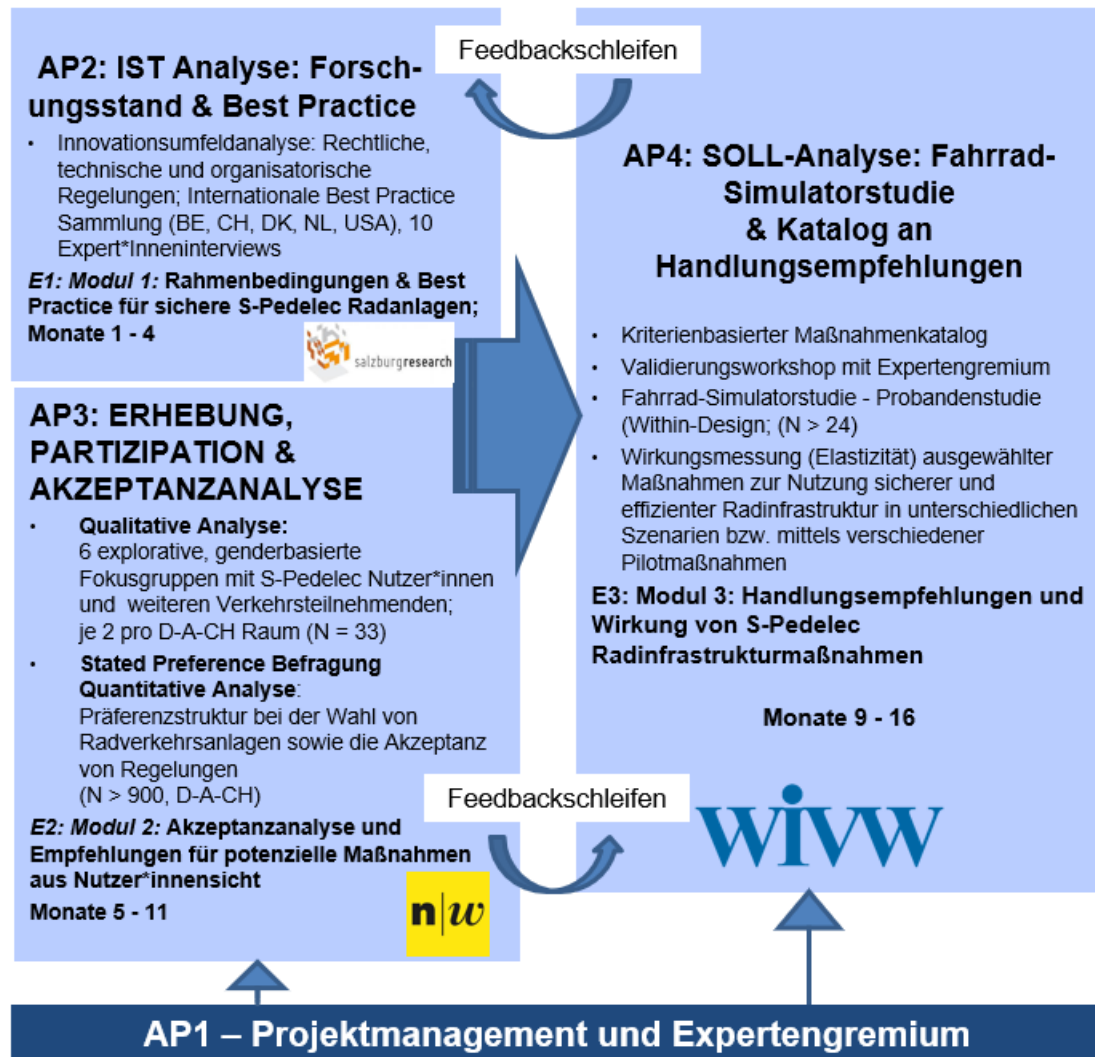


Abbildung 2.1.1-1: Arbeitspakete und Projektverlauf

Die finalen Maßnahmen und Handlungsempfehlungen auf Basis der Studienergebnisse sowie der Evaluation durch Expertinnen und Experten sind in Kapitel 5 zu finden.

2 S-Pedelec Umfeldanalyse

Dieses Kapitel dient der Sammlung, Aggregation und Analyse von aktuellen Studien, Roadmaps, Konzepten und Good Practice-Beispielen im D-A-CH und europäischen Kontext. Als eine Grundlage für die Erarbeitung eines Maßnahmenkataloges stellt die Analyse dieser Materialien zukünftig relevante rechtliche, technische und organisatorische Rahmenbedingungen für den D-A-CH Raum systematisch dar.

2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

Nach der europäischen Verordnung (EU) Nr. 168/2013 und der Richtlinie 2002/24 EG über die Genehmigung und Marktüberwachung von zwei- oder dreirädrigen und vierrädrigen Fahrzeugen fallen S-Pedelecs nach EU-Recht in die Fahrzeugklasse L1e-B (Leichte zweirädrige Kraftfahrzeuge). Diese Einteilung wurde jedoch nicht von allen EU-Ländern umgesetzt: In Belgien wurde für S-Pedelecs etwa eine eigene Kategorie „Moped Class P Speed Pedelec“ geschaffen und in den Niederlanden dürfen S-Pedelecs (als Moped eingestuft) auf den dafür vorgesehen kombinierten Moped-/Radwegen fahren („Bromfietspad“). Im Folgenden wird auf die rechtlichen Rahmenbedingungen zur S-Pedelec-Nutzung im D-A-CH-Raum und weiteren relevanten europäischen Ländern (z.B. Niederlande und Belgien) eingegangen. Durch die vorliegende Kategorisierung von S-Pedelecs gehen auch verschiedene Vorschriften in den Ländern einher, welche im folgenden Abschnitt erläutert werden. Eine Standardisierung bzw. Angleichung der Regeln im europäischen Raum, wie es im Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr angestrebt wird, ist besonders im grenzüberschreitenden Raum wünschenswert.

2.1.1 Kraftfahrzeuggesetzliche Regelungen

Bis auf wenige Ausnahmen gestalten sich die kraftfahrzeuggesetzrechtlichen Regelungen für S-Pedelecs in den D-A-CH-Ländern ähnlich. Der Motor darf die Fahrenden bis maximal 45 km/h beim Treten unterstützen (Nenndauerleistung max. 4kW). Ein „Certificate of Conformity“, welches beim Kauf eines S-Pedelecs ausgestellt wird, bestätigt außerdem, dass das Fahrzeug der EU-Betriebserlaubnis (Kategorie L1e-B) entspricht. Zudem besteht eine Dauerlichtpflicht und die Fahrzeuge müssen mit einem Rückspiegel (linke Lenkerseite), einem Tacho und einer Hupe ausgestattet sein. In Österreich muss auch ein Verbandskasten mitgeführt werden. Im D-A-CH-Raum besteht Helmpflicht für S-Pedelec-Fahrende, wobei sich die gesetzlichen Vorgaben in den Ländern unterscheiden: In Deutschland ist ein „geeigneter Schutzhelm“ (nach § 21a Abs 2 dt. StVO) ausreichend, in Österreich muss ein Motorradhelm der Norm ECE-R 22-

05 (§ 106 Abs. 7 KFG, § 1e KDV) getragen werden und die Schweiz schreibt einen Fahrradhelm der Norm EN 1078 vor (SVG Art. 3b). In den Niederlanden und in Belgien besteht ebenfalls Helmpflicht, wobei hier ein eigens für die S-Pedelec-Nutzung entwickelter Helm der Norm NTA 8776 vorgeschrieben wird (vgl. Koninkrijk der Nederlanden, 2016).

2.1.2 Verkehrsrechtliche Regelungen

In der folgenden Abbildung werden die verkehrsrechtlichen Regelungen, die für S-Pedelecs (Fahrzeugklasse L1e) im D-A-CH-Raum gelten, zusammengefasst (Stand Mai 2023).

Tabelle 2.1.2-1: Übersicht verkehrsrechtlicher Regelungen D-A-CH (eigene Darstellung, 2022)

Kategorie	Deutschland	Österreich	Schweiz
Zulassung lt. Verkehrsrecht	nach EU-Verordnung Kleinkraftfahrder (L1e-B)	rechtlich kein Fahrrad, sondern Motorfahräder nach § 2 Abs.1 Z 14 KFG	S-Pedelecs mit Leistung max. 1000 W gelten rechtlich als Motorfahräder (Art. 18 VTS14); bei höherer Leistung Kleinmotorräder (Art. 14 VTS)
Begutachtungs-plakette	[*] Keine Überprüfung nötig, aber jährliche Erneuerung des Versicherungskennzeichen	[✓] jährliche Überprüfung nach § 57a nötig	[*] jährlich zu erneuernde Vignette
Führerscheinpflcht	[✓] Klasse AM, Mindestalter 15	[✓] Klasse AM, Mindestalter 15	[✓] Klasse M, Mindestalter 14
Versicherungspflcht	[✓] Abschluss einer Haftpflichtversicherung ist ausreichend (§ 3 Abs. 2 und § 4 Abs 3 FEV)	[✓]	[✓] Typengenehmigung und ein „Fahrzeugausweis“ (= Zulassungsbescheinigung) erforderlich, Abschluss Haftpflicht
Kennzeichenpflcht	[✓]	[✓] §§ 36 ff KFG	[✓]
Helmpflcht	[✓] "geeigneter Schutzhelm", nach § 21a Abs 2 dt. StVO	[✓] Motorradhelm-Norm ECE-R 22-05 (§ 106 Abs. 7 KFG, § 1e KDV)	[✓] Fahrradhelm NORM EN 1078

Benutzung von Radverkehrsanlagen	x	x Ausnahme: StVO-Novelle 33 erlaubt S-Pedelec Nutzung ab 1.10.2022 auf Radwegen und gemischten Fuß-/Radwegen außerorts (nach behördlicher Prüfung)	✓
Mitnahme öffentlichen Verkehr erlaubt	✓ x Anmerkung: je nach Bundesland/Verkehrsträger gestattet	x	
Anhänger erlaubt	x	✓ „gelenkige und verkehrs- und betriebssichere Verbindung mit dem Zugfahrzeug, entsprechende Beleuchtung, max. 50 kg Gesamtgewicht und max. 80 cm Breite, feststellbare Bremsanlage, vgl. § 104 Abs. 5 KFG)“	✓
Kindersitz erlaubt		✓ Kinder bis 8 Jahre erlaubt, müssen Motorradhelm tragen	✓

Deutschland

In Deutschland werden S-Pedelecs nach der EU-Verordnung als Kleinkraftträder (Kategorie L1e-B) kategorisiert. Eine amtliche Zulassung ist nicht notwendig, jedoch muss eine Betriebserlaubnis (Einzelbetriebserlaubnis EBE oder Allgemeine Betriebserlaubnis ABE) vorliegen, sowie eine Haftpflichtversicherung abgeschlossen werden (§ 3 Abs. 2 und § 4 Abs. 3 FEV), welche jährlich erneuert werden muss. Für das Fahren eines S-Pedelecs wird mindestens ein Führerschein der Klasse AM vorausgesetzt (oder eine gleichwertige Fahrerlaubnis, die diese Klasse enthält), das Mindestalter der Fahrenden beträgt 15 Jahre. Es ist nicht gestattet, Kinderanhänger am S-Pedelec anzubringen (§ 21 (1) (1) StVO). Die Mitnahme eines S-Pedelecs im öffentlichen Verkehr kann in den Bundesländern vom jeweiligen Verkehrsträger erlaubt werden.

Österreich

Nach § 2 Abs. 1 Z 14 KFG werden S-Pedelecs in Österreich nicht als Fahrräder, sondern als Motorfahrräder eingestuft. Auch in Österreich besteht eine Haftpflichtversicherungs- und Kennzeichenpflicht (§§ 36 ff KFG), sowie die Vorgabe, das Fahrzeug jährlich begutachten zu lassen.

lassen (§ 57a KFG, „Pickerl“). In Österreich benötigen S-Pedelec-Fahrende ebenfalls einen Führerschein der Klasse AM (Mindestalter 15 Jahre). Die Mitnahme von Kindern ist im Kindersitz erlaubt, wenn das Kind unter 8 Jahre alt ist und einen Motorradhelm trägt. S-Pedelecs dürfen in Österreich nicht in öffentlichen Verkehrsmitteln transportiert werden.

Schweiz

S-Pedelecs mit einer Leistung von max. 1 kW gelten rechtlich als Motorfahrträder, bei höherer Leistung werden sie in der Schweiz als Kleinmotorräder (Art. 14 VTS) eingestuft. Das Fahrzeug muss beim zuständigen Straßenverkehrsamt angemeldet werden. Zudem besteht eine Kennzeichen- und Versicherungspflicht, welche durch eine jährlich zu erneuernde Vignette nachgewiesen wird. Um ein S-Pedelec fahren zu können, benötigt man in der Schweiz einen Führerschein der Klasse M (Mindestalter 14 Jahre). S-Pedelecs dürfen auch in öffentlichen Verkehrsmitteln befördert werden, wenn diese für die Fahrradbeförderung freigegeben sind und ein entsprechendes Ticket gekauft wird. In der Schweiz ist es ebenso erlaubt, Kinder im Kindersitz oder in einem Anhänger mit dem S-Pedelec zu transportieren.

Niederlande und Belgien

Wie bereits erwähnt, werden S-Pedelecs in den Niederlanden als Mopeds eingestuft und haben demnach dieselben Regeln wie diese einzuhalten (SWOV, 2022). In Belgien wurde, wie eingangs erwähnt, mit der “Moped Class P Speed Pedelec” eine eigene Kategorie für die schnellen Pedelecs geschaffen, um die Gesetzgebung zu erleichtern (Fietserbond, 2019). Für Halterinnen und Halter ergeben sich in den beiden Ländern dieselben verkehrsrechtlichen Regelungen: Die fahrende Person muss mindestens 16 Jahre alt sein und einen Führerschein der Klasse AM besitzen. Es besteht Kennzeichenpflicht (in den Niederlanden ein gelbes Moped-Kennzeichen) und es muss eine Haftpflichtversicherung abgeschlossen werden.

Dänemark

Mit 1. Juli 2018 wurden S-Pedelecs in Dänemark normalen Fahrrädern gleichgestellt und damit die Radinfrastruktur für die schnellen Pedelecs freigegeben (vgl. Dänisches Parlament 2017). Das Mindestalter für die Nutzung eines S-Pedelecs beträgt 15 Jahre, die Fahrenden müssen mindestens einen Führerschein der Klasse AM besitzen. Wie in anderen europäischen Län-

dern gilt auch in Dänemark eine Kennzeichen- und Versicherungspflicht. Ähnlich wie in Österreich dürfen auch in Dänemark Kinder weder im Kindersitz noch in einem Anhänger transportiert werden (vgl. Travel Information 2023).

2.1.3 Regeln der Straßenverkehrs-Ordnung

Im folgenden Abschnitt werden die für schnelle Pedelecs geltenden Regeln der Straßenverkehrsordnung im D-A-CH-Raum und ausgewählten europäischen Ländern detailliert vorgestellt.

Deutschland

Aufgrund der Einordnung als Kleinkraftrad dürfen S-Pedelecs in Deutschland nicht die Radinfrastruktur benutzen, sondern müssen auf der für Kraftfahrzeuge vorgesehenen Fahrbahn fahren (§ 2 Abs. 1 StVO). Eine Sondergenehmigung für die Freigabe von Radverkehrsanlagen für S-Pedelecs wurde erstmals in Tübingen durchgesetzt, ermöglicht durch den Erlass des Verkehrsministeriums Baden-Württemberg. Eine solche Sondergenehmigung ist durch das zuständige Land zu erlassen, um es nur auf S-Pedelecs zu beschränken (da es in StVO bzw. StVZO keine spezifische Definition von S-Pedelecs und dem Zusatzschild „S-Pedelec frei“ gibt):

„Das Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg erteilt auf der Grundlage der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung (Rn. 46 zu den §§ 39 bis 43 StVO) das Einvernehmen zur Verwendung des Zusatzzeichens „S-Pedelecs frei“ in Kombination mit den Verkehrszeichen 237, 240, 241, 244.1, 250, 255, 260 StVO. Eine Freigabe für die Kombination des Zusatzzeichens mit Zeichen 245 StVO „Bussonderfahrstreifen“ ist nicht möglich, da die Aufzählung in der StVO (Anlage 2 zu § 41 Absatz 1, lfd. Nr. 25, Ziffer 2) abschließend ist. Die Prüfung, ob die Benutzung eines Radweges oder einer Verbotsstrecke für Fahrzeuge oder Krafträder durch S-Pedelecs in Frage kommt, erfolgt durch die vor Ort zuständige Verkehrsbehörde. Unter anderem sind die Verkehrsstärken, die Verkehrszusammensetzung und die Geschwindigkeitsniveaus der unterschiedlichen Verkehrsarten, die verfügbare Breite der Verkehrsfläche, usw. in die Beurteilung einzubeziehen. Bei der Freigabe von gemeinsamen Geh- und Radwegen, Zeichen 240 StVO, sind mit Blick auf den besonders schutzbedürftigen und „langsamen“ Fußverkehr besonders strenge Maßstäbe anzulegen.“ (Erlass des Verkehrsministeriums Baden-Württemberg vom 21. September 2018, Az. 4-3851.1-00/1446)

Österreich

Die Straßenverkehrsordnung (§ 8 Abs. 4) verbietet S-Pedelecs prinzipiell die Nutzung von Radverkehrsanlagen. Eine Neuerung wurde hier jedoch mit der 33. Novelle der StVO, welche am 1. Oktober 2022 in Kraft getreten ist, erreicht: Die Behörde kann Radverkehrsanlagen außerorts für S-Pedelecs freigeben, wenn diese nach individueller Prüfung als geeignet eingestuft wurden. Auf gemischten Geh- und Radwegen (außerorts) muss von Lenkenden von Kraftfahrzeugen jedoch ein Tempolimit von 10 km/h eingehalten werden, wenn sie sich Fußgängerinnen und Fußgängern nähern (§8a Abs. 3 StVO). Innerorts kann nach § 67 Abs. 2 StVO wiederum die Durchfahrt von Kraftfahrzeugen (d.h. auch S-Pedelecs) in Fahrradstraßen erlaubt werden.

Schweiz

Anders als in Deutschland und Österreich ist die Nutzung von Radverkehrsanlagen in der Schweiz für S-Pedelec-Fahrende obligatorisch. Es bestehen keine Geschwindigkeitsbegrenzungen; die Fahrenden sind dazu angehalten, eine angemessene Fahrweise zu wählen, die die anderen Personen im Straßenverkehr nicht gefährdet.

Niederlande

Durch die Gleichstellung von S-Pedelecs mit Mopeds (Niederländisches Ministerium für Infrastruktur und Umwelt, 2022) in den Niederlanden ist das Fahren auf Radwegen verboten. S-Pedelecs müssen die dafür vorgesehenen Rad- und Mopedwege („Bromfietspad“) oder die Fahrbahn benutzen. Auf der Fahrbahn gilt eine Geschwindigkeitsbegrenzung von 45 km/h, auf den Rad- und Mopedwegen im Ortsgebiet dürfen S-Pedelecs maximal 30 km/h, außerhalb des Ortsgebiets maximal 40 km/h fahren.

Belgien und Dänemark

In Belgien ermöglicht die separat für S-Pedelecs eingeführte Fahrzeugkategorie „Moped Class P - Speed Pedelec“, angepasste Verkehrsregeln für S-Pedelec-Fahrende einzuführen. Bei einem Tempolimit bis zu 50 km/h haben Lenkende von S-Pedelecs die Wahlfreiheit zwischen Fahrbahn und Radweg. Bei einem höheren Tempolimit (bspw. außerhalb des Ortsgebiets) müssen sie den Radweg benutzen. Durch das Anbringen von zusätzlichen Verkehrsschildern (Kennzeichnung „P“ für Speed Pedelecs) ist es den lokalen Behörden möglich, die Nutzung von Infrastruktur für S-Pedelecs zusätzlich freizugeben bzw. einzuschränken. In Dänemark wurden mit 1. Juli 2018 Radverkehrsanlagen für S-Pedelecs freigegeben. Es gelten dieselben Regeln wie für normale Fahrräder (Aumann 2022).

2.2 Planungsregelwerke und Auswahl von Radverkehrsinfrastruktur

Für das bessere Verständnis möglicher zukünftiger Regelungen von S-Pedelecs sind auch Grundlagen der Verkehrsplanung für Fahrräder zu betrachten. Die Grundlagen für Planung, Entwurf und Betrieb von Radverkehrsanlagen im D-A-CH-Raum werden in den folgenden Dokumenten geregelt:

- Deutschland: Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA) (2010). Arbeitsgruppe Straßenentwurf, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.)
- Österreich: Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr (FSV) (2022). RVS 03.02.13 - Radverkehr (2022), Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen
- Schweiz: Erkenntnisse aus dem Forschungsbericht "Bundesamt für Straße (ASTRA) (2016). Grundlagen für die Dimensionierung von sicheren Veloverkehrsanlagen" werden in der überarbeiteten Norm SN 640 060 umgesetzt werden (VSS, 1994)

2.2.1 Auswahl geeigneter Radinfrastruktur

Allgemein wird zwischen getrennter Führung von Radinfrastruktur und Mischverkehr unterschieden. Bei der getrennten Führung handelt es sich um Radfahranlagen, die (meist baulich) vom Kfz-Verkehr getrennt sind, beispielsweise Radwege. Wenn Radfahrende die Verkehrsfläche gemeinsam mit dem motorisierten Individualverkehr nutzen, spricht man von Mischverkehr (z. B. Mehrzweckstreifen). In Deutschland, Österreich und der Schweiz werden verschiedene Kenngrößen für die Auswahl geeigneter Anlagearten für den Radverkehr herangezogen, wie etwa die Höhe des Verkehrsaufkommens (Anzahl Radfahrende, Anzahl motorisierter Individualverkehr) oder die Geschwindigkeit der Kraftfahrzeuge. Im Folgenden werden kurze Beispiele zu den Kenngrößen und Auswahlverfahren der jeweiligen Länder dargestellt.

Deutschland

Um eine erste Vorauswahl von Radverkehrsführungen treffen zu können, werden die Deutschland die Kraftfahrzeugbelastung ("Prognosebelastung in der werktäglichen Spitzenstunde für den Fahrbahnquerschnitt", ERA 2010, S. 19) und die zulässige Höchstgeschwindigkeit herangezogen. Anhand dieser Parameter werden die Belastungsbereiche vorausgewählt (siehe Abbildung 2.2.1-1).

“Im Belastungsbereich I und II ist die Führung des Radverkehrs auf der Fahrbahn grundsätzlich vertretbar. Bei Klasse I ohne zusätzliche Angebote, bei Klasse II mit entsprechenden zusätzlichen Angeboten wie z. B. nicht benutzungspflichtige Führungen oder Schutzstreifen. Im Belastungsbereich III kann das Trennen des Radverkehrs vom Kraftfahrzeugverkehr aus Sicherheitsgründen erforderlich sein. Mischverkehr mit Kraftfahrzeugen auf der Fahrbahn soll nur bei günstigen Randbedingungen zur Anwendung kommen, gegebenenfalls mit Schutzstreifen oder flankierenden Maßnahmen. Im Belastungsbereich IV ist das Trennen aus Sicherheitsgründen geboten. Wenn dies aufgrund von Flächenrestriktionen nicht möglich ist, soll geprüft werden, ob durch Verkehrsplanerische oder - in Abstimmung mit der Straßenverkehrsbehörde - verkehrsrechtliche Maßnahmen der Belastungsbereich III oder II erreicht werden kann. Anderenfalls soll durch Maßnahmen der Netzplanung dem Radverkehr eine zusätzliche Alternativroute angeboten werden.” (ERA 2010, S. 19).

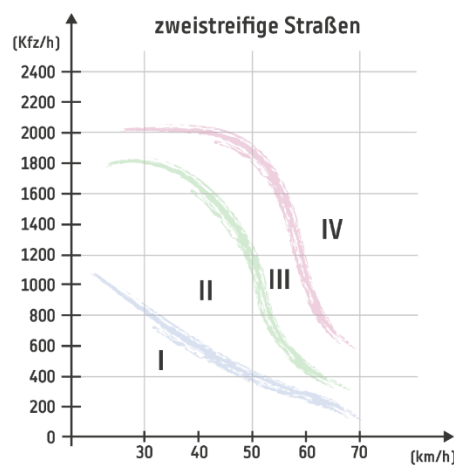


Abbildung 2.2.1-1: Vorauswahl geeigneter Radinfrastruktur anhand Kraftfahrzeugbelastung und zugelassener Höchstgeschwindigkeit in Deutschland (eigene Darstellung, nach ERA 2010, S. 19)

Von der zuständigen Behörde muss geprüft werden, ob die vorausgewählte Radverkehrsführung auch in der Praxis realisierbar ist. Hier fallen auch noch weitere Kriterien, beispielsweise die bereits erwähnte Kraftfahrzeugverkehrsstärke, die Schwerverkehrsstärke, die verfügbare Fläche, das Gefährdungspotenzial durch Parkvorgänge (bspw. Ein- und Ausfahrten, die die Radinfrastruktur queren) oder Anzahl der Knotenpunkte und Grundstückzufahrten (ERA 2010, S. 21).

Tabelle 2.2.1-1: Breitenmaße von Radverkehrsanlagen und Sicherheitstrennstreifen in Deutschland (eigene Darstellung nach ERA 2010, S. 16)

Anlagentyp	Breite der Radverkehrsanlage (jeweils einschließlich Markierung)		Breite des Sicherheitstrennstreifens		
			zur Fahrbahn	zu Längsparkständen	zu Schräg-/ Senkrechtparkständen
Schutzstreifen	Regelmaß	1,50 m	-	0,25 m bis 0,50 m	0,75 m
	Mindestmaß	1,25 m			
Radfahrstreifen	Regelmaß (einschließlich Markierung)	1,85 m	-	0,50 m bis 0,75 m	0,75 m
Einrichtungsradweg	Regelmaß	2,00 m	0,50 m 0,75 m (bei festen Einbauten bzw. hoher Verkehrsstärke)	0,75 m	1,10 m (Überhangstreifen kann darauf angerechnet werden)
	bei geringer Radverkehrsstärke	1,60 m			
Beidseitiger Zweirichtungsradweg	Regelmaß	2,50 m			
	bei geringer Radverkehrsstärke	2,00 m			
Einseitiger Zweirichtungsradweg	Regelmaß	3,00 m			
	(bei geringer Radverkehrsstärke	2,50 m			
Gemeinsamer Geh- und Radweg (innerorts)	Abhängig von Fußgänger- und Radverkehrsstärke	≥ 2,50 m			
Gemeinsamer Geh- und Radweg (außerorts)	Regelmaß	2,50 m	1,75 m bei Landstraßen (Regelmaß)		

Anhand der oben erwähnten Kriterien lassen sich demnach die geeigneten Radverkehrsanlagen identifizieren und dementsprechende Dimensionierungen festlegen (Breiten, Kurvenradien und Sichtweiten). Tabelle 2.2.1-1 zeigt verschiedene Anlagearten für den Radverkehr mit den jeweiligen Breiten einschließlich Markierungen.

Österreich

Auch in Österreich orientiert sich die Vorauswahl der Radverkehrsführung in erster Linie an den Kenngrößen Verkehrsstärke und zugelassener Geschwindigkeit. In Österreich wird für die Berechnung der Verkehrsstärke allerdings die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) gewählt, wie in Abbildung 2.2.1-2 erkennbar.

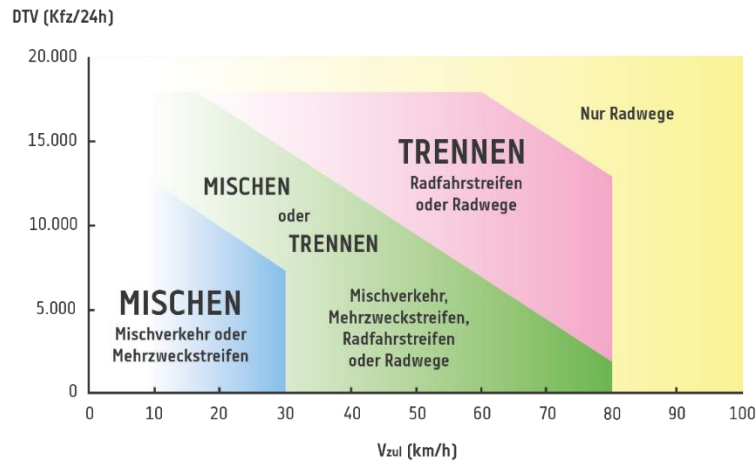


Abbildung 2.2.1-2: Hinweise für die Flächenerschließung - Mischung bzw. Trennung von Rad- und Kfz-Verkehr in Abhängigkeit von Verkehrsstärke und Geschwindigkeit (eigene Darstellung, nach FSV 2022, S. 14)

Anhand dieser ersten Vorauswahl ergeben sich auch in der österreichischen Verkehrsplanung spezielle Vorgaben für die Gestaltung und Dimensionierung von Radverkehrsanlagen, wie in Tabelle 2.2.1-2 erkennbar.

Tabelle 2.2.1-2: Gesamtbreiten der Radfahranlagen in Österreich für die unterschiedlichen Ausbaustufen (eigene Darstellung nach FSV 2022, S. 24)

Bezeichnung	Lage	Ausbaustufe D	Ausbaustufe C	Ausbaustufe B	Ausbaustufe A
Radfahrstreifen Mehrzweckstreifen	zwischen Fahrstreifen und Bordstein	1,5 m	1,5 m	1,8 m	(≥ 2,5 m) ¹⁾
	zwischen Fahrstreifen und Längsparkstreifen	2,0 m	2,0 m	(2,3)	(≥ 3,0 m) ^{1) 2)}
Radweg (baulich getrennt)	Einrichtungsrادweg				
	neben Fahrbahn $V_{zul} \leq 50 \text{ km/h}$	1,5 m	1,8 m	2,8 m	≥ 3,1 m
	$V_{zul} > 50 \text{ km/h}$, Freiland	2,0 m	2,3 m	3,3 m	≥ 3,6 m
	neben Längsparkstreifen	1,75 m	2,05 m	3,05 m	≥ 3,35 m
	Zweirichtungsrادweg				
	neben Fahrbahn $V_{zul} \leq 50 \text{ km/h}$	2,5 m	3,1 m	3,8 m	≥ 4,5 m
Gemischter Geh- und Radweg (baulich getrennt)	$V_{zul} > 50 \text{ km/h}$, Freiland	3,0 m	3,6 m	4,3 m	≥ 5,0 m
	neben Längsparkstreifen	2,75 m	3,35 m	4,05 m	≥ 4,75 m
	neben Fahrbahn $V_{zul} \leq 50 \text{ km/h}$	2,8 m	3,5 m	(3,8 m) ³⁾	
	$V_{zul} > 50 \text{ km/h}$, Freiland	3,3 m	4,0 m	(4,3 m) ³⁾	
	neben Längsparkstreifen	3,05 m	3,75 m	(4,05 m) ³⁾	

¹⁾ auf Radschnellverbindungen nur in Sonderfällen

²⁾ Neben Längsparkstreifen nicht empfohlen. Qualitätseinbußen für den Radverkehr aufgrund von Parkvorgängen.

³⁾ Nur bei geringen Fußgängerkehrsstärken.

Die dargestellten Ausbaustufen orientieren sich daran, wie viele und welche Art von Fahrrädern die Anlage befahren können. Bei Ausbaustufe A kann im Richtungsverkehr ein Lastenrad ein anderes Lastenrad überholen, bei Ausbaustufe B kann ein einspuriges Fahrrad ein Lastenrad überholen. In der Ausbaustufe C kann ein Lastenrad die Radfahranlage befahren, wohingegen die Ausbaustufe D nur für einspurige Fahrräder ausreichend ist (FSV 2022, S. 24).

Schweiz

In der Schweiz kommen die Geschwindigkeit und Menge des motorisierten Individualverkehrs (V_{85} und DTV), sowie die aktuelle (bzw. bei Neuplanung potenzielle) Menge an Radfahrenden als Kriterien für die Auswahl geeigneter Radverkehrsanlagen zum Einsatz. Außerdem wird in die Planung auch noch miteinbezogen, ob es sich um einen Schulweg handelt. Tabelle 2.2.1-3 gibt einen Überblick über die Kriterien und den daraus empfohlenen Führungsarten für den Radverkehr.

Tabelle 2.2.1-3: Empfohlene Führungsarten pro Anwendungsfall in der Schweiz (eigene Darstellung nach VSS 2016, S.43)

Kriterium Geschwind mIV	Kriterium Menge mIV	Kriterium Veloverkehr	Kriterium Schulweg	Empfohlene Führungsarten					
30 km/h	≤ 5000	viel	nein	Mischverkehr	oder	Fahrradstraße			
			ja	Mischverkehr	oder	Fahrradstraße			
		wenig	nein	Mischverkehr					
			ja	Mischverkehr					
	> 5000	viel	nein	Radstreifen	ev.	Fahrradstraße	ev.	Radweg	
			ja	Radstreifen	ev.	Fahrradstraße	ev.	Radweg	
		wenig	nein	Mischverkehr	ev.	Radstreifen			
			ja	Mischverkehr	ev.	Radstreifen	ev.	Radweg	
50 km/h allenfalls 60 km/h	≤ 5000	viel	nein	Radstreifen	oder	Radweg	oder	Radfahrstreifen	
			ja	Radstreifen	oder	Radweg	oder	Radfahrstreifen	
		wenig	nein	Mischverkehr	oder	Radstreifen			
			ja	Radstreifen	oder	Radfahrstreifen	ev.	Mitbenutzung Trottoir	
	> 5000	viel	nein	Radstreifen	oder	Radweg	ev.	Radfahrstreifen	
			ja	Radweg	oder	unabhängige Führung			
		wenig	nein	Radstreifen	oder	Radweg	ev.	Radfahrstreifen	
			ja	Radweg	oder	unabhängige Führung	ev.	Fuß-/Radweg	
80 km/h	≤ 5000	viel	nein	Radweg	oder	Radfahrstreifen	oder	unabhängige Führung	
			ja	Radweg	oder	Radfahrstreifen	oder	unabhängige Führung	
		wenig	nein	Fuß-/Radweg	oder	unabhängige Führung			
			ja	Fuß-/Radweg	oder	unabhängige Führung			
	> 5000	viel	nein	Radweg	oder	Fuß-/Radweg	oder	unabhängige Führung	
			ja	Radweg	oder	Fuß-/Radweg	oder	unabhängige Führung	
		wenig	nein	Fuß-/Radweg	oder	unabhängige Führung	oder		
			ja	Fuß-/Radweg	oder	unabhängige Führung	oder		
Mischverkehr		Rad(fahr)streifen		Fuß-/Veloverkehr gemeinsam		Radweg			

2.3 Überblick relevanter Radverkehrsanlagen

Der folgende Abschnitt gibt einen kurzen Überblick über relevante Radverkehrsanlagen. Wie bereits erwähnt, darf diese Infrastruktur von S-Pedelec-Fahrenden in der Schweiz bereits genutzt werden. In Deutschland und Österreich sind bis auf wenige Ausnahmen (siehe Kapitel 2.1) weitere rechtliche Schritte nötig, um die vorgestellten Radverkehrsanlagen für die schnellen Pedelecs freigeben zu können.

2.3.1 Radweg

Ein Radweg bezeichnet eine beispielsweise durch Grünstreifen oder andere bauliche Maßnahmen vom übrigen Verkehr getrennte Infrastruktur, die Radfahrenden vorbehalten ist. Die Dimensionierung des Radwegs soll sichere Überholvorgänge gewährleisten, wobei die im D-A-CH-Raum anzuwendenden Grundlagen sich hier über eine Regelbreite von zwei Metern für einen Einrichtungsradschweg einig sind (vgl. ASTRA, 2021). Ist ein beidseitiger Einsatz von Einrichtungsradschwegen nicht möglich (z. B. außerorts), kommen häufig Zweirichtungsradschwegen zum Einsatz, auf denen Radfahrende in beide Richtungen fahren dürfen. Die Minimalbreite für Zweirichtungsradschwegen bewegt sich zwischen 2,50 bis 3,50 Metern (s. Tabelle 2.3.1-1).

Tabelle 2.3.1-1: Abmessung von Radwegen ohne Fußverkehr in Normen und Empfehlungen (eigene Darstellung nach VSS 2016, S. 57)

Radweg	DE ERA 2010	AT RVS	NL CROW	BE Fiches Techn.	Kt. AG Merkblatt	Kt. BE Arb.hilfe ¹⁾
Normalbreite (m) Einrichtungsradschweg	2,00	1,60 – 2,00	...	...	2,00	2,50
Minimalmaß (m) Einrichtungsradschweg	1,60	1,00	...	1,30	...	1,50
Normalbreite (m) Zweirichtungsradschweg	2,50 – 3,00	3,00	2,50 – 3,50	2,60	2,50	3,00
Minimalmaß (m) Zweirichtungsradschweg	2,00 – 2,50	2,00	2,00	2,20	2,00	2,50

¹⁾ Keine Unterscheidung zwischen Radwegen mit und ohne Fußgänger, die hier aufgeführten Werte sind deshalb tendenziell zu hoch

Darüber hinaus gibt es auch Geh- und Radwege, die von Radfahrenden und Zufußgehenden gleichermaßen benutzt werden können.

2.3.2 Radfahrstreifen

Radfahrstreifen sind für den Radverkehr gekennzeichnete, aber nicht baulich getrennte Teile der Fahrbahn (bitte beachten: in der Schweiz werden diese anders definiert, gemäß dem Schutzstreifen in DE siehe Kapitel 2.3.3.1 Mehrzweckstreifen, Schutzstreifen). In der Regel werden Radfahrstreifen durch durchgezogene Sperrlinien (in D durch einen durchgehenden Breitstrich) oder Warnlinien (z. B. 6 m/1 m strichliert) von der angrenzenden Fahrbahn für Kraftfahrzeuge getrennt (vgl. z. B. Bodenmarkierungsverordnung, BmVO §13). Kraftfahrzeuge dürfen diese Radverkehrsanlagen in der Regel nicht befahren, außer zum Queren (bspw. Zufahrt zu einem Parkplatz). Tabelle 2.3.2-1 gibt eine Übersicht der anzustrebenden Breiten der Radfahrstreifen im D-A-CH-Raum, der Niederlande und Belgien. In der Schweiz sind Radfahrstreifen anders definiert und entsprechen dem deutschen Schutzstreifen.

Tabelle 2.3.2-1: Übersicht Abmessungen von Radstreifen in europäischen Normen und Empfehlungen (eigene Darstellung nach VSS 2016, S.93)

Radstreifen	DE ERA 2010	AT RVS	NL CROW	BE Fiches Techn.	Kant. ZH Anlagen	Kant. AG Merkblatt	Kant. BE Anlagen
Normalbreite (m)	1,85*	1,50 (v85 < 50 km/h) 1,75 (v85 > 50 km/h)	1,85*	1,50*	1,50	1,50	1,50– 1,80
Minimalmaß (m)	-	1,25 (v85 < 50 km/h) 1,50 (v85 > 50 km/h)	-	1,30*	1,25	1,25	1,20– 1,75
Normalbreite (m) bei Längsparkierung	2,35 - 2,60*	1,75 (v85 < 50 km/h) 2,25 (v85 > 50 km/h)	2,10*	2,10*	2,25	> 1,70	2,00
Minimalmaß (m) bei Längsparkierung	-	1,50 (v85 < 50 km/h) 2,00 (v85 > 50 km/h)	2,00	1,70*	2,00	> 1,70	1,80

*einschließlich Markierung

2.3.3 Mischverkehr

Beim Mischverkehr wird die Verkehrsfläche von verschiedenen Verkehrsmitteln geteilt, d. h. es besteht eine "Führung unterschiedlicher Verkehrsarten auf der gleichen Verkehrsfläche, welche weder durch bauliche noch durch betriebliche Maßnahmen unterteilt ist" (Dörnenburg et al., 2007). Mischverkehr kommt vor allem dann zum Einsatz, wenn aufgrund der infrastrukturellen Gegebenheiten keine Radverkehrsanlage möglich ist. Unter diese Kategorie fallen

auch die Radverkehrsanlagen des Mehrzweckstreifen/Schutzstreifens und der Fahrradstraße, welche folgend kurz beschrieben werden.

2.3.3.1 Mehrzweckstreifen, Schutzstreifen

Anders als ein Radfahrstreifen ist ein Mehrzweckstreifen durch eine strichlierte Linie auf der Fahrbahn markiert und darf unter besonderer Rücksichtnahme von Kraftfahrzeugen befahren werden, wenn “für diese der links an den Mehrzweckstreifen angrenzende Fahrstreifen nicht breit genug ist oder wenn das Befahren durch Richtungspfeile auf der Fahrbahn für das Einordnen zur Weiterfahrt angeordnet ist (§ 2 Abs. 1 Z.7a StVO 1960). Mehrzweckstreifen zählen somit zum Mischverkehr und werden besonders dann genutzt, wenn die vorhandene Infrastruktur das Anlegen von Radverkehrsanlagen nicht zulässt. Um die Sicherheit bei dieser Art der Radverkehrsführung zu erhöhen, ist insbesondere die Geschwindigkeitsreduktion des Kraftfahrzeugverkehrs anzudenken (FSV, 2022, S. 26). In Deutschland sind Mehrzweckstreifen unter dem Begriff Schutzstreifen bekannt und nehmen eine Regelbreite von 1,5 Metern (Mindestbreite 1,25 Meter) ein (ERA, 2010, S. 22). Anders als in Österreich und Deutschland bezeichnet ein Mehrzweckstreifen in der Schweiz keine für den Radverkehr angelegte Fläche, sondern einen Streifen in der Mitte der Fahrbahn, der von verschiedenen Verkehrsteilnehmenden zum Queren und Abbiegen genutzt werden kann. Wenn im Folgenden auf den Begriff Mehrzweckstreifen referenziert wird, handelt es sich um aus diesem Grund um Szenarien in Deutschland und Österreich.

2.3.3.2 Fahrradstraße

Bei Fahrradstraßen handelt es sich um Fahrbahnen, die vorrangig dem Radverkehr vorbehalten sind und auf denen andere Fahrzeuge nur unter Verwendung von Zusatzzeichen zulässig sind (vgl. ERA, 2010, S. 60). Fahrradstraßen sind besonders dann zu empfehlen, wenn wenig Kraftfahrzeugverkehr zu erwarten ist und es sich um eine Route handelt, die für den Radverkehr bedeutend und auf der viel Radverkehr zu erwarten ist (FSV, 2022, S. 39). In der Regel besteht in einer Fahrradstraße eine Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h für alle Verkehrsteilnehmenden.

Die vorgestellten Radverkehrsanlagen sollen einen Überblick über die bestehende Radinfrastruktur schaffen und fließen in die weitere Planung der Simulatorstudie mit ein.

2.4 S-Pedelec-Forschungsarbeiten und Good Practice-Beispiele

Forschungsdaten spezifisch zu S-Pedelecs sind bisher nur begrenzt verfügbar. Erschwert wird eine Analyse der Forschungslage durch die uneinheitlichen Begrifflichkeiten im Bereich der Elektromobilität (Van den Steen, 2019). Im Folgenden findet sich ein Überblick über relevante Forschungsarbeiten und Materialien mit explizitem Bezug zu S-Pedelec-Einsatz, Nutzen, Nutzungstyp und Herausforderungen bzw. bereits in Diskussion befindliche Ideen für Maßnahmen zur sicheren Eingliederung in den Verkehr (Stand Dezember 2022). Dieser wird ergänzt durch aktuelle empirische Studien, die das "Prinzip der Wahlfreiheit der Verkehrsfläche" untersucht haben und hilfreich für die Gestaltung von diesbezüglichen Empfehlungen sein können (Schäfer et al., 2021). Die Arbeiten wurden mittels Literaturrecherche, bibliometrischer Analyse (Web of Science; Abfrage 12/2022) und auf Empfehlung der im Studienzeitraum befragten Experten und Expertinnen erhoben.

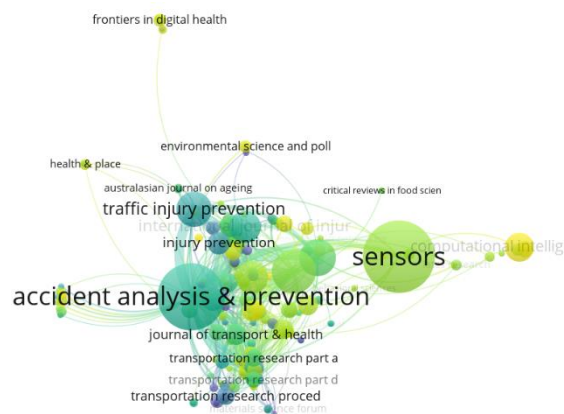


Abbildung 2.3.3-1: Überblick Forschungs- und Publikationsthemen im Feld "S-Pedelec" (Vos Viewer Darstellung, SRFG 12/2022)

2.4.1 Charakteristika von S-Pedelec-Fahrenden

Um Anforderungen und Hinweise für das sichere Eingliedern von S-Pedelec-Fahrenden in den Verkehr besser empirisch zu fundieren, wurden im Forschungsfeld "S-Pedelec" in den letzten Jahren zu folgenden Themen empirische Untersuchungen durchgeführt: Hinweise auf spezifische Nutzung von schnellen Pedelecs im städtischen/ ländlichen Raum; Unterschiede in Konfliktsituationen / Unfallhäufigkeit im Vergleich zu vergleichsweise langsameren Pedelec-Fah-

renden; Ausmaß der Nutzung der motorischen Geschwindigkeitsmöglichkeiten und Zufriedenheit mit rechtlichen Regelungen (z. B. Vorschriften wo gefahren werden darf). Die meisten Studien stammen aus den Benelux-Ländern und Dänemark, wo es aufgrund der geltenden Rechtsgrundlagen bereits ein gewisses Aufkommen an S-Pedelec Fahrenden gibt, die es ermöglichen, langfristige Beobachtungen durchzuführen.

Typologie von S-Pedelec Nutzenden

Eine niederländische Studie hat versucht, S-Pedelec-Fahrende hinsichtlich ihrer Einstellungen und Präferenzen für Radwege zu typisieren und kam zu folgender Einteilung in S-Pedelec-Nutzungsgruppen (v.d. Salm et al., 2022):

- enthusiastisch Fahrende,
- effiziente Fahrende,
- besorgt Fahrende und
- entspannt Fahrende.

Über alle Gruppen hinweg gaben 85 % der Befragten an, mindestens einmal pro Woche ein S-Pedelec für eine Strecke zu nutzen, die sie sonst mit dem Auto zurückgelegt hätten. Jede Gruppe hat jedoch spezifische Reisegewohnheiten, Motivationen und Sicherheitsbedenken. Im Gegensatz zur bisherigen Literatur über die Nutzung herkömmlicher Fahrräder spielt bei den S-Pedelec-Nutzern der Wettbewerbsgedanke eine gewisse Rolle: Enthusiastische und effiziente Radfahrende sind motiviert, ihre Leistung zu verfolgen und sich kontinuierlich zu bemühen, ihre Fahrzeiten zu reduzieren. Stressabbau und der Aufenthalt in der Natur spielen zudem für bestimmte S-Pedelec Nutzende ebenfalls eine wichtige Rolle.

Die Art und Weise, wie Personen ihr S-Pedelec nutzen wird durch die Überzeugung bestimmt, dass andere Verkehrsteilnehmende ein negatives Bild davon haben. Während die Präferenzen für die Infrastruktur häufig als entscheidender Faktor für die Nutzerinnen und Nutzer herkömmlicher Fahrräder genannt werden, trifft dies auf die S-Pedelec-Nutzende nicht eindeutig zu. Alle Nutzergruppen gaben jedoch an, dass die Radverkehrsinfrastruktur auf ihren regulären Routen im Durchschnitt für S-Pedelecs unzureichend ausgebaut ist.

S-Pedelec-Fahrverhalten in Bezug auf Geschwindigkeit

Twisk et al. (2021) untersuchten, ob und wie sich die Geschwindigkeiten von S-Pedelecs, Pedelecs und konventionellen Fahrrädern in städtischen oder ländlichen Verkehrsbedingungen in den Niederlanden unterscheiden. Insgesamt nahmen 46 Personen an der Studie teil, davon fuhren 14 (davon 28,6 % männlich) mit einem herkömmlichen Fahrrad, 12 (davon 33,3 %

männlich) mit einem Pedelec und 20 (davon 75 % männlich) mit einem S-Pedelec. Im Vergleich zu herkömmlichen Fahrrädern sind S-Pedelecs in der Stadt im Durchschnitt 10,4 km/h und auf dem Land 13,2 km/h schneller. Männliche Fahrer sind unabhängig vom Fahrradtyp schneller unterwegs als Fahrerinnen. Zudem liegen die Durchschnittsgeschwindigkeiten der Pedelec-Fahrenden auf 87 % der städtischen Abschnitte und auf 91 % der ländlichen Abschnitte über dem Grenzwert von 25 km/h. Die Schlussfolgerung der Forschungsgruppe ist, dass es aufgrund dieser großen Geschwindigkeitsunterschiede zwischen herkömmlichen Fahrrädern und S-Pedelecs die gemeinsame Nutzung von Radwegen zu unsicher erscheint. Allerdings wird eingeräumt, dass die im Mischverkehr auftretenden Begegnungen zwischen S-Pedelec-Fahrenden und PKWs ebenso eine unsichere Situation darstellt.

Ebenfalls in den Niederlanden untersuchte Stelling et al. (2021), wie sich S-Pedelec-Fahrende auf Radwegen im innerstädtischen Bereich verhalten. Die niederländische Gesetzeslage schreibt vor, dass, wenn kein für die Nutzung freigegebener Fahrrad-Moped-Wege ("Bromfietspad") vorhanden ist, auf Straßen mit einer Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h und angrenzenden Radwegen S-Pedelec-Fahrende die Fahrbahn benutzen müssen und nicht den Radweg benutzen dürfen. In dieser naturalistischen Fahrstudie wurden Verhaltensweisen von S-Pedelec-Fahrern untersucht, d.h. die Geschwindigkeitscharakteristiken beim Fahren auf der Fahrbahn, das Ausmaß der Nichteinhaltung des Radwegbenutzungsverbots sowie die Geschwindigkeit und Geschwindigkeitsanpassung beim Benutzen von Radwegen. Folgendermaßen lässt sich die Befolgung der Regelung von S-Pedelecs mit verschiedener Motorleistung (350 W oder 500 W) im städtischen Verkehr in den Niederlanden wie folgt zusammenfassen:

- S-Pedelec-Fahrende fuhren im Durchschnitt 22,5 % der Strecke illegal auf Radwegen.
- Die Durchschnittsgeschwindigkeit auf den Radwegen betrug 28,5 km/h und auf der Fahrbahn 31,9 km/h.
- 350-Watt-Fahrer reduzierten ihre Geschwindigkeit auf Radwegen stärker als 500-Watt-Fahrer.
- Auf der Fahrbahn waren die S-Pedelec mit negativen Reaktionen des motorisierten Individualverkehrs (MIV) konfrontiert und wurden vom MIV oft als verkehrsbehindernd angesehen.

2.4.2 Konfliktsituationen S-Pedelec mit anderen Verkehrsteilnehmenden

Eine im Jahr 2021 durchgeführte Videoanalyse von Verkehrskonflikten mit S-Pedelec-Fahrenden (N = 28, 89 % männlich, Durchschnittsalter 44,9 Jahre) in einem niederländischen Verkehrsraum zeigte, dass die häufigsten Konfliktpartner in dieser Studie von S-Pedelecs andere

Radfahrende waren (Vlakveld et al., 2021). Es wurden in einem Zeitraum von drei Wochen 28 Teilnehmende beobachtet und es konnten bei ca. 6584 gefahrenen Kilometern (227 Stunden Videomaterial) 115 Konflikte identifiziert werden. Von diesen waren 114 Beinahe-Unfälle, bei denen Ausweichmanöver durchgeführt wurden, um einen Unfall zu vermeiden, und einer ein leichter Unfall. Die häufigsten Konfliktpartner waren Fahrräder (51 %), gefolgt von Autos und Lieferwagen (28 %), Fußgängerinnen und Fußgängern (12 %), motorisierte Zweiräder (5 %) und Tiere (3 %). Ein Konflikt fand mit einem Lastwagen statt. Mit herkömmlichen Fahrrädern traten häufig Konflikte bei Kreuzungsmanövern auf (36 %). Dies war ebenso der Fall, wenn das S-Pedelec und das Fahrrad in dieselbe Richtung fuhren (36 %). Auch bei der Begegnung von Fahrrädern und PKWs bzw. Transportern traten die meisten Konflikte bei Kreuzungsmanövern auf (63 %).

In einer niederländischen Studie von Salomons et al. (2019) zu Unsicherheitsgefühlen rund um S-Pedelecs wurden Einstellungen gegenüber diesen untersucht. In dieser Studie wurde eine Umfrage unter S-Pedelec-Nutzern und anderen Verkehrsteilnehmern durchgeführt, um zu ermitteln, wo die größten Engpässe in Bezug auf die S-Pedelec Nutzung bestehen: auf dem Radweg oder auf der Fahrbahn, innerhalb oder außerhalb von Ortschaften. Aus den Umfrageergebnissen lässt sich schließen, dass sowohl bei den S-Pedelec-Nutzenden als auch bei den anderen Verkehrsteilnehmenden ein Gefühl der Unsicherheit besteht, sowohl auf dem Radweg als auch auf der Fahrbahn, innerhalb und außerhalb geschlossener Ortschaften. Die Fahrbahn wird sowohl von S-Pedelec-Fahrenden als auch von anderen Verkehrsteilnehmenden als am unsichersten für S-Pedelecs angesehen. Da Autos schneller als S-Pedelecs fahren, werden S-Pedelec-Nutzende oft von ungeduldigen Autofahrern überholt, da sie davon ausgehen, dass es sich um reguläre Radfahrende handelt. In Vorfahrtsituationen unterschätzen Autofahrende die Geschwindigkeit des S-Pedelecs, was wiederum zu gefährlichen Situationen führt. Ein weiteres Ergebnis zeigt, dass sich Personen auf normalen Fahrrädern unsicher fühlen, wenn sie mit hoher Geschwindigkeit von einem S-Pedelec überholt werden. Die meisten Radwege, insbesondere innerhalb geschlossener Ortschaften, sind zu schmal, um bei höheren Geschwindigkeiten sicher und bequem überholen zu können. Den Radfahrenden ist auch oft nicht bewusst, dass es sich um ein S-Pedelec handelt - der hohe Geschwindigkeitsunterschied beim Überholen erschreckt die überholte Person oft und kann zu gefährlichen Situationen bzw. Ausweichmanövern führen. Es wird empfohlen, dass S-Pedelecs außerhalb geschlossener Ortschaften auf (breiteren) Fahrrad-Moped-Wegen (Bromfietspad) und innerhalb geschlossener Ortschaften auf der Fahrbahn fahren dürfen, in Kombination mit einer Herabsetzung der

Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h sowohl für S-Pedelecs als auch für Autos. Weitere Untersuchungen sollten zeigen, wie die Erkennbarkeit von S-Pedelecs verbessert werden kann, damit ihre Geschwindigkeit besser eingeschätzt werden kann.

2.4.3 Nutzung von S-Pedelecs für arbeitsbezogene Wege

Für eine Studie des Gesamtverbands der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (2014) wurden für einen vierwöchigen Nutzungszeitraum die Fahrräder, Pedelecs bzw. S-Pedelecs der Teilnehmenden mit Sensoren (GPS-, Radsensoren, Video) ausgestattet, um in Verbindung mit einem Mobilitätstagebuch und einer Nachbefragung das natürliche Mobilitätsverhalten und erlebte kritische Situationen zu analysieren (GDV, 2014). Es zeigte sich, dass

- S-Pedelecs häufiger für arbeitsbezogene Wege genutzt werden und
- im Schnitt die Strecken länger sowie die Geschwindigkeiten höher (23,2 vs. 17,4 km/h Pedelec vs. 15,3 km/h Fahrrad) sind als in den Vergleichsgruppen,
- wobei die Maximalgeschwindigkeit der S-Pedelecs nicht ausgereizt wurde.

Weitere Gruppenunterschiede fanden sich nicht. Eine Videokodierung zeigte, dass auch Art und Anzahl der kritischen Situationen vergleichbar waren. (Van den Steen, 2019). Vor und nach der Nutzung von S-Pedelecs wurden in Fokusgruppen mögliche Motivatoren und Barrieren diskutiert. Positive Erwartungen an das S-Pedelec waren verbessertes Zeitmanagement, bessere Planbarkeit der Reisezeit, positive Umwelteffekte sowie – bei Autofahrenden – verbesserte Fitness. Voraussetzung für die Nutzung war aber eine zum bisherigen Transportmittel zumindest vergleichbare Reisezeit. Bedenken wurden hinsichtlich der Kosten von S-Pedelecs sowie der Verkehrssicherheit, insbesondere aufgrund drohender Konflikte mit Pkw auf der Straße und langsameren Radfahrenden auf Radwegen, geäußert. Im Nachhinein zeigten sich die meisten Teilnehmenden positiv bezüglich der S-Pedelecs. Viele Teilnehmende erlebten erst durch die Nutzung, dass die Maximalgeschwindigkeit von 45 km/h nicht die gewöhnliche Fahrgeschwindigkeit darstellt. Die erwarteten Motivatoren und Barrieren wurden überwiegend bestätigt. Die zu verbessernde Infrastruktur war bei fast allen ein Thema.

Vorteilhaft zeigte sich die Möglichkeit, zwischen Radinfrastruktur und Straße zu wechseln. Gleichzeitig wurde regelwidrig auf Radwegen gefahren, wobei bemängelt wurde, dass die Wegführung noch nicht an S-Pedelecs angepasst sei. Dadurch wurden teilweise negative soziale Interaktionen aufgrund fehlender Akzeptanz bei Rad- oder Pkw-Fahrenden erlebt. Die Teilnehmenden fühlten sich keiner Gruppe zugehörig. Entsprechend passten die meisten ihre Route im Verlauf der Zeit an, um auf bessere Infrastruktur und Straßen mit weniger Verkehr auszuweichen.

Die österreichische Studie „POSETIV“ untersuchte Alltagstauglichkeit und Potenzial von S-Pedelecs als Verkehrsmittel für den Arbeitsweg sowie das Förderungspotenzial durch Gesetzesänderungen (Zuser, 2021). Während des Flottenversuchs wurde über eine Woche das bisherige Mobilitätsverhalten, und über jeweils zwei Wochen das Mobilitätsverhalten mit Pedelecs bzw. S-Pedelecs analysiert. Insgesamt nahmen 100 Personen aus 10 unterschiedlichen Unternehmen an der Studie teil. Durch den Flottenversuch und die begleitende Befragung der Teilnehmenden zeigt sich, dass S-Pedelecs durch einen Zeitvorteil gegenüber Pedelecs insbesondere auf mittleren Distanzen (5 bis 25 km) für Pendelnde interessant sein können. Ca. 31 % fänden einen zeitlichen Mehraufwand von S-Pedelecs im Vergleich zum Pkw akzeptabel. Innerorts wurde durchschnittlich 28,7 km/h gefahren, außerorts 31,7 km/h (23,9 und 24,6 km/h mit Pedelecs), womit das technisch Mögliche von 45 km/h nicht ausgenutzt wurde. Nur wenige Personen fühlten sich nach zwei Wochen mit S-Pedelec noch nicht ganz sicher. Die Führerschein-, Kennzeichen- und Versicherungspflicht stellten kein Hindernis dar, wohl aber das Nutzungsverbot von Radverkehrsanlagen. Überholmanöver durch Pkws führen zu einem Gefährdungsgefühl.

Empfehlungen der Studie sind, innerorts die generelle Nutzungsmöglichkeit von nicht baulich getrennten Radfahranlagen zu ermöglichen und einzelne, gut ausgebaute Radwege für S-Pedelecs zu öffnen. Außerorts sollten punktuell Radwege freigegeben werden. S-Pedelecs haben folglich Potenzial, allerdings sind eine angemessene Infrastruktur und eine Steigerung der Verkehrssicherheit notwendig. Neben einer Erhöhung der objektiven Verkehrssicherheit spielt bei der Maßnahmenplanung auch die subjektive Sicherheitsbewertung durch die Radfahrenden eine wichtige Rolle (Andersen, 2012). Ein Unsicherheitsgefühl führt zu Verzicht auf das Radfahren oder einem Ausweichen auf andere Infrastrukturen bzw. Routen (Chataway, 2013). Radfahrende fühlen sich auf baulich getrennten Radführungen oder Radfahrstreifen sicherer als bei Führung im Mischverkehr (Schüller, 2020), wobei sich Überholabstände, Verkehrsdichte und eine geringe Rücksichtnahme der Kfz-Fahrenden als bedeutsam erwiesen (Apas-nore, 2017).

In Dänemark entstanden im Zuge der Freigabe der Radinfrastruktur für S-Pedelecs im Jahr 2019 bereits die ersten Berichte und Evaluationen dazu, wie sich diese Freigabe beispielsweise auf die Unfallstatistiken und das Nutzungsverhalten auswirken. Zum Zeitpunkt der vorliegenden Studie wurden jedoch noch keine Evaluationsberichte veröffentlicht. Das Netzwerk der "Super Cycle Highways" in Dänemark (Supercykelstier) wird beispielsweise bis 2030 ca.

680 Kilometer umfassen und verbindet wichtige Außenbereiche im Großraum Kopenhagen mit der Innenstadt. Der Cycle Superhighway Bicycle Account (2020) zeigt unter anderem das Potenzial dieser Infrastruktur für S-Pedelec-Nutzende auf, wie beispielsweise auf der Allerød-Route, welcher Teil der „Supercykelstier“ ist und über 30km die Region Allerød mit Kopenhagen verbindet.

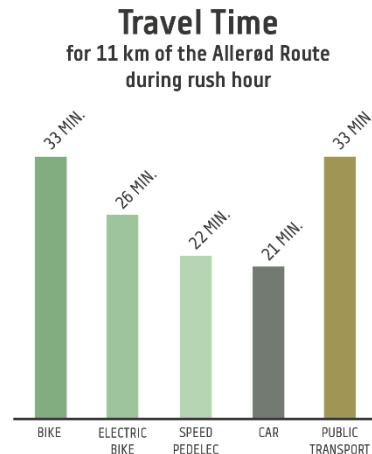


Abbildung 2.4.3-1: Vergleich der Reisezeit nach Verkehrsmitteln auf der Allerød-Route in Dänemark (eigene Darstellung, nach Cycle Superhighway Bicycle Account 2020, S. 18)

Von Herteleer et al. (2022) wurde in Belgien das S-Pedelec Verhalten von 98 Personen in zehn Unternehmen analysiert, die während einer dreiwöchigen Testphase ihre Pendel- und Freizeitfahrten mit Smartphone-GPS aufzeichneten. Die Reisegeschwindigkeiten der Männer waren durchwegs höher als die der Frauen (Mittelwerte: Männer 32,2 km/h, Frauen 29 km/h). Die Gegenüberstellung der aufgezeichneten Fahrradpendelfahrten mit den Freizeitfahrten zeigt, dass S-Pedelecs unabhängig von ihrem Fahrtzweck durch ihre Geschwindigkeitskennwerte charakterisiert werden können. Eine Empfehlung der Studie ist, dass politische Entscheidungsträger die aktive Fortbewegung mit den entsprechenden Vorteilen für die körperliche und geistige Gesundheit fördern können, indem sie in Strecken investieren, auf der mit höherer Geschwindigkeit gefahren werden kann, diese entsprechend für S-Pedelecs ausweisen und umgekehrt, aber auch andere Strecken für „langsamere“ Fortbewegungsmittel reservieren.

2.4.4 S-Pedelec-Strategien in nationalen Radverkehrsplänen

In den nationalen Radverkehrsplänen und Strategiedokumenten ist das S-Pedelec als Fahrzeug zum Großteil aufgenommen, wird aber in Zusammenhang mit Absichtserklärungen zum Ausbau von generellen E-Bikes (S-Pedelec) Strecken erwähnt, nicht mit expliziter eigener Infrastrukturlösung.

Im nationalen Radverkehrsplan 3.0 legt die Bundesregierung den Rahmen zur Förderung des Radverkehrs in Deutschland fest. Ziel ist es, ein sicheres Miteinander aller Verkehrsteilnehmenden zu gewährleisten: Das Radwegebenutzungsrecht außerorts für S-Pedelecs wird laut dem Bericht geprüft, ebenso werden rechtliche Rahmenbedingungen und die technischen Vorgaben angepasst, um die Sichtbarkeit von Radfahrenden, S-Pedelec- und E-Bike-Nutzenden zu erhöhen. Die Anforderungen an eine durchgängige Radverkehrsinfrastruktur werden untersucht und auch die Inklusion von S-Pedelecs wird hier berücksichtigt.

Im österreichischen Masterplan Rad 2015-2025 werden zukünftige Aktivitäten zu S-Pedelecs dahingehend erwähnt, dass es geplant ist, „die rechtliche Klarstellung für S-Pedelecs ist auf europäischer und österreichischer Ebene voranzutreiben“ (S. 42).

In der Schweiz genießen S-Pedelecs (bzw. E-Bike 45) die gleichen Rechte wie Radfahrende, d.h. sie dürfen bzw. müssen die Radinfrastruktur nutzen.

2.4.5 Studie zum Prinzip „Wahlfreiheit“ (ohne expliziten S-Pedelec Bezug)

Ergebnisse aus der Studie „Duale Radlösung“ des Research Lab für Urban Transport (Schäfer et al, 2020; 2021) geben Einblick zum Prinzip der Wahlfreiheit, d.h. zur Möglichkeit, dass Radfahrende zwischen der Nutzung der Straße oder Radverkehrsanlagen wählen können. Es wird keine explizite Unterscheidung zwischen Radfahrenden und S-Pedelecs gemacht, die Ergebnisse sind aber besonders vor dem Hintergrund der diskutierten Wahlfreiheit (Bsp. Schweiz) interessant. Zudem erfolgte eine E-Bike spezifische Auswertung der Wahlmöglichkeit Straße oder Radweg, was als Grundlage für Fragestellungen im Bereich S-Pedelec genutzt werden kann.

Ziel des Forschungsprojekts „Duale Radlösung 2.0“ war durch Befragung das Nutzungsverhalten der Radfahrenden bei dualer Radinfrastruktur zu erheben und mehr über die einflussgebenden Faktoren zu erfahren. Die im vorherigen Projekt durchgeführte Zählung (40.000 Radfahrende) gab den Forschenden Einblick darüber, wie viele Personen die für die Studie

ausgewählten Infrastrukturen nutzen. Darauf aufbauen wollten die Verantwortlichen in “Duale Radlösung 2.0” untersuchen, welche Beweggründe und Hintergründe der Nutzung erkennbar sind. Vor allem das Thema “Sicherheitsgefühl” ist stark mit dem Fahren auf der Gehweginfrastruktur verbunden. Mit der Fahrt auf der Fahrbahn werden die Themen “schnelleres Vorankommen” und “besserer Bodenbelag” assoziiert. Die örtlichen Begebenheiten wurden von den Teilnehmenden teilweise unterschiedlich bewertet, jedoch wurde immer diese Tendenz festgestellt: Männliche Befragte wählten öfter die Fahrbahn, sowie auch Personen, die angaben, sich beim Radfahren stark und furchtlos zu fühlen.

Die Vor-Ort Befragungen konnten ebenfalls weitere Themen identifizieren: Hier wurden besonders die Themen Sicherheit, Geschwindigkeit, Störungen und Fahrtverlauf genannt. Die Beweggründe für die Auswahl der Infrastruktur sind jedoch sehr persönlich und es fällt schwer, hier allgemeingültige Aussagen zu treffen. Durch den gewählten Methodenmix (Umfrage, Vor-Ort-Befragung und Workshops) konnte eine Vielzahl einflussgebender Faktoren identifiziert werden, wobei besonders Sicherheit und Geschwindigkeit hervorzuheben sind. Die Kommunikation und Markierung der dualen Radlösung ist ebenfalls ein wichtiger Punkt.

2.4.6 Freigabe von Radinfrastruktur für S-Pedelecs

Die Freigabe von Radinfrastruktur für S-Pedelecs wird in Österreich und Deutschland bereits von den Verantwortlichen diskutiert, eine breite Umsetzung steht jedoch noch aus. Es gibt jedoch in den beiden Ländern bereits vereinzelt Freigaben auf Länderebene und rechtliche Grundlagen, um eine Freigabe zu ermöglichen (z. B. “S-Pedelec frei”-Zusatzschild in Tübingen durch Erlass des Landes Baden-Württemberg; StVO-Novelle 33 in Österreich zur Freigabe von Radwegen außerorts).

Deutschland

Tübingen (Baden-Württemberg) hat im Jahr 2019 als erste Region Deutschlands eine Sondergenehmigung für die Freigabe von Radverkehrsanlagen für S-Pedelecs erhalten. Ermöglicht wurde dies durch einen Erlass des Ministeriums für Verkehr Baden-Württemberg vom 21. September 2018 (vgl. Deutscher Bundestag 2021), vorrangig getrieben durch den Oberbürgermeister von Tübingen. Der Erlass ermöglicht es durch die Aufstellung eines Zusatzschildes “S-Pedelec frei”, welches in dieser Form nicht in der StVO vorhanden ist, für den Radverkehr

zugelassene Infrastruktur für S-Pedelecs freizugeben. In Tübingen wurden bis Mitte 2020 gezielt Radwege, Fahrradstraßen und auch Wirtschaftswege für die schnellen Pedelecs geöffnet, um so unsichere Verkehrswege und auch Umwege aufgrund nicht nutzbarer Abschnitte zu vermeiden. Der auf der Website der Stadt Tübingen verfügbare Routenplan kennzeichnet empfohlene S-Pedelec-Routen und zeigt, welche Abschnitte befahrbar sind. Zudem wurde für einzelne Teilabschnitte (bspw. Unterführungen) ein Tempolimit von 20 bzw. 30km/h eingeführt. Laut den Verantwortlichen der Stadt Tübingen wurde der Real-Betrieb nicht wissenschaftlich begleitet. Die Freigabe erfolgte durch Einzelprüfung relevanter Routen und Streckenabschnitte durch die Verkehrsbehörde Tübingen. Vereinzelt wurden auch kurze Teilabschnitte von gemischten Geh- und Radwegen freigegeben, um längere Umwege für S-Pedelec-Fahrende zu verhindern. In den vergangenen Jahren kommen laut den Verantwortlichen in Tübingen auch vermehrt Bürgerinnen und Bürger mit Vorschlägen von potenziellen Streckenabschnitten auf die Verkehrsbehörde zu, welche nach eingehender Prüfung freigegeben werden, um das Streckennetz nach und nach durchgängiger zu gestalten. Da seit der ersten Umsetzung im Jahr 2020 keine Unfälle mit S-Pedelecs gemeldet wurden, wird die Freigabe durchaus positiv bewertet. Den Verantwortlichen in Tübingen sind derzeit keine Vorhaben zur Freigabe von Radverkehrsanlagen für S-Pedelecs aus den umliegenden Kommunen in Baden-Württemberg bekannt, obwohl besonders Pendlerinnen und Pendler aus nahegelegenen Ortschaften (bspw. Reutlingen, südöstlich von Tübingen) eine mit dem S-Pedelec durchgängig befahrbare Strecke befürworten würden. Derzeit müssen S-Pedelec-Fahrenden aus Reutlingen einen Teil der ca. 15-20 km langen Strecke im Mischverkehr zurücklegen, bis sie auf die Stadtgrenze Tübingen treffen und ab dort die freigegebene Radinfrastruktur nutzen können.

Österreich

In Österreich gibt es seit 1. Oktober 2022 durch die 33. Novelle der StVO (§ 8 Abs. 4) für Behörden die Möglichkeit, Radverkehrsanlagen außerorts nach eingehender Prüfung für S-Pedelecs freizugeben. Diese Freigabe soll demnach auch für die bereits erwähnten in Planung bzw. Umsetzung befindenden Radschnellwege möglich sein. Zum derzeitigen Stand (03/2023) sind in Österreich keine Pilotprojekte zur S-Pedelec-Freigabe bekannt.

Schweiz

In der Schweiz ist die Nutzung der Radverkehrsanlagen für S-Pedelecs verpflichtend. Das bedeutet, dass in der Schweiz bereits unterschiedliche Gruppen an Verkehrsteilnehmenden mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten auf der Radinfrastruktur aufeinandertreffen. In der

Schweiz ist weiterhin die Einführung der Wahlfreiheit der Infrastruktur für Rad- und E-Bike-Fahrende in Diskussion. Der aufbauend auf dieser Diskussion entstandene Postulatsbericht thematisiert Aufhebung der Benutzungspflicht von Radwegen für Motorfahräder (in Kraft treten die Regelungen voraussichtlich Mitte 2025):

“Motorfahräder, das heisst schnelle E-Bikes mit Tretunterstützung bis 45 km/h, Benzinmofas und schwere Motorfahräder mit einem Gesamtgewicht von bis zu 450 kg, sollen weiterhin die Radverkehrsflächen nutzen dürfen (vgl. Ziff. 5.1.4). Um mögliche Konflikte aus diesen Regelungen abzuschwächen, wird das UVEK die Anpassung verschiedener Verkehrsregeln prüfen. Konkret soll für Motorfahräder die heute geltende Benutzungspflicht von Radwegen und -streifen sowie das Befahren von Fuss- und Radwegen mit gemischten Verkehrsflächen aufgehoben werden. So können diese von ungenügend dimensionierten Radinfrastrukturen auf die Fahrbahn ausweichen. Der Bundesrat wird zudem die Situation laufend beobachten und gegebenenfalls weitere Massnahmen prüfen.” (Bundesamt für Raumentwicklung 2021, S. 34)

Niederlande

In den Niederlanden werden S-Pedelecs ebenfalls als “Moped” klassifiziert, dürfen aber kombinierte Rad/ Moped-Wege ausserhalb (bis 40km/h) und innerorts (bis 30km/h) wahlweise benutzen (URL:<https://www.government.nl/topics/bicycles/safe-cycling>: accessed 2/2024)

2.5 Zusammenfassung: Ideen zur Eingliederung auf Basis der Umfeldanalyse

Die folgende Tabelle fasst Ideen und Vorschläge, die aus der Literaturanalyse erhoben und mit Expertinnen und Experten diskutiert wurden, zusammen. Die Darstellung bietet einen Überblick über mögliche Maßnahmen, um S-Pedelecs sicher in den Straßenverkehr einzugliedern. Die Maßnahmen werden in den nachfolgenden Arbeitsschritten vom Projektteam aufgefasst und angepasst. Sie fließen in die finalen Empfehlungen und die länderspezifischen Roadmaps, welche am Ende als Ergebnis zur Verfügung gestellt werden, mit ein.

Eingliederungsvorschläge	Beispiele/ Referenzen aus Literatur & Praxis
Nutzung von Radverkehrsanlagen von S-Pedelec Fahrenden	
Wahlfreiheit bei der Nutzung von Radverkehrsanlage oder Straße (Fahrbahn/-streifen) auf Basis individueller Verantwortung zur Anpassung an Infrastruktur und Verkehrsaufkommen	• Duale Radlösung 2.0 (Schäfer et al. 2020, 2021) • Wurde so Mitte 2023 in der Schweiz in einer Vernehmlassung zur Diskussion gestellt und Regelung tritt voraussichtlich Mitte 2025 in Kraft; keine Geschwindigkeits- und/oder Wegepflicht mehr nur für S-Pedelecs
Außerorts: Freigabe von S-Pedelecs für baulich getrennte Radverkehrsanlagen (Benutzung ohne Tempolimit)	Rahmenbedingungen in D: Öffnung von Radverkehrsanlagen durch Aufstellung des Zusatzzeichens "S-Pedelec frei" auf der Basis einer Zustimmung der zuständigen obersten Verkehrsbehörde und nach Prüfung der zuständigen Verkehrs-

	behörden (wie in Baden-Württemberg, siehe Bericht/8/2022 Albers et al.) Schild "S-Pedelec frei" in Verkehrszeichenkatalog aufnehmen. Lokale Straßenverkehrsbehörden wären dann in der Lage, unabhängig von der obersten Landesbehörde Radverkehrsanlagen für S-Pedelecs zu öffnen (s. V. Albers et al. 8/2022, S. 30)
	Rahmenbedingungen in A: Neue Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS) RVS 03.02.13 v4/April; Ausnahmen für Benutzung von Radverkehrsanlagen möglich Rahmenbedingungen in CH: nicht zutreffend
Innerorts: Freigabe von S-Pedelecs für Radverkehrsanlagen (Benutzung mit Tempolimit zwischen 25 - 30 km/h)	Fallbeispiel Tübingen (Freigabe nach Einzelprüfung) NL: Auf der Fahrbahn gilt eine Geschwindigkeitsbegrenzung von 45 km/h, auf den Rad- und Mopedwegen im Ortsgebiet dürfen S-Pedelecs maximal 30 km/h, außerhalb des Ortsgebiets maximal 40 km/h fahren.
(Freiwillige oder obligatorische) Geschwindigkeitsreduktion S-Pedelecs vs. andere Verkehrsteilnehmerin bei Überholvorgang	In den Vorgabedokumenten (Bsp. ERA, ASTRA, FGSV) wird generell beschrieben, dass Nutzende der Radverkehrsinfrastruktur dazu angehalten sind, eine Fahrweise zu wählen, die andere Verkehrsteilnehmerin nicht gefährdet. Dies inkludiert eine Geschwindigkeitsanpassung bei Überholvorgängen und an Gefahrenstellen AT: §8a Abs. 3 StVO: Auf gemischten Geh- und Radwegen (außerorts) muss von Lenkenden von Kraftfahrzeugen ein Tempolimit von 10 km/h eingehalten werden, wenn sie sich Zufußgehende nähern

Betriebliche Regelungen	
(Automatische) Geschwindigkeitsregelung / Reduktion von Geschwindigkeit Inanspruchnahme technischer Unterstützung bei Geschwindigkeitskontrolle	S-Pedelecs sollen fest/voreingestellte Unterstützungsstufen benutzen, um in beschränkten Zonen, diese Geschwindigkeiten besser kontrollieren zu können (Beispiel eines Pendlerkonzepts mit S-Pedelecs für den Flughafen Amsterdam, Der Standard 2020) CH: Tachopflicht ab April 2024
Unfallprävention, Unfallfolge & Sicherheit	
Unfallprävention: Einführung von freiwilligen oder verpflichtenden S-Pedelec Fahrsicherheitstraining inkl. rechtliche Aufklärung	in Diskussion: Forderung von S-Pedelecs Fahrsicherheitstrainings, ähnlich zu E-Bike Trainings (Übersicht von Trainings in Deutschland, Bsp. https://e-radfahren.vcd.org/e-rad-kurse)
Einheitliche Regelungen eines "S-Pedelec"-Helms mit stoßdämpfender Wirkung (Norm NTA 8776)	Kriterien, die für Zertifizierung bei S-Pedelec-Helme berücksichtigt werden sollen: Konstruktion sowie das Sichtfeld des Radfahrers und Belüftung; Eigenschaften der Dämpfung (Schockabsorbierung); Befestigungssysteme, einschließlich Kinnriemen und Gurte; Bezeichnung und Informationen (im Helm für den Kunden); vgl. die niederländische Norm NTA 8776, die auf Schutz vor höheren Geschwindigkeiten angepasst wurde.
Erhöhung der Sichtbarkeit	CH: Verpflichtendes Tagfahrlicht (seit April 2022): Tagfahrlicht-Pflicht gilt bei guten Sichtverhältnissen nur für das Frontlicht und nicht für das Rücklicht. Unabhängig davon muss zu jedem Zeitpunkt ein Rücklicht montiert sein (aber nicht eingeschalten). Bei Dunkelheit und schlechten Sichtbedingungen muss sowohl Front- als auch Rücklicht eingeschalten sein

Sonstige Maßnahmen	
Ausbau und Verbesserung des Radwegenetzes	Verbreiterung bestehender Radverkehrsanlagen und Kurvenradien (von Regelbreite 2 auf min. 2,30) in AT (Ausbaustufe A bis 2,60 in Planungsrichtlinie 4/2022 vorgesehen)
Separierung der Verkehrsteilnehmenden (S-Pedelec, E-Bike, Fahrrad, Zufußgehende) in kritischen Situationen	Zumindest in der Schweiz finden sich Empfehlungen, aus Sicherheitsgründen die Infrastruktur für unterschiedliche Verkehrsteilnehmende (baulich) zu trennen (Schweiz, Veloweggesetz 2023; Hinweise in Sinus-Bericht 2023, S. 89, siehe Hertach et al., 2023).
Errichtung von Überholkorridoren (z. B. alle 100m) im Falle von nicht ausreichender Breite bzw. Verbreiterungsmöglichkeit	Vorbild KFZ-Verkehr auf Landstraßen ermöglicht sichere Überholvorgänge bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten
Anbringen von S-Pedelec Piktogramm vs. andere Radfahrende	DE: eigenes Zeichen für E-Bikes §39 Abs. 7 StVO

3 S-Pedelec Akzeptanzanalyse

3.1 Überblick

Ausgangspunkt der Akzeptanzanalyse sind die in der Umfeldanalyse identifizierten Erkenntnisse zu gesetzlichen Regelungen, Infrastruktur und zur Gestaltung von Maßnahmen für S-Pedelec-Fahrende. Im Rahmen der Akzeptanzanalyse werden die folgenden Fragestellungen adressiert:

1. Welche rechtlichen Freiheiten und Einschränkungen werden in den unterschiedlichen Ländern seitens der unterschiedlichen Verkehrsteilnehmenden akzeptiert und welche nicht?
2. Wie stellen sich die Umweg-Elastizitäten für S-Pedelec-Fahrende im Vergleich zu Elektro-Fahrrädern dar bzw. welche Umwege werden von S-Pedelec-Fahrenden noch akzeptiert?
3. Welche Kriterien für die Auswahl von Anlagen, auf denen S-Pedelecs unterwegs sein dürfen, sind sinnvoll?
4. Wie sollen Anlagen, auf denen S-Pedelecs im Mischverkehr mit dem konventionellen Radverkehr unterwegs sind (z. B. Radschnellrouten), dimensioniert und gestaltet sein?

Zur Beantwortung der Fragestellungen werden qualitative und quantitative Forschungsmethoden kombiniert. Zuerst werden qualitative, explorative Fokusgruppen durchgeführt. Anschließend folgt eine quantitative Studie mit einer Akzeptanzbefragung und eine quantitative bildbasierte Stated-Preference-Befragung. Durch den partizipativen Ansatz mit dem Einbezug von S-Pedelec-Fahrenden sowie weiteren Verkehrsteilnehmenden wird gewährleistet, dass die Perspektive diverser Nutzenden für die Auswahl der relevanten Infrastruktur berücksichtigt wird.

Nachfolgend werden das Vorgehen sowie die Ergebnisse der qualitativen Studie mittels Fokusgruppen dargelegt. Im darauffolgenden Kapitel 3.3 werden die Ergebnisse der quantitativen Studie (Akzeptanzbefragung und Stated-Preference-Befragung) erläutert.

3.2 Qualitative Akzeptanzanalyse auf Basis der Fokusgruppen

In den nachfolgenden Abschnitten werden Fragestellung, Vorgehen und die Ergebnisse der qualitativen Akzeptanzanalyse erläutert.

3.2.1 Fragestellung und Zielsetzungen

Mittels der Fokusgruppen werden die einleitenden Fragestellungen zur Akzeptanz (Fragestellung 1) sowie zu den Kriterien zur Auswahl von Anlagen (Fragestellung 3) exploriert. Im Zentrum der Fokusgruppen stehen somit die folgenden fokussierten Fragen:

Exploration Fragestellung 1: Inwiefern werden rechtliche Freiheiten und Einschränkungen in den unterschiedlichen Ländern seitens der unterschiedlichen Verkehrsteilnehmenden akzeptiert?

Exploration Fragestellung 3: Welche Kriterien für die Gestaltung von Regelungen und von Anlagen, auf denen S-Pedelecs unterwegs sein dürfen, sind zu berücksichtigen, so dass diese akzeptiert werden?

Ziel der qualitativen Akzeptanzanalyse ist die Identifikation der relevanten Akzeptanzfaktoren sowie der Kriterien für die Auswahl von Regelungen und Anlagen aus Perspektive der S-Pedelec-Fahrenden und der weiteren Verkehrsteilnehmenden. Diese bilden weitgehend die Grundlage für die quantitative Analyse.

3.2.2 Vorgehen und Methodik

Zur Beantwortung der explorativen Fragestellungen wird die qualitative Methode der Online-Fokusgruppe eingesetzt. Fokusgruppen eignen sich für die Erfassung von Bedürfnissen aus unterschiedlicher Perspektive und haben den Vorteil, eine breitere Palette von Bedürfnissen und Perspektiven zu erfassen, als dies in Einzelinterviews möglich ist. Zudem bieten Fokusgruppen die Möglichkeit, Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie Gruppen auf Fragen der Akzeptanz reagieren und wie sich Meinungen in Interaktion entwickeln. Die Durchführung online ermöglicht zudem den Einbezug von Personen, die über eine weitere Distanz voneinander oder zum Studienleitenden entfernt leben (Gnambs & Batinic, 2011).

Insgesamt wurden sechs Fokusgruppen, jeweils zwei Fokusgruppen pro Land, durchgeführt: Eine Fokusgruppe mit S-Pedelec-Fahrenden und eine Fokusgruppe mit weiteren Verkehrsteilnehmenden. Die nachfolgenden Abschnitte beschreiben das Vorgehen und die Methodik für die Durchführung der Fokusgruppen.

3.2.2.1 Rekrutierung

Da S-Pedelec-Fahrende nur einen kleinen Anteil der Bevölkerung ausmachen, wurden für deren Rekrutierung einschlägige Kanäle verwendet. Der Aufruf zur Teilnahme wurde über Fahrradverbände in den jeweiligen Ländern, Soziale Medien (LinkedIn, Facebook) und über das professionelle Netzwerk der Studienleitenden bzw. ihren Instituten/Hochschulen verbreitet.

Bedingung für die Teilnahme an den Fokusgruppen mit S-Pedelec-Fahrenden ist die Nutzung eines S-Pedelecs für die alltägliche Mobilität (S-Pedelec-Fahrende, welche das S-Pedelec nur für sportliche Aktivitäten nutzen, wurden ausgeschlossen). Bei den Fokusgruppen mit weiteren Verkehrsteilnehmenden wurde darauf geachtet, dass in allen Fokusgruppen – nach Möglichkeit – Personen von verschiedenen Altersgruppen, Männer und Frauen, sowie Autofahrende, Radfahrende und Zufußgehende teilnahmen. Als Dank für die Teilnahme erhielten die Teilnehmenden EUR 40 bzw. CHF 40.

3.2.2.2 Stichprobe

Die finale Stichprobe für die Fokusgruppen umfasste insgesamt 33 Personen, welche sich auf sechs Fokusgruppen verteilten. Die demographischen Charakteristiken der Stichprobe, differenziert nach einzelnen Fokusgruppen, sind in Tabelle 3.2.2-1 ersichtlich.

Tabelle 3.2.2-1: Überblick Demographie Stichprobe Fokusgruppen. Anmerkung: N = Anzahl.

	S-Pedelec-Fahrende			weitere Verkehrsteilnehmende			Total
	N	Geschlecht	Altersgruppe	N	Geschlecht	Altersgruppe	Teilnehmende
Schweiz	5	2 weiblich, 3 männlich	ca. 50 % 41-50 Jahre ca. 50 % über 51 Jahre	5	3 weiblich, 2 männlich	80 % 18-24 Jahre 20 % 41-50 Jahre	10
Österreich	6	0 weiblich, 6 männlich	ca. 15 % 31-40 Jahre ca. 35 % 41-50 Jahre 50 % über 51 Jahre	4	1 weiblich, 3 männlich	25 % 18-24 Jahre 25 % 25-30 Jahre 50 % 41-50 Jahre	10
Deutschland	7	1 weiblich, 6 männlich	ca. 30 % 41-50 Jahre ca. 70 % über 50 Jahre	6	3 weiblich, 3 männlich	15 % 18-24 Jahre 50 % 25-30 Jahre 35 % 31-40 Jahre	13

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass sich die Stichprobe der S-Pedelec-Fahrenden in zwei Merkmalen von der Stichprobe der übrigen Verkehrsteilnehmenden unterscheidet: Erstens sind Männer in den Fokusgruppen für S-Pedelec-Fahrende übervertreten. Zweitens sind die Teilnehmenden der S-Pedelec-Fahrenden im Durchschnitt älter als die Teilnehmenden der Fokusgruppen mit den weiteren Verkehrsteilnehmenden.

3.2.2.3 Drehbuch und Ablauf

Das Drehbuch basiert auf den Ergebnissen der Umfeldanalyse. Aus der Literaturrecherche zu den gesetzlichen rechtlichen Rahmenbedingungen und der Radverkehrsinfrastruktur ergeben sich folgende Themenbereiche für das Drehbuch: *Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV, Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen, Eingliederung von S-Pedelecs in Geh- und Radwege, Wahlfreiheit und Geschwindigkeitsregulation, Infrastruktur und bauliche Maßnahmen, Regelungen für S-Pedelec-Haltende sowie Prävention und Sensibilisierung* (siehe Tabelle 3.2.2-2).

Tabelle 3.2.2-2: Themen der Fokusgruppen als Grundlage für das Drehbuch

Maßnahmenkategorie	Maßnahmen
Gesetzliche Regelungen: Eingliederung in den Straßenverkehr	Eingliederung in Mischverkehr mit MIV
	Eingliederung in Radfahranlagen
	Eingliederung in Geh- und Radwege
	Wahlfreiheit (Radfahranlagen oder Straßennutzung)
	Gesetzliche Regelungen: Geschwindigkeitsregulation (technisch)
Infrastruktur und bauliche Maßnahmen	Geschützte Kreuzung
	Bauliche Gestaltungselemente
Weitere Regelungen	Mitnahme im ÖPV
	Abstellanlagen
	Prävention und Sensibilisierung: Fahrsicherheitstraining

Die Online-Fokusgruppen dauerten jeweils 120 Minuten und wurden mittels Microsoft Teams von 18. Januar 2023 bis 6. Februar 2023 durchgeführt. Es nahmen jeweils zwei Versuchsleiterinnen teil, wobei eine Person die Fokusgruppe leitete und eine Person assistierte und den technischen Support übernahm.

Der Ablauf der Fokusgruppe wurde wie folgt gegliedert:

1. Einleitung
 - Begrüßung
 - Vorstellungsrunde
 - Einstiegsfrage
2. Regeln im Straßenverkehr
 - Eingliederung von S-Pedelecs in Mischverkehr mit MIV
 - Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen
 - Eingliederung von S-Pedelecs in Geh- und Radwegen
 - Wahlfreiheit (Radfahranlagen oder Straßennutzung)
 - Geschwindigkeitsregulation von S-Pedelecs
3. Pause
4. Infrastruktur und bauliche Maßnahmen
 - Kreuzungen
 - sonstige (bauliche) Gestaltungselemente
5. Regelungen für die S-Pedelecs-Haltende oder fahrende Personen
 - Mitnahme im öffentlichen Verkehr
 - Abstellanlagen
6. Prävention und Sensibilisierung
7. Abschlussrunde
8. Debriefing

In Abschnitt 2, Regeln im Straßenverkehr, wurde in jedem der fünf Themenbereiche ein Muralboard zur initialen Bewertung des jeweiligen Themenbereichs als Technik für die Stimulation der Diskussion eingesetzt. Zur Illustration wurden jeweils visuelle Darstellungen der Maßnahmen verwendet (siehe Anhang). Die Teilnehmenden wurden dabei explizit darauf hingewiesen, dass dies nur Beispiele sind, und die Diskussion wurde auf einer abstrakten Ebene geführt. Diese Bewertung der Teilnehmenden diente der Diskussionseinstieg in den jeweiligen Themenbereich. Dabei wurden als Grundlage Begriffsdefinitionen verwendet (siehe umfassendes Drehbuch im Anhang). So wurde die in Kapitel 2.5 beschriebene Drosselung der Geschwindigkeit durch freiwillige oder obligatorische Inanspruchnahme technischer Unterstützung bei Geschwindigkeitskontrolle vereinfacht als eine automatische Geschwindigkeitsregulation mittels eines Chips in S-Pedelecs und Geofencing beschrieben. Im Abschnitt Infrastruktur und bauliche Maßnahmen wurden zur Veranschaulichung eine geschützte Kreuzung und

verschiedene Gestaltungselementen als Stimulusmaterial gezeigt. Zur Konstruktion der Fragen wurden die Akzeptanzbedingungen positive Einstellungen, individuelle und kollektive Auswirkungen und wahrgenommene Verteilungsgerechtigkeit (Becker & Renn, 2019) herangezogen.

3.2.2.4 Analyse und Auswertung

Die Fokusgruppen wurden jeweils während der Durchführung mittels eines zusammenfassenden Protokolls (Reinders et al., 2015) dokumentiert und anschließend mittels der Tonaufnahme ergänzt. Die Protokolle wurden mittels dem Programm MAXQDA 2022 kodiert und mittels einer qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet (Mayring, 2010). Dazu wurden die Protokolle auf Basis eines vorab definierten Kategoriensystems in einem ersten Durchgang grob kodiert und in einem zweiten Durchgang erneut kodiert. Das Kategoriensystem für die Auswertung im ersten Durchgang basiert auf den Recherchen in AP2. Anschließend wurde im zweiten Durchgang das Datenmaterial systematisch reduziert und der Abstraktionsgrad schrittweise angehoben (Mayring, 2010). Die Ergebnisse zu den Fokusgruppen orientieren sich am Kategoriensystem und beinhalten eine Differenzierung innerhalb der Hauptkategorien respektive Themenbereiche in positive (Faktoren, welche in einem positiven Zusammenhang mit der Akzeptanz der Regelung oder der Anlagen stehen) und negative Faktoren (Faktoren, welche in einem negativen Zusammenhang mit der Akzeptanz den Anlagen oder Regelungen stehen). Weiter wurden – wenn sinnvoll – die zusätzlichen akzeptanzfördernden Kriterien für die Gestaltung von Regelungen und Anlagen, welche im Rahmen der Fokusgruppen genannt wurden, ergänzt. Die Ergebnisse der Fokusgruppen mit S-Pedelec-Fahrenden und weiteren Verkehrsteilnehmenden werden jeweils gebündelt und länderübergreifend dargestellt. Länderspezifische Ergebnisse der einzelnen Themenbereiche befindet sich im Anhang. Eine Differenzierung der Aussagen innerhalb der Fokusgruppe mit den weiteren Verkehrsteilnehmenden in Radfahrende, Zufußgehende oder Autofahrende wurde aufgrund der vielfachen Multimodalität der Fokusgruppenteilnehmenden nicht vorgenommen.

3.2.3 Ergebnisse der Akzeptanzanalyse auf Basis der Fokusgruppen

Die Ergebnisse zur Akzeptanz auf Basis der Fokusgruppen werden in Themenbereiche und Länder gegliedert. Die Ergebnisse zu den gesetzlichen Regelungen werden entlang der Themenbereiche Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV, Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen, Eingliederung von S-Pedelecs in Geh- und Radwege, Wahlfreiheit und Geschwindigkeitsreduktion dargelegt. Weiter werden die Ergebnisse zu Infrastruktur und bauliche Maßnahmen, Regelungen für S-Pedelec-Haltende sowie Prävention und Sensibilisierung zusammengefasst. Bei der Zusammenfassung der Ergebnisse wird differenziert nach Faktoren, welche von S-Pedelec-Fahrenden oder von anderen Verkehrsteilnehmenden genannt wurden. Die Ergebnisse der Fokusgruppen werden länderübergreifend zusammengefasst. Eine detaillierte Übersicht über die länderspezifischen Ergebnisse befindet sich im Anhang. Das Ergebniskapitel zur Akzeptanzanalyse auf Basis der Fokusgruppen schließt mit einer Zusammenfassung ab.

3.2.3.1 Gesetzliche Regelungen: Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit dem MIV

Die Eingliederung in den Straßenverkehr wird über alle Länder hinweg eher kritisch bewertet. Vorstellbar wäre für die Teilnehmenden eine Eingliederung innerorts, da hier der Geschwindigkeitsunterschied zwischen S-Pedelecs und dem übrigen Verkehr gering ist und ein Mitfließen überwiegend als möglich beurteilt wird. Die Mehrheit der Teilnehmenden in allen Fokusgruppen sprechen sich jedoch gegen die Eingliederung von S-Pedelecs in den Straßenverkehr aus. Sie beschreiben eine erhöhte Gefährdung durch den Geschwindigkeitsunterschied, insbesondere außerorts, und Konfliktpotential mit anderen Verkehrsteilnehmenden, wie bspw. Autofahrenden. In Österreich und Deutschland, jenen Ländern, in denen die Nutzung von Radfahranlagen größtenteils nicht erlaubt ist, führt die wahrgenommene Gefährdung zu Ausweichhandlungen und unerlaubter Nutzung von Radwegen. Eine Zusammenfassung ist in Tabelle 3.2.3-1 dargestellt.

Tabelle 3.2.3-1: Eingliederung in den Mischverkehr – DACH

Zusammenfassung S-Pedelec-Fahrende:	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende:
Positive Akzeptanzfaktoren: - positive Bewertung innerorts, da effizientes Vorwärtskommen/ Mitfließen möglich ist - positive Bewertung aufgrund Flächengerechtigkeit für Fahrräder - positive Bewertung bei Wahlfreiheit Negative Akzeptanzfaktoren: - negative Bewertung aufgrund fehlerhafter Geschwindigkeitseinschätzung der S-Pedelecs durch andere Verkehrsteilnehmenden - aufgrund negativer Wahrnehmung erfolgt Ausweichen auf Fahrradinfrastruktur - negative Bewertung außerorts, da Konflikte mit Autofahrenden auftreten - negative Bewertung außerorts, da erhöhte Gefahr wahrgenommen wird - Akzeptanzfördernde Kriterien: - Geschwindigkeitsdifferenzen als Ursache von Konflikten - Innerorts versus außerorts als Entscheidungskriterium - Gefahrenpotential von Überholmanövern - Verkehrsaufkommen als Entscheidungskriterium - Velofahrkompetenzen als Voraussetzung für Eingliederung in Mischverkehr	- positive Bewertung innerorts, da aufgrund niedriger Geschwindigkeit Mitfließen möglich - positive Bewertung innerorts, da Fahrradwege zu eng - S-Pedelec-Fahrende sind besonders verletzte Verkehrsteilnehmende - negative Bewertung aufgrund erhöhtem Stresserleben der S-Pedelec-Fahrenden durch Geschwindigkeit - Eingliederung in Mischverkehr nur möglich für geübte S-Pedelec-Fahrende - Gefahr insbesondere bei Überholmanövern - negative Bewertung außerorts, da erhöhte Gefahr für S-Pedelec-Fahrende wahrgenommen wird —

3.2.3.2 Gesetzliche Regelungen: Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen

S-Pedelec-Fahrende und weitere Verkehrsteilnehmende bewerten länderübergreifend die Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen positiv. Insbesondere erachten sie die Eingliederung außerorts als sinnvoll. Bedenken bezüglich des Zustands der Fahrradinfrastruktur werden vor allem von Teilnehmenden aus Deutschland und Österreich, aber auch in der Schweiz

genannt. Ein Ausbau der Fahrradinfrastruktur wird allgemein gewünscht und insbesondere im Fall der Eingliederung von S-Pedelecs als ein notwendiges Kriterium gesehen. Eine weitere Herausforderung stellt der Geschwindigkeitsunterschied zwischen S-Pedelecs und anderen Verkehrsteilnehmenden dar. Hier wäre für manche Teilnehmende eine Geschwindigkeitsbeschränkung auf den Radfahranlagen als Kriterium vorstellbar respektive eine notwendige Bedingung für die Zulassung von S-Pedelecs auf Radfahranlagen. Eine Zusammenfassung ist in Tabelle 3.2.3-2 dargestellt.

Tabelle 3.2.3-2: Eingliederung in Radfahranlagen – DACH

Zusammenfassung S-Pedelec-Fahrende	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung der Nutzung von Radfahranlagen allgemein - positive Bewertung, da sicherer, insbesondere außerorts - positive Bewertung, bei Geschwindigkeitsbeschränkungen - positive Bewertung, bei Wahlfreiheit - positive Bewertung, da man mit Angehörigen gemeinsam fahren kann Negative Faktoren: - negative Bewertung aufgrund von Konflikten mit Fahrradfahrenden bedingt durch Geschwindigkeitsdifferenz, insbesondere bergaufwärts - negative Bewertung, da Ausbau der Fahrradinfrastruktur notwendig ist Akzeptanzfördernde Kriterien: - Geschwindigkeitsbegrenzungen auf Radfahranlagen - Ausbau der Radinfrastruktur (Flächengerechtigkeit) - Ampelregelung bei hohem Verkehrsaufkommen	- positive Bewertung aufgrund erhöhter Sicherheit für S-Pedelec-Fahrende - positive Bewertung, insbesondere außerorts - positive Bewertung, unter Geschwindigkeitsbeschränkungen - positive Bewertung bei Trennung von Fahrstreifen - positive Bewertung, bei einheitlicher Regelung - positive Bewertung, da Verkehrsaufkommen auf Radfahranlagen gering - positive Bewertung, da fair - positive Bewertung, da Unterschied zu anderen Fahrrädern gering - negative Bewertung, da Ausbau der Fahrradinfrastruktur notwendig ist - negative Bewertung aufgrund von Konflikten mit Fahrradfahrenden bedingt durch Geschwindigkeitsdifferenz - negative Bewertung, da Eingliederung für Fahrradfahrende unfair und gefährlich - Regulierung von Gefahrenstellen und Geschwindigkeitsregulierung - Trennung von Fahrstreifen auf Radwegen

- Einheitliche Regelung; selbsterklärende Radfahranlagen
- Rücksichtnahme/Aufmerksamkeit von Seiten S-Pedelec-Fahrenden notwendig
- Verkehrsaufkommen auf Radwegen ist zu beachten

3.2.3.3 Gesetzliche Regelungen: Eingliederung in Geh- und Radwege

Aufgrund des hohen Konfliktpotenzials zwischen verschiedenen Verkehrsteilnehmenden bei einer Eingliederung von S-Pedelec-Fahrenden in Geh- und Radwegen erfolgte eine gesonderte Diskussion dieser Eingliederungsmaßnahme in den Fokusgruppen. Die Eingliederung von S-Pedelecs in Geh- und Radwege wird nur in Verbindung mit zusätzlichen Maßnahmen, wie Geschwindigkeitsbeschränkungen, einem Ausbau der Infrastruktur oder der Trennung von Fahrbahnen als positiv geschildert. Weiter wird eine Eingliederung in Geh- und Radwege positiv bewertet, wenn diese das Fahren gemeinsam mit Angehörigen ermöglicht. Überwiegend wird die Eingliederung in Geh- und Radwege negativ bewertet, da dies als gefährlich wahrgenommen wird und mit anderen Verkehrsteilnehmenden aufgrund von Geschwindigkeitsunterschieden Konflikte entstehen. Weitere Argumente gegen die Eingliederung in Geh- und Radwege sind ein hohes Aufkommen von Zufußgehenden und enge räumliche Dimensionierungen. Eine Zusammenfassung ist in Tabelle 3.2.3-3 dargestellt.

Tabelle 3.2.3-3: Eingliederung in Geh- und Radwege – DACH

Zusammenfassung S-Pedelec-Fahrende	Zusammenfassung Weitere Verkehrsteilnehmende
positive Faktoren: - positive Bewertung, da Geschwindigkeitsanpassung von Seiten S-Pedelec-Fahrende - positive Bewertung, da man mit Angehörigen gemeinsam fahren kann - positive Bewertung, mit Trennung der Fahrspuren	- positive Bewertung außerorts, da passende Infrastruktur besteht - positive Bewertung, da Wahrnehmung erhöhter Sicherheit für S-Pedelec-Fahrende - positive Bewertung, mit Geschwindigkeitsbeschränkungen - positive Bewertung, bei zusätzlicher Wahlfreiheit
negative Faktoren: - negative Bewertung, da Konflikte mit anderen Verkehrsteilnehmenden - negative Bewertung, da schwer hörbar für andere Verkehrsteilnehmende (leiser elektrischer Antrieb)	- negative Bewertung, da gefährlich für Zufußgehende - negative Bewertung innerorts, da viele Verkehrsteilnehmende - negative Bewertung, da Konflikte mit anderen Verkehrsteilnehmenden

- negative Bewertung, da Unvermögen der eigenverantwortlichen Geschwindigkeitsregulation
- negative Bewertung, da gefährlich für Zufußgehende
- negative Bewertung, da Einschränkung für S-Pedelec-Fahrende
- negative Bewertung, da Ausbau der Infrastruktur notwendig ist
- negative Bewertung, da Nachteile für S-Pedelec-Fahrende und Zufußgehende entstehen
- negative Bewertung aufgrund der Geschwindigkeitsdifferenz

Akzeptanzfördernde Kriterien:

- Geschwindigkeitsbegrenzungen
- Ausbau der Infrastruktur
- Trennung der Fahrspuren
- Geeignet für außerorts

3.2.3.4 Gesetzliche Regelungen: Wahlfreiheit

Die Wahlfreiheit wird vor allem in Deutschland und Österreich positiv bewertet, da eine flexible Anpassung an Umgebungsfaktoren möglich ist (siehe Tabelle 3.2.3-4). Die Wahlfreiheit wird weiter positiv bewertet, da die verpflichtende Nutzung von Mischverkehr als zu gefährlich beurteilt wird. Teilweise wird die Wahlfreiheit negativ bewertet, da damit das Unfallrisiko steigen könnte. Negative Bewertungen werden vorwiegend in der Schweizer-Gruppe oder von den weiteren Verkehrsteilnehmenden genannt. In Österreich (mit Fokus auf Zulassung auf Radverkehrsanlagen) wird die Wahlfreiheit nur mit Zusatzregelungen zur Geschwindigkeitsbegrenzung und einem zusätzlichen Ausbau der Radverkehrsanlagen akzeptiert.

Tabelle 3.2.3-4: Wahlfreiheit – DACH

Zusammenfassung S-Pedelec-Fahrende	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
positive Faktoren: - positive Bewertung, da Anpassung an andere Verkehrsteilnehmenden möglich ist - positive Bewertung, da flexible Anpassung an Umgebungsfaktoren möglich ist - positive Bewertung, da verpflichtende Nutzung von Mischverkehr zu gefährlich ist	- positive Bewertung außerorts - positive Bewertung, da man mit Angehörigen gemeinsam fahren kann - positive Bewertung, da S-Pedelec-Fahrende achtsam fahren. - positive Bewertung, da flexible Anpassung an Umgebungsfaktoren möglich - positive Bewertung allgemein - positive Einstellung, bei definierter Infrastruktur und Geschwindigkeitsbeschränkung - positive Bewertung unter Ausschluss von Fußgängerzonen

negative Faktoren:

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - negative Bewertung innerorts, aufgrund Unfallrisiko - negative Bewertung, da aktuelle Regelung in CH zufriedenstellend - negative Bewertung, da in CH andere Maßnahmen favorisiert werden | <ul style="list-style-type: none"> - negative Bewertung innerorts - negative Bewertung, da negative Konsequenzen für andere Verkehrsteilnehmende antizipiert werden (D) - negative Bewertung, da Eingliederung in Radfahranlagen zufriedenstellend (CH) |
|---|--|

Akzeptanzfördernde Kriterien:

- Ausbau Infrastruktur
- Geschwindigkeitsbegrenzungen

3.2.3.5 Gesetzliche Regelungen: Automatische Geschwindigkeitsregulation

Eine automatische Geschwindigkeitsregulation wird mehrheitlich kritisch beurteilt und genießt über Länder und verschiedene Verkehrsteilnehmende hinweg eine eher geringe Akzeptanz. Sie wird nur dann positiv bewertet, wenn sie zur Nutzung einer größeren Verkehrsfläche führt. S-Pedelec-Fahrende und weitere Verkehrsteilnehmende sprechen sich für eine Regulierung mittels StVO anstelle einer automatischen Regulation aus. Insgesamt spricht gegen die Maßnahme, dass sie von S-Pedelec-Fahrenden, als auch weiteren Verkehrsteilnehmenden als unfair beschrieben wird, da andere Fahrzeuge, insbesondere Autos, nicht reguliert werden. Die automatische Regulation wird mit der Absprache von Mündigkeit und Freiheitseinschränkung in Verbindung gebracht. Weiter werden Bedenken zum Datenschutz und ein zu hoher Aufwand der Aufrüstung von S-Pedelecs geäußert (siehe Tabelle 3.2.3-5).

Tabelle 3.2.3-5: Automatische Geschwindigkeitsregulation – DACH

Zusammenfassung S-Pedelec-Fahrende	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
positive Faktoren: - positive Bewertung, wenn Eingliederung in Radfahranlagen und Wahlfreiheit ermöglicht wird - positive Bewertung, bei Geschwindigkeitsregulation über Straßenverkehrsordnung ohne Eingriff in Technik des S-Pedelec - positive Bewertung, da positive Erfahrung mit Geofencing für E-Scooter	- positive Bewertung, an Gefahrenstellen - positive Bewertung, bei Geschwindigkeitsregulation über Straßenverkehrsordnung ohne Eingriff in Technik des S-Pedelec - positive Bewertung, wenn sie auf alle Fahrzeuge angewandt wird - positive Bewertung, da S-Pedelec-Fahrende die Geschwindigkeit reduzieren

- positive Bewertung, bei Geschwindigkeitsregulation über Straßenverkehrsordnung ohne Eingriff in Technik des S-Pedelec

negative Faktoren:

- negative Bewertung, da technischer Eingriff unfair - Autos sollten zuerst reguliert werden
- negative Bewertung, da Absprache der Mündigkeit
- negative Bewertung, da zusätzlicher Aufwand durch Aufrüstung des S-Pedelec
- negative Bewertung, da Bedenken bezüglich Datenschutz
- negative Bewertung, insbesondere zu Randzeiten
- negative Bewertung, da technischer Eingriff unfair - Autos sollten zuerst reguliert werden
- negative Bewertung, da Einschätzung, dass S-Pedelec-Fahrende selbst Geschwindigkeit regulieren können/sollten
- negative Bewertung, da zusätzlicher Aufwand durch Aufrüstung des S-Pedelec
- negative Bewertung, da Bedenken bezüglich Datenschutz
- negative Bewertung, da automatische Regulierung bei geringem Verkehrsaufkommen störend

Akzeptanzfördernde Kriterien:

- Akzeptanz, wenn dies die Eingliederung in Radverkehrsanlagen ermöglicht.

3.2.3.6 Bauliche Gestaltungselemente

Insgesamt wird die *bauliche Trennung* als positiv bewertet, da diese die größtmögliche Sicherheit bietet. Diese wird jedoch auch als herausfordernd erachtet, da deren Umsetzung aufgrund des Platzmangels schwierig sein könnte. *Boden- und Farbmarkierungen* werden ebenfalls als positiv bewertet, da diese Klarheit schaffen, wo gefahren werden darf und somit das Unfallrisiko potenziell gesenkt werden kann. Generell werden Gestaltungselemente, welche die Erkennbarkeit der Wegführung fördern als positiv beschrieben. Dennoch werden negative Aspekte der Boden-/Farbmarkierungen beschrieben, da diese von anderen Verkehrsteilnehmenden missachtet werden. Weiter wurde in den Fokusgruppen in Deutschland angemerkt, dass diese aktuell ohne weitere Maßnahmen umgesetzt wurden, aber ohne zusätzliche bauliche Trennung nicht funktionieren. In allen Ländern und Fokusgruppen wurden die *Noppen* als unpraktisch erachtet und als gefährlich eingestuft (u.a. bei Regen und Schnee).



Abbildung 3.2.3-1: Stimulusbilder zum Themenbereich Bauliche Gestaltungselemente, Quellen von links nach rechts: Salzburg Research, <https://ob-mh.adfc.de/artikel/sharrow>, Salzburg Research, <https://www.bicycling.com/news/a20020370/pre-fab-protected-bike-lanes/>

3.2.3.7 Mitnahme im ÖPV

Länderübergreifend wird die Mitnahme im ÖPV als positiv bewertet. Argumente der Teilnehmenden für die Mitnahme sind u.a. die Unterstützung der Mobilitäts-/Verkehrswende und die Erweiterung der Reichweite von S-Pedelecs. Zudem wird bezüglich des Platzbedarfs ein geringer oder kein Unterschied zwischen einem normalen Fahrrad und einem S-Pedelec gesehen. In Deutschland und Österreich wird ein bestehendes Mitnahmeverbot, als negativ beschrieben, da es auch zwischen einem S-Pedelec und einem Pedelec keinen technischen Unterschied gibt. Als Herausforderung werden verschiedene Hindernisse für eine Mitnahme beschrieben, wie bspw. Infrastruktur, Aufhängevorrichtung, unverhältnismäßig hohe Ticketkosten.

3.2.3.8 Abstellanlagen

Über alle Fokusgruppen zusammengefasst werden Abstellanlagen an Haltestellen des öffentlichen Verkehrs und zusätzlich sicherere Befestigungsmöglichkeiten oder überwachte Abstellplätze als positiv bewertet. Es werden mehrheitlich Bedenken bezüglich Vandalismus und Diebstahl genannt, da man Infrastruktur zur Gewährleistung der Sicherheit als nicht ausreichend wahrnimmt.

3.2.3.9 Prävention und Sensibilisierung (Fahrsicherheitstraining)

Insgesamt wird ein Fahrsicherheitstraining (technisch/rechtlich) als positiv bewertet, da die Handhabung von S-Pedelecs als herausfordernd gesehen und ein Training als Präventionsmaßnahme befürwortet wird. Manche Teilnehmenden beschreiben die Notwendigkeit, dass

das Training spezifisch auf S-Pedelecs zugeschnitten ist und freiwillig sein sollte. Weiter wird in Deutschland und der Schweiz ein spezifischer S-Pedelec-Zweiradschein für Personen ohne anderen Führerschein als positiv bewertet. In Deutschland werden Bedenken geäußert, dass ein verpflichtendes Fahrsicherheitstraining das Fahren mit einem S-Pedelec unattraktiv machen könnte und eine zusätzliche Hürde für die Verkehrswende darstellt.

3.2.3.10 Regeln für S-Pedelec-Haltende

In Zusammenhang mit den Regeln für S-Pedelec-Haltende wurden Helmpflicht, Fahrzeugkategorie und Versicherungsschutz diskutiert. Sowohl in Deutschland als auch in Österreich werden negative Aspekte in Bezug auf die geltenden Regelungen beschrieben. Es ergeben sich negative Bewertungen aus einer subjektiven Unsicherheit in Bezug auf Regeln und Versicherungsschutz (Deutschland) und eines Unverständnisses für die Zuordnung von S-Pedelecs zu Motorrädern. Da die Regelungen für S-Pedelec-Haltende in der Fokusgruppe in der Schweiz nicht diskutiert wurden, betrifft diese Zusammenfassung nur für Deutschland und Österreich.

3.2.4 Diskussion der Akzeptanzanalyse auf Basis der Fokusgruppen

In der Diskussion der Ergebnisse wird die Bandbreite der Akzeptanz aufgezeigt, und wo möglich ein erstes Fazit gezogen.

3.2.4.1 Gesetzliche Regelungen: Eingliederung in den Straßenverkehr

Die Frage, wie sich S-Pedelec effizient und sicher in den Straßenverkehr eingliedern, ist ein zentraler Diskussionspunkt in den Fokusgruppen. Die Übersicht in der Tabelle 3.2.4-1 stellt befürwortende und kritische Argumente gegenüber. Diese bildet die Grundlage für ein Zwischenfazit zur Akzeptanz von gesetzlichen Regelungen zur Eingliederung in den Straßenverkehr.

Aus der Diskussion in den Fokusgruppen lässt sich ableiten, dass eine Eingliederung in Radfahranlagen respektive eine Wahlfreiheit von S-Pedelec-Fahrenden die größte Akzeptanz genießt. Die Eingliederung auf Radfahranlagen insbesondere für außerorts wird als die sichere Option wahrgenommen. Eine Wahlfreiheit würde kompetenten S-Pedelec-Fahrenden zusätzlich ermöglichen insbesondere innerorts effizient vorwärtszukommen und auf den Radwegen Platz zu schaffen. Diese positive Akzeptanz steht einigen wichtigen Bedenken (insbesondere auch von anderen Verkehrsteilnehmenden) gegenüber: Insbesondere muss die Sicherheit und

der Komfort für andere Radfahrende und gegebenenfalls Zufußgehende gewährleistet werden. Dies mit zusätzlichen Maßnahmen wie dem Ausbau der Radinfrastruktur und Geschwindigkeitsbegrenzungen für S-Pedelec-Fahrende.

Tabelle 3.2.4-1: Akzeptanzfaktoren zur Eingliederung in den Straßenverkehr

	Positive Faktoren	Negative Faktoren
Eingliederung in Mischverkehr mit MIV	- Effizientes Vorwärtskommen innerorts möglich Bedingungen: - Innerorts höhere Akzeptanz	- hohe Gefahr insbesondere außerorts für S-Pedelecs - Konflikte mit Autofahrenden
Eingliederung in Radfahranlagen	- Sichere Eingliederung Bedingungen: - Geschwindigkeitsreduktion bei S-Pedelecs - Bei guter Radinfrastruktur - Bei geringem Verkehrsaufkommen auf Radfahranlagen - Außerorts höhere Akzeptanz	- Konflikte mit Radfahrenden
Eingliederung in Geh- und Radwege	- Sichere Eingliederung außerorts Bedingungen: - Ausbau Infrastruktur und geringes Verkehrsaufkommen, Trennung der Fahrspuren - Außerorts höhere Akzeptanz - Geschwindigkeitsreduktion bei S-Pedelecs	- Konflikte mit Zufußgehenden und Radfahrenden - Gefahr für andere Verkehrsteilnehmende
Wahlfreiheit	- Anpassung an Situation und Fähigkeiten möglich Bedingungen: - Geschwindigkeitsreduktion bei S-Pedelecs - Bei guter Radinfrastruktur - Außerorts höhere Akzeptanz	- Gefahr für andere (bei Nutzung der Radfahranlagen)

3.2.4.2 Gesetzliche Regelungen: automatische Geschwindigkeitsreduktion

Tabelle 3.2.4-2 zeigt, dass eine automatische Geschwindigkeitsreduktion kontrovers diskutiert wird. Es überwiegen aber negative Faktoren, da die Maßnahme auch von den übrigen Verkehrsteilnehmenden als unfair und einschränkend wahrgenommen wird. Einzig bei einer Eingliederung in Radfahranlagen wird die Geschwindigkeitsregulation als akzeptable Bedingung wahrgenommen. Präferiert würde aber eine Regelung über die Straßenverkehrs-Ordnung.

Tabelle 3.2.4-2: Akzeptanzfaktoren zur automatischen Geschwindigkeitsreduktion

	Positive Faktoren	Negative Faktoren
Automatische Geschwindigkeitsreduktion	- Befürwortung, wenn dadurch Eingliederung in Radfahranlagen möglich Bedingungen: - Privilegien wie Eingliederung in Radfahranlagen	- Eingriff in Entscheidungsfreiheit - Unfaire Maßnahme - Aufrüstung ist aufwändig

3.2.4.3 Bauliche Maßnahmen und Infrastruktur

Insgesamt liegt die größte Akzeptanz bei Infrastrukturmaßnahmen, die eine Trennung zu Autos, Motorrädern und Lastwagen herstellen. In der Übersicht (Tabelle 3.2.4-3) zeigen sich aber auch kritische Punkte solcher trennenden Infrastrukturmaßnahmen respektive positive Faktoren, welche mit Farbmarkierungen in Verbindung gebracht werden.

Tabelle 3.2.4-3: Akzeptanzfaktoren zu baulichen Maßnahmen und Infrastruktur

	Positive Faktoren	Negative Faktoren
Geschützte Kreuzung	- Wahrnehmung einer Gewährleistung der Sicherheit	- Hohe Komplexität bei geringer Verständlichkeit
Bauliche Trennung	- Wahrnehmung hoher Sicherheit für Radfahrende	- Platzmangel und Umsetzbarkeit

Boden- und Farbmarkierungen	- Wahrnehmung der Reduktion des Unfallrisiko - Schafft Klarheit	- Zu geringe Einhaltung der Regelungen durch andere Verkehrsteilnehmende
Noppen	—	- Wahrnehmung von Gefahr bei geringer zusätzlicher Sicherheit

3.2.4.4 Mitnahme im ÖPV und Abstellanlagen

Tabelle 3.2.4-4 zeigt positive und negative Faktoren in Zusammenhang mit der Nutzung von S-Pedelecs in Kombination mit dem öffentlichen Verkehr, oder mit Abstellanlagen. Grundsätzlich wird die Mitnahme im Zug positiv bewertet, auch wenn als Bedingung ein Ausbau der Infrastruktur als notwendig gesehen wird. Dasselbe Bild zeigt sich in Bezug auf Abstellanlagen. Ein Bedarf an sicheren Abstellanlagen und deren Ausbau ist vorhanden und wird als wichtig eingestuft, insbesondere weil S-Pedelecs besonders risikobehaftet sind, was Vandalismus und Diebstahl anbelangt.

Tabelle 3.2.4-4: Akzeptanzfaktoren Mitnahme im ÖPV und Abstellanlagen

	Positive Faktoren	Negative Faktoren
Mitnahme im ÖPV	- Unterstützung der autofreien Mobilität und Verkehrswende - Erweiterung der Reichweite von S-Pedelecs Bedingungen: - Ausbau der Infrastruktur	- Mängel in der Infrastruktur (Platz oder Aufhängung) - Hohe Kosten
Abstellanlagen	- positive Bewertung Bedingungen: - Sichere Infrastruktur	- Gefahr von Vandalismus und Diebstahl

3.2.4.5 Prävention und Sensibilisierung

Die Notwendigkeit von S-Pedelec-spezifischen Trainings zur Sensibilisierung der Nutzenden auf Besonderheiten wurde in allen Fokusgruppen gesehen. Als negativer Punkt wird jedoch aufgebracht, dass eine Prüfung und ein obligatorisches Fahrsicherheitstraining potenzielle Zielgruppen davon abhalten könnten, S-Pedelecs in Betracht zu ziehen.

3.2.4.6 Schlussbetrachtung

Die explorative Analyse der Akzeptanz verdeutlicht die Multidimensionalität der Akzeptanz von Maßnahmen und Regelungen für S-Pedelecs. Für alle Maßnahmen und Regelungen werden jeweils befürwortende (positive) wie auch kritische (negative) Argumente diskutiert. S-Pedelecs, werden durch sich selbst als auch durch andere als vulnerable Verkehrsteilnehmende wahrgenommen, für deren Sicherheit gesorgt werden muss. Darum ist die Akzeptanz der Eingliederung in Radfahranlagen oder die bauliche Trennung besonders hoch.

Die Akzeptanz der Maßnahmen und Regelungen ist zumeist an akzeptanzfördernde Kriterien geknüpft, welche bei einer allfälligen Umsetzung zu berücksichtigen sind. Hervorzuheben ist eine Akzeptanz von (nicht technik-gebundenen) Geschwindigkeitsreduktionsmaßnahmen auf Radfahranlagen. In Entscheidungen mit einzubeziehen ist auch der Straßentyp: Während innerorts eine Eingliederung der S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV eher Akzeptanz findet, so ist die Akzeptanz für die Eingliederung auf Radfahranlagen außerorts grösser im Vergleich zu innerorts. Dies steht in einem Zusammenhang mit dem weiteren zu berücksichtigenden akzeptanzfördernden Kriterium, dem Verkehrsaufkommen. Eine weitere akzeptanzfördernde Maßnahme ist eine zur Verfügungstellung von adäquater Infrastruktur.

3.3 Quantitative Akzeptanzanalyse: Stated-Preference und Akzeptanz

In den nachfolgenden Abschnitten werden Fragestellung, Vorgehen und die Ergebnisse der quantitativen Akzeptanzanalyse erläutert.

3.3.1 Fragestellung und Zielsetzungen

Die quantitative Akzeptanzbefragung adressiert die folgenden fokussierten Fragestellungen:

Quantitative Fragestellung 1: Wie hoch ist die Akzeptanz der Eingliederungsmaßnahmen und weiterer Regelungen? Wie unterscheidet sich die Akzeptanz der Maßnahmen und Regelungen in den DACH-Ländern und aus Perspektive der verschiedenen Verkehrsteilnehmenden?

Quantitative Fragestellung 2: Wie stellen sich die Umweg-Elastizitäten für S-Pedelec-Fahrende im Vergleich zu Elektro-Fahrrädern dar bzw. welche Umwege werden von S-Pedelec-Fahrenden noch akzeptiert?

Quantitative Fragestellung 3: Welche Kriterien für die Auswahl von Anlagen, auf denen S-Pedelecs unterwegs sein dürfen, werden präferiert?

Quantitative Fragestellung 4: Welche Gestaltungsmerkmale von Anlagen, auf denen S-Pedelecs im Mischverkehr mit dem konventionellen Radverkehr unterwegs sind (z. B. Rad-schnellrouten), werden präferiert?

Ziel der quantitativen Akzeptanzanalyse ist eine quantitative Bestätigung der Faktoren, die die Akzeptanz der Integration von S-Pedelecs in das bestehende Verkehrssystem beeinflussen. Zur Beantwortung der Fragestellungen wurde eine Online-Befragung mit einer Akzeptanzbefragung mit Fokus auf Fragestellung 1 und eine Stated-Preference-Befragung mit Fokus auf die Fragestellungen 2-4 durchgeführt. Nachfolgend werden das Vorgehen sowie die Ergebnisse der Befragungen dargelegt.

3.3.2 Vorgehen

Das Vorgehen für die Online-Befragung gliederte sich in vier Phasen: Pretest, Softlaunch, Launch Phase 1, Launch Phase 2:

- Im Pretest der Stated-Preference-Befragung wurde mittels der Technik Thinking-Aloud die Befragung auf die Verständlichkeit überprüft. Auf Basis dieses Pretests wurden die verschiedenen Perspektiven von Verkehrsteilnehmenden der Stated-Preference-Befragung hinzugefügt. Die Erklärung dieser Perspektiven sowie die Zuordnung wird im Abschnitt 3.3.2.2 weiter erläutert.
- Im Softlaunch wurde zusätzlich das Routing (das Anzeigen der Fragen/Vignetten in der richtigen Reihenfolge) und das Trading (Klickverhalten der Teilnehmenden) bei den

Experimenten der Stated-Preference-Befragung getestet. Basierend auf den Ergebnissen wurde die Zuweisung der Perspektive überarbeitet, sowie der Preis von S-Pedelecs angegeben.

- In der Launch Phase 1 wurden erste Modellschätzungen durchgeführt. Die Vorzeichen und Werte der geschätzten Parameter war wie erwartet. Auf Basis dieser Schätzungen wurde entschieden, die Gesamtstichprobe zu erheben.
- In der Launch Phase 2 wurde die Gesamtstichprobe erhoben.

Der Fragebogen wurde mit der Software Qualtrics in der Sprache Deutsch implementiert, wobei länderspezifische Anpassungen für die Erhebung in der Schweiz gemacht wurden. Zudem wurde den Zielpersonen versichert, dass die Teilnahme anonym erfolgt, der FHNW weder Name noch Adresse der Zielperson bekannt sind und die erhobenen Daten ausschließlich für Forschungszwecke verwendet werden.

3.3.2.1 Rekrutierung & Quoten

Die Stichprobe für die Online-Befragung wurde über das Panel der Firma Dynata rekrutiert. Die Stichprobe setzte sich aus Personen, die in Deutschland, Österreich und Schweiz wohnhaft sind, zusammen. Die Quoten wurden auf Grundlage der Merkmalskombinationen Geschlecht x Land, Alter x Land, Erwerbstätigkeit x Land sowie Zielgruppe (Fahrrad x Land, Pedelec x Land, weitere Verkehrsteilnehmenden x Land) festgelegt. Die Quoten sind in Tabelle 3.3.2-1 ersichtlich.

Tabelle 3.3.2-1: Quoten quantitative Akzeptanzbefragung

	%	n
Geschlecht		
männlich	49%	206
weiblich	49%	206
divers	2%	8
<i>Total</i>	<i>100%</i>	<i>420</i>
Erwerbstätigkeit		
Arbeit / Ausbildung	70%	294
Anderes	30%	126
<i>Total</i>	<i>100%</i>	<i>420</i>

Alter

Unter 18 Jahren	0%	0
18 - 29 Jahre	20%	84
30 - 44 Jahre	30%	126
45 - 60 Jahre	32%	134
60 Jahre und älter	18%	76
Total	100%	420

Gruppe

Fahrrad	38%	158
E-Bike	38%	158
Sonstig	25%	105

<i>Total</i>	100%	420
--------------	------	-----

In Deutschland und Österreich wurden Personen rekrutiert, die in Städten und Vororten mit mindestens 10.000 Einwohnern wohnhaft waren. Dieses Kriterium wurde in Zusammenarbeit mit dem Umfrageunternehmen festgelegt, da ein direktes Sampling in Städten und Vororten in Deutschland und Österreich über räumliche Typologien nicht möglich war. Außerdem stellen die Bilder und Reisen, die in der SP-Umfrage vorgestellt werden sollen, städtische Gebiete und Pendelstrecken zwischen Stadt und Vororten dar. In der Schweiz erfolgte die Rekrutierung von Personen, die in Städten und Agglomerationen (Ballungsgebiete) wohnhaft waren gemäß der Raumgliederung des Bundesamts für Statistik (BFS). Die Teilnahme war ab einem Alter von 18 Jahren möglich.

Die Einschätzung von Alltagsradfahrenden, die mindestens einmal pro Monat für Arbeitswege, Einkäufe oder Freizeitaktivitäten mit dem Fahrrad fahren, gestaltete sich im Vorfeld als herausfordernd. Deshalb wurden spezifische Zielvorgaben festgelegt. Die Gruppe der „anderen Verkehrsteilnehmenden“ erfüllten nicht die Kriterien für die Teilnahme an der Stated-Preference-Befragung. Bei Pedelec-Fahrenden hingegen war es möglich, diese direkt anhand bereits vorhandener Angaben, die dem Panel vorlagen, zu rekrutieren. Die Incentivierung der Teilnehmenden erfolgte über das System des Panels mittels Credits.

3.3.2.2 Ablauf der Online-Befragung

Der Ablauf der Befragung ist in Abbildung 3.3.2-1 im Detail dargestellt. Die Befragung gliederte sich in fünf Teile:

1. Einführung / Screening

2. Erhebung soziodemografischer Daten, Nutzungshäufigkeit, Quoten
3. Zuweisung zu Gruppe und Perspektive
4. Stated-Preference Befragung
5. Akzeptanzbefragung, weitere Einstellungen und Verabschiedung

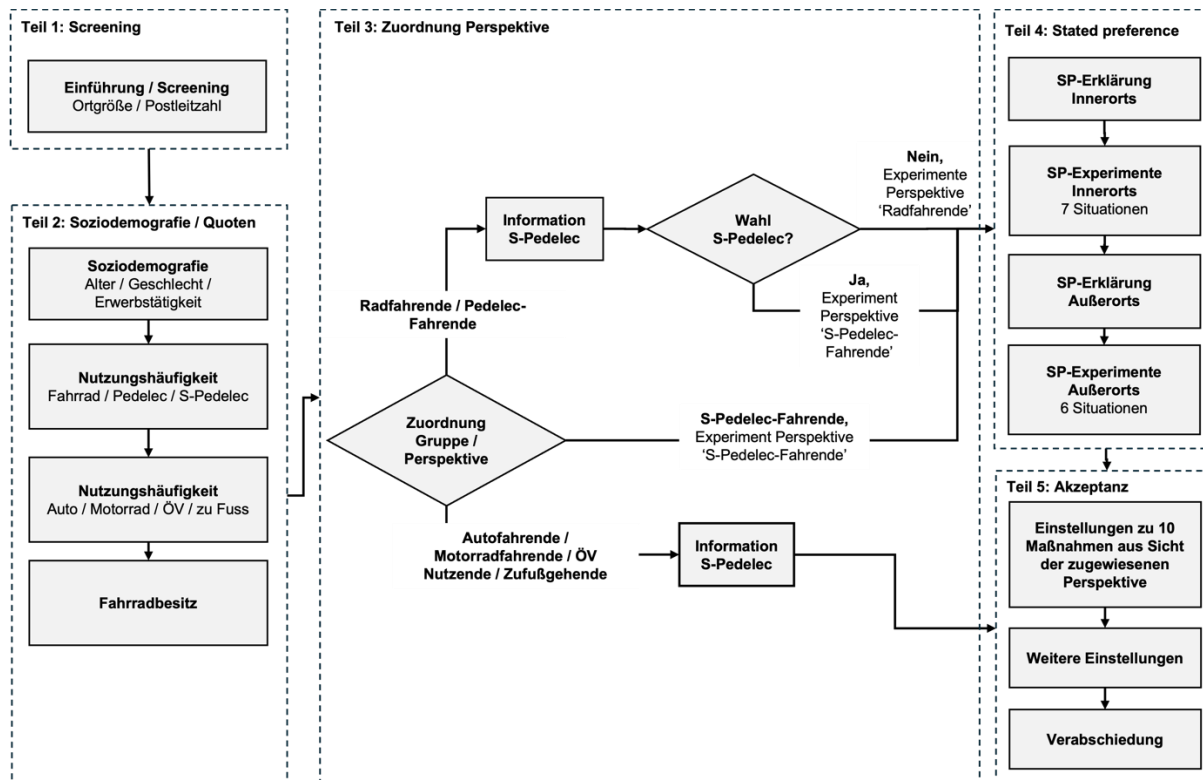


Abbildung 3.3.2-1: Ablauf der Befragung

Im Folgenden wird der Fragebogen im Detail beschrieben.

Teil 1: Einführung / Screening

Im ersten Abschnitt der Befragung wurden potenzielle Teilnehmende nach ihrem Wohnort und der Größe ihres Wohnorts gescreent. Es wurde überprüft, ob die Personen in Deutschland in Städten und Vororten mit mindestens 10.000 Einwohnern wohnhaft waren. In der Schweiz wurde basierend auf Postleitzahlen überprüft, ob die Personen in Gemeinden wohnten, die als Agglomerationskerngemeinde (Kernstadt), Agglomerationskerngemeinde (Hauptkern), Agglomerationskerngemeinde (Nebenkern) oder Agglomerationsgürtelgemeinde charakterisiert wurden.

Teil 2: Soziodemografische Daten

Im zweiten Teil der Befragung wurden die Teilnehmenden gebeten, verschiedene soziodemografische Merkmale (Alter, Geschlecht, Erwerbstätigkeit), Fahrradbesitz (inkl. Pedelec- und S-Pedelec-Besitz), Fahrradnutzung sowie die Nutzung anderer Verkehrsmittel anzugeben.

Teil 3: Zuweisung Gruppe und Perspektive

Basierend auf der Häufigkeit des Radfahrens und dem Besitz eines Fahrrads wurden die Befragten, falls die Anforderungen nicht erfüllt wurden, in drei Gruppen eingeteilt: Radfahrende (einschließlich Pedelec-Fahrende), S-Pedelec-Fahrende und andere Verkehrsteilnehmende. Die Zuweisung der Gruppe ist für den vierten und fünften Teil der Umfrage von Bedeutung. Radfahrende wurden einem anderen Stated-Preference-Experiment zugewiesen als S-Pedelec-Besitzende. Nicht-Radfahrende wurden in der Online-Fragenabfolge direkt zum Abschnitt Akzeptanz weitergeleitet:

- Teilnehmende in der Gruppe ‚Radfahrende und Pedelec-Fahrende‘ wurden anschließend über die Merkmale von S-Pedelecs und die aktuellen gesetzlichen Vorschriften in Bezug auf S-Pedelecs informiert. Zunächst wurden sie befragt, ob sie sich vorstellen könnten, ein S-Pedelec zu besitzen. Die Zuordnung zur Gruppe der ‚S-Pedelec-Fahrenden‘ erfolgte ausschließlich auf Basis einer zufälligen Auswahl der Befragten, die positiv auf die Frage antworteten und angaben, sich vorstellen zu können, ein S-Pedelec zu besitzen. Anschließend wurde diese Gruppe zum Teil 3 der Umfrage „Stated Preference“ geleitet.
- S-Pedelec-Fahrende wurden direkt zum Teil 3 der Umfrage „Stated Preference“ geleitet.
- Andere Verkehrsteilnehmende wurden im Anschluss über die Merkmale von S-Pedelecs sowie die geltenden gesetzlichen Vorschriften bezüglich S-Pedelecs informiert und anschließend zum Teil 4 der Umfrage "Akzeptanz" weitergeleitet.

Die Zuweisung der Perspektive ist für den fünften Teil der Umfrage von Bedeutung, da hier verschiedene Maßnahmen aus einer Perspektive beurteilt werden sollen, mit der die Befragten aktuell vertraut sind.

Für Radfahrende erfolgte die Zuweisung der Perspektive basierend auf dem Fahrradbesitz. Radfahrende wurden nach ihrem jeweiligen Besitz einer Perspektive zugeordnet, wobei der Besitz eines S-Pedelecs den Besitz eines Pedelecs oder eines herkömmlichen Fahrrads überwog. Ebenso überwog der Besitz eines Pedelecs die Verfügbarkeit eines herkömmlichen Fahrrads.

Andere Verkehrsteilnehmende wurden basierend auf der Nutzung von den Verkehrsmitteln Auto, öffentlicher Personenverkehr, Motorrad oder zu Fuß einer Perspektive zugeordnet. Die Perspektive wurde entsprechend den am häufigsten genutzten Verkehrsmitteln zugewiesen. Falls mehrere Verkehrsmittel in gleicher Häufigkeit genutzt wurden, erfolgte eine zufällige Auswahl und die Zuweisung eines Verkehrsmittels.

Teil 4: Stated Preference

Der Teil "Stated Preference" wird im Abschnitt 'Methodik Stated Preference' ausführlicher erörtert.

Teil 5: Akzeptanz & Einstellungen gegenüber Radfahrenden

Der Teil "Akzeptanz" wird im nächsten Abschnitt ausführlicher erörtert.

3.3.2.3 Methodik Akzeptanzbefragung

In diesem Kapitel wird die Methodik der Akzeptanzbefragung beschrieben. Die Akzeptanzbefragung wurde bei Radfahrenden im Anschluss an die Stated-Preference-Befragung gezeigt. Die übrigen Teilnehmenden beantworteten die Akzeptanzbefragung vor der Erhebung der Einstellung gegenüber Radfahrenden (siehe Abbildung 3.3.2-1).

3.3.2.3.1 Aufbau der Akzeptanzbefragung

Die Teilnehmenden wurden gebeten, verschiedene Maßnahmen zur Eingliederung von S-Pedelecs in bestehende Verkehrsinfrastruktur, Maßnahmen zur Geschwindigkeitsregulation, Integration in den öffentlichen Personenverkehr, sowie Maßnahmen zur Sicherheit (siehe Tabelle 3.3.2-2 auf ihre Akzeptanz hin zu beurteilen. Die Akzeptanzbefragung basiert auf den Akzeptanzbedingungen positive Einstellungen und wahrgenommene Verteilungsgerechtigkeit von Becker und Renn (2019) und den Ergebnissen aus AP2. Die Fragen umfassen die Dimensionen Akzeptanz, Fairness und – wo sinnvoll – Sicherheit und Nutzungsintention und wurden auf einer fünfstufigen, unipolaren Likert-Skala bewertet (1 = sehr inakzeptabel – 5 = sehr akzeptabel, 1 = sehr unfair - 5 = sehr fair, 1 = sehr unsicher – 5 = sehr sicher, 1 = sehr unwahrscheinlich – 5 = sehr wahrscheinlich). Bei den Maßnahmen zur Eingliederung von S-Pedelecs in die bestehende Verkehrsinfrastruktur wurden zusätzlich drei Dimensionen der Ortslage differenziert: überall (unabhängig von der Ortslage), innerorts und außerorts. Die Akzeptanzbedingungen zu Maßnahmen zur Geschwindigkeitsregulation wurden nur innerorts erhoben.

Tabelle 3.3.2-2: Maßnahmen Akzeptanzbefragung. A = Akzeptanz, F = Fairness, S = Sicherheit, I = Intention

Maßnahmen- kategorie	Maßnahmen	Ortslage	Dimension
Gesetzliche Regelung	Verpflichtende Nutzung von Fahrspur für S-Pedelecs: <i>S-Pedelecs sind gesetzlich verpflichtet <<Ortslage>> die Fahrspur mit den Autos zu teilen und dürfen die Radfahranlagen (Fahrradstreifen und -wege) nicht nutzen.</i>	Überall / innerorts / außerorts	A / F / S / I
	Verpflichtende Nutzung von Radfahranlagen für S-Pedelecs (Fahrradstreifen, Fahrradwege etc.): <i>S-Pedelecs sind gesetzlich <<Ortslage>> verpflichtet die Radfahranlagen (Fahrradstreifen, Fahrradwege etc.) zu nutzen – sofern diese vorhanden sind. S-Pedelecs dürfen nicht auf gemeinsamen Geh- und Radwegen fahren.</i>	Überall / innerorts / außerorts	A / F / S / I
	Verpflichtende Nutzung von gemeinsamen Geh- und Radwegen für S-Pedelecs: <i>S-Pedelec sind gesetzlich verpflichtet <<Ortslage>> gemeinsame Geh- und Radwege zu nutzen – sofern diese vorhanden sind – und dürfen nicht auf der Autofahrspur fahren.</i>	Überall / innerorts / außerorts	A / F / S / I
	Freie Wahl für S-Pedelecs: <i>S-Pedelecs dürfen <<Ortslage>> frei wählen, ob sie auf der Autofahrspur fahren oder die Radfahranlagen (Fahrradstreifen, Fahrradwege etc.) nutzen.</i>	Überall / innerorts / außerorts	A / F / S / I
Geschwindig- keit	Elektronische Geschwindigkeitsregulation von S-Pedelecs: <i>Die Geschwindigkeit von S-Pedelecs soll <<Ortslage>> auf Radfahranlagen (Fahrradstreifen, Fahrradwege etc.) und gemeinsamen Geh- und Radwegen elektronisch auf 30km/h begrenzt werden.</i>	Innerorts	A / F / S / I
	Geschwindigkeitsregulation auf 30 km/h auf Radfahranlagen: <i>Die Geschwindigkeit auf Radfahranlagen (Fahrradstreifen, Fahrradwege etc.) und gemeinsamen Geh- und Radwegen soll <<Ortslage>> für alle Radfahrende auf 30 km/h begrenzt werden.</i>	Innerorts	A / F / S / I
Integration ÖPV	Mitnahme von S-Pedelec im ÖPV: <i>Im öffentlichen Personennah- und Fernverkehr ist die Mitnahme von S-Pedelecs erlaubt.</i>		A / F / I
	Abstellen von S-Pedelec an Abstellanlagen des ÖPV: <i>Das Abstellen von S-Pedelecs ist bei Radabstellanlagen des öffentlichen Verkehrs (Fern- und Nahverkehr) erlaubt.</i>		A / F / I
Sicherheits- maßnahmen	Freiwilliges Fahrsicherheitstraining für S-Pedelec-Fahrende: <i>S-Pedelec-Fahrende haben die Möglichkeit, dass sie an einem freiwilligen Fahrsicherheitstraining teilnehmen.</i>		A / F / S / I
	Verpflichtendes Fahrsicherheitstraining für S-Pedelec-Fahrende: <i>S-Pedelec-Fahrende sind verpflichtet, an einem Fahrsicherheitstraining teilzunehmen.</i>		A / F / S / I
	Verpflichtende Helmpflicht für S-Pedelec-Fahrende: <i>S-Pedelec-Fahrende sind verpflichtet, einen Helm zu tragen (Helmpflicht).</i>		A / F / S / I

Abbildung 3.3.2-2 zeigt ein Beispielbild für die Online-Befragung.

Deutsch ▾

Radfahranlagen (Fahrradstreifen, Fahrradwege etc.): innerorts

Bitte bewerten Sie die nachfolgende Aussage unabhängig von den derzeit geltenden Vorschriften für S-Pedelecs in Ihrem Land.

S-Pedelecs sind gesetzlich innerorts verpflichtet die Radfahranlagen (Fahrradstreifen, Fahrradwege etc.) zu nutzen – sofern diese vorhanden sind. S-Pedelecs dürfen nicht auf gemeinsamen Geh- und Radwegen fahren.

Wie beurteilen Sie diese Regelung aus Ihrer eigenen Perspektive als S-Pedelec-Fahrer*in in Bezug auf Akzeptanz, Fairness und Sicherheit?

Sehr inakzeptabel	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	Sehr akzeptabel
Sehr unfair	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	Sehr fair
Sehr unsicher	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	Sehr sicher

Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie auf einer Strecke, in der diese Regelung gilt, S-Pedelec fahren würden?

Sehr unwahrscheinlich ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Sehr wahrscheinlich



Abbildung 3.3.2-2: Beispiel Akzeptanzbefragung

Jene Teilnehmenden, die ausschließlich die Akzeptanzbefragung beantworteten und nicht an der Stated-Preference-Befragung teilnahmen, wurden anschließend an die Akzeptanzbefragung zu ihren Einstellungen gegenüber Radfahrenden befragt. Der Fragebogen wurde aus der Studie von Rissel et al (2012) übersetzt und hat sich bereits in anderen Studien bewährt (siehe Fruhen et al, 2019; de Angelis, 2017). Die Aussagen wurden jeweils auf einer fünfstufigen Likert-Skala (stimme gar nicht zu – stimme voll und ganz zu) bewertet. Die Ergebnisse zu den Einstellungen gegenüber Radfahrenden wurden aufgrund des Umfangs der Fragestellung nicht in die Auswertung aufgenommen. Weiter wurde das Wohlbefinden auf unterschiedlicher Infrastruktur, wie Straßen, Radfahranlagen sowie Geh- und Radwegen mit verschiedenen Tempolimits der Teilnehmenden der Stated-Preference-Befragung erhoben (fünfstufige Likert-Skala, 1 = sehr unwohl – 5 = sehr wohl). Die Fragen basieren auf der Studie von Dill und McNeil (2016). Die Ergebnisse zum Wohlbefinden auf unterschiedlicher Infrastruktur wurden aufgrund des Umfangs der Fragestellung ebenfalls nicht in die Auswertung aufgenommen.

3.3.2.3.2 Auswertung der Akzeptanzbefragung

Die Auswertung der Akzeptanzbefragung fokussiert entsprechend der Fragestellung zur Akzeptanz von Eingliederungsmaßnahmen ausschließlich auf die Dimension Akzeptanz. Die Analysen erfolgten mit den Statistikprogrammen R und SPSS.

Für alle Maßnahmen wurden deskriptive Analysen (Häufigkeitsanalysen, über die Gesamtstichprobe sowie über die Teilstichproben nach Ländern und Perspektive) durchgeführt.

Zur übergeordneten Analyse der Akzeptanz von verschiedenen Maßnahmen bezüglich der gesetzlichen Regelungen wurde der Friedman-Test¹ verwendet (nicht-parametrisches Testverfahren, mit Messwiederholung/abhängigen Stichproben (Walther, 2023)). Die Akzeptanzunterschiede in Bezug auf die Ortslage der Maßnahmen wurden beschreibend analysiert.

Zur Analyse der Akzeptanzunterschiede für die einzelnen Maßnahmen zwischen den Ländern und zwischen den Perspektiven der Verkehrsteilnehmenden wurden Mittelwertsvergleiche auf Basis des Welch's Test und des Post-Hoc Test Games-Howell eingesetzt.²

Es ist bei der Interpretation der Kapitel zur übergeordneten Akzeptanz sowie der Akzeptanz nach Perspektive zu berücksichtigen, dass die Radfahrenden, Pedelec-Fahrenden und S-Pedelec-Fahrenden vermutlich übervertreten sind. Die Gewichtung dieser Gruppen in der Gesamtbevölkerung sind nicht bekannt und somit ist die Stichprobe für die Gesamtbevölkerung wahrscheinlich nicht repräsentativ.

3.3.2.4 Methodik Stated-Preference-Befragung

In diesem Kapitel wird die Methodik der Stated-Preference-Befragung beschrieben.

3.3.2.4.1 Hintergrund

Bildbasierte Befragungen ermöglichen die valide Erhebung von Präferenzen für Radverkehrsanlagen (Caulfield et al., 2013; Gössling & McRae, 2022). Zur Beantwortung der zugrunde

¹ Der Friedman-Test ist ein nicht parametrischen Mittelwertvergleich für abhängige Stichproben, der Ränge anstelle von tatsächlichen Werten verwendet. Die Nullhypothese geht von Gleichheit der Gruppen- bzw. Zeitpunktmittelwerte aus. Im Gegensatz zur ANOVA mit Messwiederholung weist der Friedman-Test weniger strenge Voraussetzungen auf. Das Vorgehen in der Auswertung orientierte sich an den Richtlinien von Walther (2023).

² Der Welch's Test ist eine statistische Methode, die Unterschiede zwischen den Gruppen in einer Stichprobe prüft, insbesondere wenn die Varianzen zwischen den Gruppen ungleich sind. Im Gegensatz zum klassischen t-Test geht Welch's Test davon aus, dass die Varianzen nicht gleich sind und bietet daher eine robustere Lösung bei ungleichen Varianzen. Der Post-Hoc Test Games-Howell dient dem spezifischen Paarvergleich zwischen Gruppen nach einem signifikanten Ergebnis einer ANOVA (Varianzanalyse), insbesondere wenn die Homogenität der Varianzenannahme verletzt ist.

liegenden Forschungsfragen, welche Auswirkungen die Gestaltung des Straßenraums, die Radinfrastruktur und geltenden Regelungen auf das Verkehrsverhalten haben, wurden in die Stated-Preference-Befragung vier unterschiedlichen *Stated-Choice*-Experimente aufgenommen:

- *Stated-Choice*-Experiment 'Innerorts' für Radfahrende
- *Stated-Choice*-Experiment 'Innerorts' für S-Pedelec-Fahrende
- *Stated-Choice*-Experiment 'Außerorts' für Radfahrende
- *Stated-Choice*-Experiment 'Außerorts' für S-Pedelec-Fahrende

Die *Stated-Choice*-Experimente ermöglichen Aussagen darüber, in welchem Maße die Radinfrastruktur das Routenwahlverhalten beeinflusst. Basierend auf dieser Grundlage lassen sich sogenannte Trade-offs ableiten. Diese geben Aufschluss darüber, inwieweit eine entsprechend gestaltete Straße dazu führt, dass häufiger eine bestimmte Route gewählt wird und dabei kürzere oder längere Strecken zurückgelegt werden.

Den *Stated-Choice*-Experimenten liegen Versuchspläne zugrunde, welche festlegen, wie die verschiedenen Ausprägungen der betrachteten Variablen in Entscheidungssituationen kombiniert werden. Die betrachte Variablen werden im nächsten Kapitel beschrieben.

Die Versuchspläne legen fest, wie die verschiedenen Ausprägungen der betrachteten Variablen in Entscheidungssituationen kombiniert werden. Zur Erstellung der vier *Stated-Choice*-Experimente kam die Software Ngene zum Einsatz (ChoiceMetrics, 2021). Ngene ermöglicht die Entwicklung effizienter Versuchspläne mithilfe eines Optimierungsalgorithmus (Rose & Blieemer, 2009). Dieser Algorithmus gewährleistet, dass die resultierenden Daten maximal informative Werte für die Modellschätzung liefern. Dabei wird auch darauf geachtet, dass verschiedene Ausprägungen der einzelnen Variablen in annähernd gleichem Maße berücksichtigt werden.

Die Anwendung von Befragungsblöcken ermöglicht die Generierung mehrerer verschiedener Versuchspläne für jedes Entscheidungsexperiment. Dies ermöglicht die Berücksichtigung einer größeren Anzahl von Kombinationen der Variablenausprägungen in der Befragung.

3.3.2.4.2 Aufbau der Experimente

Die gewählten Attribute leiten sich aus den verschiedenen Maßnahmen ab, die in den vorangegangenen Kapiteln vorgestellt wurden, sowie aus den in der Literatur bekannten Präferenzen der Radfahrenden.

Es wurde entschieden, eine Unterscheidung zwischen dem Fahren im Mischverkehr mit MIV, Schutzstreifen (CH / AT: Radstreifen), Radfahranlagen (getrennte Radwege oder geschützte Radstreifen) und gemeinsamen Geh- und Radwegen zu treffen.

Die verschiedenen Arten von Radverkehrsanlagen sind aus mehreren Gründen nicht normgerecht. Erstens, da die Erhebung in drei Ländern mit unterschiedlichen Normen durchgeführt werden soll, wird die Infrastruktur in einer allgemeinen Form dargestellt. So wird der Radfahrstreifen als Schutzstreifen (DE) abgebildet, wie es in der Schweiz und manchmal in Österreich der Fall ist. Zweitens entsprechen die Breiten der Radverkehrsanlagen nicht den Normen. Vielmehr werden die Breiten so dargestellt, dass der Befragte den Unterschied erkennen kann. Auch entspricht die Breite der Fahrradsuren in der Praxis nicht immer der Norm. Schließlich wurde beschlossen, außerorts Radfahrstreifen einzurichten, wie es in der Schweiz manchmal der Fall ist. In Deutschland gibt es diese Führungsform jedoch nicht. Schließlich wurde beschlossen, die Farbe der Fahrradinfrastruktur zu variieren. Die Hypothese ist, dass eine rote Infrastruktur bevorzugt wird, da sie den Radfahrern einen klar abgegrenzten Bereich bietet, in dem sie radeln können.

Das Überholen auf Schutzstreifen gestaltet sich aufgrund der vorhandenen Option, auf die gemeinsame Fahrbahn mit dem Kfz auszuweichen als unkomplizierter. Im Gegensatz dazu sind die Überholmöglichkeiten auf Radwegen deutlich begrenzter. Geh- und Radwege können zu einer verstärkten Interaktion mit Zufußgehenden führen, was potenziell auf Ablehnung stoßen könnte.

Angesichts der höheren Geschwindigkeit von Pedelecs und S-Pedelecs sowie ihrer möglichen Präferenz zum Überholen wurde entschieden, die Breite der Radfahranlagen zu variieren. Diese Breitenvariationen wurden gezielt gewählt, um den Befragten deutlich zu machen, dass es Unterschiede in der Breite gibt.

Das Überholbedürfnis bzw. die Überholwahrscheinlichkeit hängt auch vom Vorhandensein anderer Radfahrenden ab. Autofahrende, Radfahrende und Zufußgehende wurden als Attribute einbezogen, wobei das Vorhandensein von Autos in der Nähe ein Indikator für ein hohes Verkehrsaufkommen ist.

Schlussendlich wurden die Maßnahmen 'Freigabe für S-Pedelecs' sowie Geschwindigkeitsregulation betrachtet. Bei der Freigabe für S-Pedelecs wurde Teilnehmenden gezeigt, ob sie die Radanlage mit S-Pedelec-Fahrenden teilen sollten. Dies wurde mit einer Beschreibung in der Tabelle unter dem Bild angezeigt.

Für diese Befragung wurden 3D Modelle von Straßenzügen mit der Software 'City Engine' erzeugt und in der Game Engine 'Unreal' dargestellt. Die Straßenzüge basieren auf den in Tabelle 3.3.2-3 und Tabelle 3.3.2-4 dargestellten Attributen.

Die endgültigen Ausprägungen der Attribute und Attribute-Levels unterscheiden sich für die Ortslage 'Innerorts' und die Ortslage 'Außerorts'. Die Attribute und Attributlevels, die für die Alternativen für das Stated-Choice-Experiment 'Innerorts' verwendet wurden, sind in Tabelle 3.3.2-3 dargestellt. Die Tabelle gibt weiter darüber Aufschluss, welche Attribute in den jeweiligen Bildern erfasst wurden und welche Attribute im begleitenden Text beschrieben sind. Die verschiedenen Radfahranlagen Innerorts sind in Abbildung 3.3.2-3 zur Illustration dargestellt.

Tabelle 3.3.2-3: Attribute Experiment Innerorts

Attribut	Attributlevels	Bild / Text
Reisezeit	1 / 3 / 5 / 7 / 9 Minuten	Text
Straße: Richtung	Einweg / Zweirichtung	Bild
Straße: Anzahl Fahrsteifen pro Richtung	1 / 2	Bild
Straße: Tempolimit	30 km/h / 50 km/h	Text
Straße: Parkplätze	Keine Parkplätze / Parkplätze	Bild
Radanlage: Type	keine Radanlage, Schutzstreifen (CH / AT: Radstreifen), Getrennter Radweg, Geschützte Radstreifen mit Pfosten, Umweltpur und gemeinsamer Geh- und Radweg	Bild
Radanlage: Breite	1.25 Meter / 2.5 Meter	Bild
Radanlage: Farbe	Keine Farbe (schwarz) / rot	Bild
Verkehrsaufkommen: MIV	Kein / nah / nah & weit / weit	Bild
Verkehrsaufkommen: MIV im Gegenverkehr	Kein / nah / nah & weit / weit	Bild
Verkehr: Radverkehr	Kein / nah / nah & weit / weit	Bild

Verkehr: Fuß- ver- kehrsaufkommen	Tief & hoch	Bild
Regelung [S-Pe- delec-Fahrende]	Auf der Straße / Auf der Radanlage (Position im Bild gewechselt)	Bild
Regelung [Rad- fahrende / S-Pe- delec-Fahrende]	S-Pedelecs nicht erlaubt / S-Pedelecs erlaubt	Text
Geschwindigkeits- limit	Kein Limit / gesetzliche Tempolimit auf Radfahranlagen von 30 km/h / elekt- ronische Begrenzung auf Radfahranlagen	Text

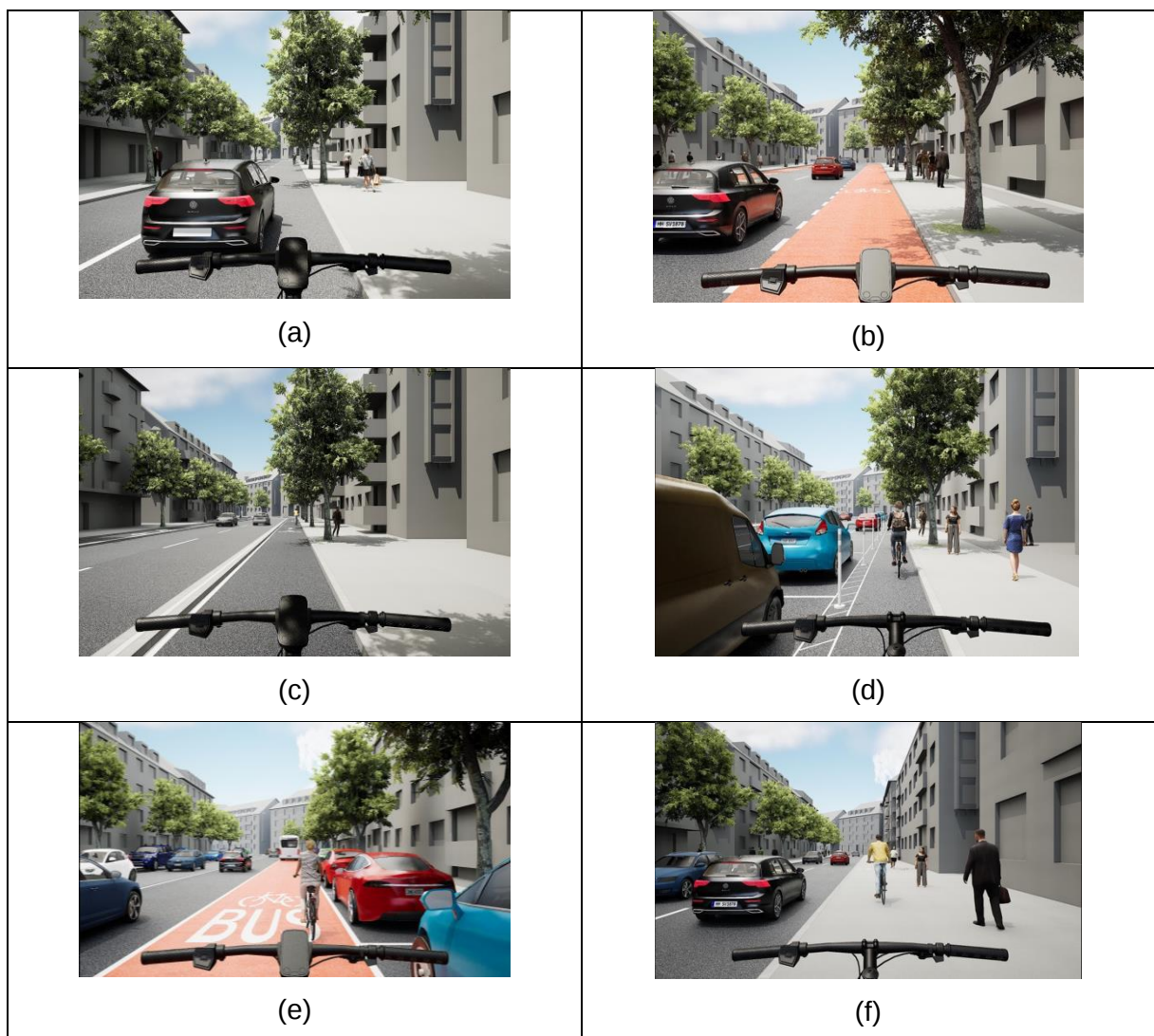


Abbildung 3.3.2-3: Radfahranlagen (inkl. Geh- und Radwege) Innerorts in der Stated-Preference-Befragung: (a) keine Radanlage, (b) Schutzstreifen, (c) Getrennter Radweg, (d) Geschützte Radfahrstreifen mit Pfosten

Die Attribute und Attributlevels, die für die Alternativen für das Stated-Choice-Experiment 'Außerorts' verwendet wurden, sind in Tabelle 3.3.2-4 dargestellt. Die verschiedenen Attribute lassen sich zu verschiedenen Straßenquerschnitten kombinieren. Die verschiedenen Querschnitte außerorts sind in Abbildung 3.3.2-4 zur Illustration dargestellt.

Tabelle 3.3.2-4: Attribute Experiment Außerorts

Attribut	Attributlevels	Bild / Text
Reisezeit	6 / 8 / 10 / 12 / 15 Minuten (max. Unterschied 7 Minuten)	Text
Straße: Spurbreite	2.5 Meter (nur in Kombination mit Schutzstreifen) / 3.5 Meter	Bild
Straße: Tempolimit	60 km/h / 80 km/h	Text
Radanlage: Type	keine Radanlage, Schutzstreifen (CH / AT: Radstreifen), Getrennter Radweg [Trennung: Gras], Zweirichtungsradweg, Radschnellweg, gemeinsamer Geh- und Radweg entlang Straße, gemeinsamer Geh- und Radweg	Bild & Text
Radanlage: Breite	1.5 Meter / 2.5 Meter	Bild
Radanlage: Farbe	Keine Farbe (schwarz) / rot	Bild
Verkehrsaufkomme: MIV, MIV im Gegenverkehr	Kein / nah / nah & weit / weit	Bild
Verkehrsaufkommen: Radverkehr, Radverkehr im Gegenverkehr	Kein / nah / nah & weit / weit	Bild
Verkehr: Fußverkehrsaufkommen	Tief & hoch	Bild
Regelung [S-Pedelec-Fahrende]	Auf der Straße / Auf der Radanlage (Position im Bild gewechselt)	Text
Regelung [Radfahrende / Pedelec-Fahrende]	S-Pedelecs nicht erlaubt / S-Pedelecs erlaubt	Text

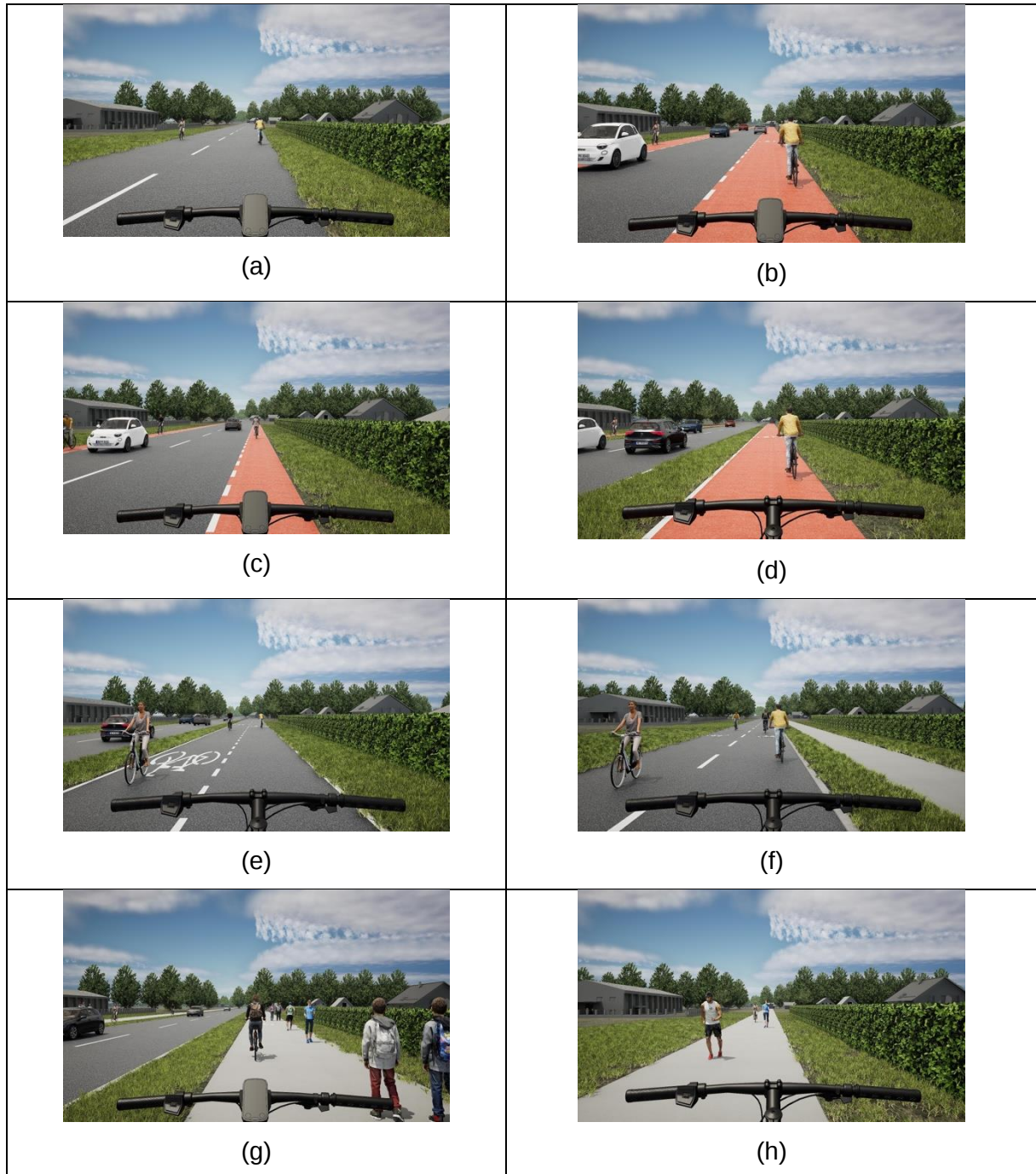


Abbildung 3.3.2-4: Radfahranlagen (inkl. Geh- und Radwege) Außerorts in der Stated-Preference-Befragung: (a) keine Radanlage, (b) Schutzstreifen auf schmaler Fahrbahn (vgl. Kernfahrbahn), (c) Schutzstreifen, (d) Getrennter Radweg, (e) Getrennter Radweg in Zweirichtungen, (f) Radschnellweg, (g) gemeinsamer Geh- und Radweg entlang Straße, (h) gemeinsamer Geh- und Radweg

3.3.2.4.3 Auswertung der Experimente

Bei der Entwicklung eines Entscheidungsmodells, dass das Routenwahlverhalten abbildet, ist es wichtig, neben den Variablen, die in den Nutzenfunktionen berücksichtigt werden, und ihrer jeweiligen Funktionsform auch die am besten zu den Daten passende Modellform auszuwählen.

Die Nutzenfunktion wurde als Linearkombination der verwendeten Variablen definiert (siehe Abbildung 3.3.2-5). Neben dummy-codierten Variablen zur Beschreibung der Gestaltung wurden auch kontinuierliche Variablen berücksichtigt. Diese Nutzenfunktion quantifiziert den Gesamtnutzen (V_i) für Abschnitt i basierend auf verschiedenen Parametern, einschließlich der Reisezeit (tt_i) und den Eigenschaften der verschiedenen Infrastrukturtypen und deren Merkmale, die durch die Dummyvariablen j indiziert sind. Diese Merkmale sind beispielhaft die Farbe (*infrawidth*) und Breite (*infracolour*).

$$V_i = asc_i + \beta_{tt} \cdot (1 + \beta_{tt,spedelec} * group_{spedelec}) \cdot tt_i + \sum_j \beta_{infratype,j} \cdot (1 + \beta_{infracolour,j} \cdot d_{infracolour,i,j} + \beta_{infrawidth,j} * d_{infrawidth,i,j} + \dots) \cdot d_{infratype,i,j} + \beta_{infratype_separate,j} \cdot d_{speedlimit}$$

Abbildung 3.3.2-5: Beispiel Nutzenfunktion des Stated-Choice-Experiments

Um zu untersuchen, ob es für bestimmte Attribute unterschiedliche Präferenzen zwischen verschiedenen Gruppen gibt, ist es möglich weitere Interaktionsterme einzubeziehen. In *unlabeled* Experimenten, wie es bei Routenwahlmodellen der Fall ist, ist es notwendig, ein soziodemografisches Merkmal mit den verschiedenen Attributen in der Nutzenfunktion interagieren zu lassen. In der gezeigten Spezifikation wird getestet, ob die Präferenz der Reisezeit von S-Pedelec-Fahrenden signifikant von der Präferenz anderer Radfahrenden abweicht. Ebenso kann getestet werden, ob S-Pedelec-Fahrende breitere Radfahranlagen oder spezifische Radfahranlagen bevorzugen. So ist es auch möglich, zu überprüfen, ob Präferenzen für Radfahranlagen oder deren Merkmale von Teilnehmenden unterschiedlicher Länder sich unterscheiden.

Schließlich ist es möglich zu testen, ob der Effekt bestimmter Variablen für verschiedene Arten von Radfahranlagen ähnlich ist. Zum Beispiel könnte das Vorhandensein einer Geschwindigkeitsbegrenzung für Radfahranlagen und Geh- und Radwege bevorzugt werden, während es

für Radstreifen nicht als notwendig erachtet wird. In diesem Fall wird eine Variable spezifiziert, die beschreibt, ob eine Geschwindigkeitsreduktion auf Radfahranlagen vorhanden ist.

Um zu untersuchen, ob es für bestimmte Attribute unterschiedliche Präferenzen zwischen verschiedenen Gruppen gibt, ist es möglich weitere Interaktionsterme einzubeziehen. In *unlabeled* Experimenten, wie es bei Routenwahlmodellen der Fall ist, ist es notwendig, ein soziodemografisches Merkmal mit den verschiedenen Attributen in der Nutzenfunktion interagieren zu lassen. In der gezeigten Spezifikation wird getestet, ob die Präferenz der Reisezeit von S-Pedelec-Fahrenden signifikant von der Präferenz anderer Radfahrenden abweicht. Ebenso kann getestet werden, ob S-Pedelec-Fahrende breitere Radfahranlagen oder spezifische Radfahranlagen bevorzugen. So ist es auch möglich, zu überprüfen ob Präferenzen für Radfahranlagen oder deren Merkmale von Teilnehmenden unterschiedlicher Länder sich unterscheiden.

Schließlich ist es möglich zu testen, ob der Effekt bestimmter Variablen für verschiedene Arten von Radfahranlagen ähnlich ist. Zum Beispiel könnte das Vorhandensein einer Geschwindigkeitsreduktion für Radfahranlagen und Geh- und Radwege bevorzugt werden, während es für Schutzstreifen nicht als notwendig erachtet wird. In diesem Fall wird eine Interaktionsvariable spezifiziert, die den Wert 1 annimmt, wenn eine Geschwindigkeitsreduktion auf Radfahranlagen vorhanden ist, und 0, wenn dies nicht der Fall ist. Die Entscheidungsmodelle wurden geschätzt mit der Software Apollo (Hess & Palma, 2019).

3.3.3 Stichprobe

An der Online-Befragung haben 1463 Personen teilgenommen. Von den insgesamt 1463 Personen haben 859 Personen die Stated-Preference-Befragung als auch an der Akzeptanzbefragung sowie am Fragebogen zum Wohlbefinden auf unterschiedlicher Infrastruktur teilgenommen. Diese Teilnehmenden werden im Weiteren als Gruppe SP bezeichnet, um eine deutlichere Abgrenzung in der Stichprobenbeschreibung zu schaffen. 604 Personen haben die Akzeptanzbefragung und den Fragebogen zur Einstellung gegenüber Radfahrenden beantwortet. Diese Teilnehmenden werden in der Folge als Gruppe A referenziert.

Die durchschnittliche Umfragedauer für Gruppe A beträgt 24 Minuten, wobei der Median bei 10,8 Minuten liegt. Für Gruppe SP liegt die durchschnittliche Dauer bei 29 Minuten, mit einem Median von 15,8 Minuten

In der Gesamtstichprobe besteht eine weitgehend ausgewogene Verteilung betreffend Geschlecht und Alter, mit einem leicht unterrepräsentativen Anteil von Personen im Alter von 60

Jahren und älter in der Gruppe SP (siehe Tabelle 3.3.3-1). Der Anteil der Erwerbstätigen ist in Gruppe A mit 57 % und in der Gruppe SP mit 76 % jeweils am größten. In der Gruppe SP besitzt die Mehrheit der Teilnehmenden ein Auto (78 %); 81 % besitzen ein Fahrrad, 4 % ein Pedelec und 30 % ein S-Pedelec. In der Gruppe A besitzen 40 % der Teilnehmenden ein Fahrrad, 7 % ein Pedelec, 5 % ein S-Pedelec und 71 % ein Auto.

Tabelle 3.3.3-1: Beschreibung Gesamtstichprobe

	Total A		Total SP		Total
Alter					
18-29 Jahre	99	16 %	188	22 %	287
30-44 Jahre	148	25 %	289	34 %	437
45-59 Jahre	200	33 %	289	34 %	489
60 Jahre und älter	157	26 %	93	11 %	250
Total	604	100 %	859	100 %	1463
Geschlecht					
Frau	305	50 %	477	56 %	782
Mann	299	50 %	382	44 %	681
Total	604	100 %	859	100 %	
Erwerbstätigkeit					
Erwerbstätig	347	57 %	653	76 %	1000
Ausbildung	28	5 %	56	7 %	84
Erwerbstätig u. in A.	18	3 %	30	3 %	48
Nicht erwerbstätig	211	35 %	120	14 %	331
Total	604	100 %	859	100 %	
Besitz					
Fahrrad	244	40 %	698	81 %	942
Pedelec	42	7 %	350	41 %	392
S-Pedelec	28	5 %	260	30 %	288
Auto	427	71 %	669	78 %	1096

Die Stichprobe in Deutschland verfügt über eine weitgehend ausgewogene Verteilung bezüglich Geschlecht und Alter, wobei auch hier der Anteil von Personen im Alter von 60 Jahren und älter in der Gruppe SP leicht unterrepräsentiert ist (siehe Tabelle 3.3.3-2). Der Anteil der Erwerbstätigen ist in Gruppe A mit 57 % und in der Gruppe SP mit 76 % jeweils am größten. In der Gruppe A besitzen 69 % der Teilnehmenden ein Auto, 37 % ein Fahrrad, 7 % ein Pedelec, 4 % ein S-Pedelec. In der Gruppe SP hingegen besitzen nur 81 % ein Auto, ebenfalls 81 % ein Fahrrad, 38 % ein Pedelec und 30 % ein S-Pedelec.

Tabelle 3.3.3-2: Beschreibung Stichprobe Deutschland

	Total A		Total SP		Total
Alter					
18-29 Jahre	31	19 %	76	25 %	107
30-44 Jahre	42	25 %	100	33 %	142
45-59 Jahre	54	33 %	90	30 %	144
60 Jahre und älter	39	23 %	34	11 %	73
Total	166	100 %	300	100 %	466
Geschlecht					
Frau	77	46 %	157	52 %	234
Mann	89	54 %	143	48 %	232
Total	166	100 %	300	100 %	
Erwerbstätigkeit					
Erwerbstätig	97	57 %	229	76 %	326
Ausbildung	9	3 %	23	8 %	32
Erwerbstätig u. in A.	5	3 %	7	2 %	12
Nicht erwerbstätig	55	38 %	41	14 %	96
Total	166	100 %	300	100 %	
Besitz					
Fahrrad	61	37 %	242	81 %	303
Pedelec	11	7 %	113	38 %	124
S-Pedelec	6	4 %	89	30 %	95
Auto	115	69 %	243	81 %	358

In der Stichprobe in der Schweiz liegt der Frauenanteil in der Gruppe A bei 57 % und in der Gruppe SP bei 59 % und ist somit höher als in Deutschland. Auch in der Schweiz ist der Anteil

an 60-Jährigen und älter geringer als in der Gruppe A. Wobei auch hier der Anteil von Personen im Alter von 60 Jahren und älter in der Gruppe SP leicht unterrepräsentiert ist (siehe Tabelle 3.3.3-3). Der Anteil der Erwerbstätigen ist in Gruppe A mit 57 % und in der Gruppe SP mit 76 % jeweils am größten, wobei in der Schweiz 38 % der Teilnehmenden in Gruppe A nicht erwerbstätig sind. In der Gruppe A besitzen 77 % der Teilnehmenden ein Auto, 41 % ein Fahrrad, 7 % ein Pedelec, 3 % ein S-Pedelec. In der Gruppe SP hingegen besitzen nur 76 % ein Auto, ebenfalls 80 % ein Fahrrad, 42 % ein Pedelec und 31 % ein S-Pedelec.

Tabelle 3.3.3-3: Beschreibung Stichprobe Schweiz

	Total A		Total SP		Total
Alter					
18-29 Jahre	33	14 %	51	18 %	84
30-44 Jahre	57	25 %	101	35 %	158
45-59 Jahre	72	31 %	113	40 %	185
60 Jahre und älter	67	29 %	21	7 %	88
Total	229	100 %	286	100 %	515
Geschlecht					
Frau	130	57 %	170	59 %	300
Mann	99	43 %	116	41 %	215
Total	229	100 %	286	100 %	
Erwerbstätigkeit					
Erwerbstätig	131	57 %	216	76 %	347
Ausbildung	6	3 %	19	7 %	25
Erwerbstätig u. in A.	6	3 %	10	3 %	16
Nicht erwerbstätig	86	38 %	41	14 %	127
Total	229	100 %	286	100 %	
Besitz					
Fahrrad	94	41 %	229	80 %	323
Pedelec	17	7 %	120	42 %	137
S-Pedelec	7	3 %	89	31 %	96
Auto	176	77 %	218	76 %	394

In Österreich liegt der Frauenanteil der Stichprobe in der Gruppe A bei 47 % und in der Gruppe SP bei 55 % (siehe Tabelle 3.3.3-4). Die Altersverteilung ist weitgehend ausgewogen, wobei der Anteil an Teilnehmenden, die 60 Jahre oder älter in der Gruppe SP wiederum am kleinsten

ist. Der Anteil der Erwerbstätigen ist in Gruppe A mit 57 % und in der Gruppe SP mit 76 % jeweils am größten, wobei in Österreich ebenfalls der Anteil an nicht erwerbstätigen Personen in der Gruppe A am höchsten ist. In der Gruppe A besitzen 65 % der Teilnehmenden ein Auto, 43 % ein Fahrrad, 7 % ein Pedelec, 7 % ein S-Pedelec. In der Gruppe SP hingegen besitzen 76 % ein Auto, ebenfalls 83 % ein Fahrrad, 43 % ein Pedelec und 30 % ein S-Pedelec.

Tabelle 3.3.3-4: Beschreibung Stichprobe Österreich

	Total A		Total SP		Total
Alter					
18 - 29 Jahre	35	17 %	61	22 %	96
30 - 44 Jahre	49	23 %	88	32 %	137
45 - 59 Jahre	74	35 %	86	32 %	160
60 Jahre und älter	51	24 %	38	14 %	89
Total	209	100 %	273	100 %	482
Geschlecht					
Frau	98	47 %	150	55 %	248
Mann	111	53 %	123	45 %	234
Total	209	100 %	273	100 %	
Erwerbstätigkeit					
Erwerbstätig	119	57 %	208	76 %	327
Ausbildung	13	6 %	14	5 %	27
Erwerbstätig u. in A.	7	3 %	13	5 %	20
Nicht erwerbstätig	70	33 %	38	14 %	108
Total	209	100 %	273	100 %	
Besitz					
Fahrrad	89	43 %	227	83 %	316
Pedelec	14	7 %	117	43 %	131
S-Pedelec	15	7 %	82	30 %	97
Auto	136	65 %	208	76 %	344

In der Gruppe SP nutzen 52 % der Teilnehmenden das Fahrrad mindestens einmal pro Woche aus Vergnügen Rad zu fahren oder um Sport zu treiben sowie um Einkaufen zu fahren. Ebenfalls gaben 46 % an, das Fahrrad mind. einmal pro Woche zum Einkaufen zu nutzen und 43 % nutzen es mind. einmal pro Woche, um zu einer Freizeitaktivität zu fahren. Im Gegensatz zur Gruppe SP nutzt ein Großteil der Befragten der Gruppe A das Fahrrad nie oder weniger als

einmal im Monat um zur Arbeit/Ausbildung zu fahren (96 %), zum Einkaufen (96 %), um zu einer Freizeitaktivität zu fahren (96 %) oder um mit dem Rad aus Vergnügen zu fahren oder Sport zu treiben (93 %). Lediglich 7 % gaben an, dass Fahrrad 1-3mal wöchentlich oder häufiger zu nutzen, um aus Vergnügen Rad zu fahren oder Sport zu treiben. Eine Übersicht über die Häufigkeiten der Nutzung ist in Abbildung 3.3.3-1 zu sehen.

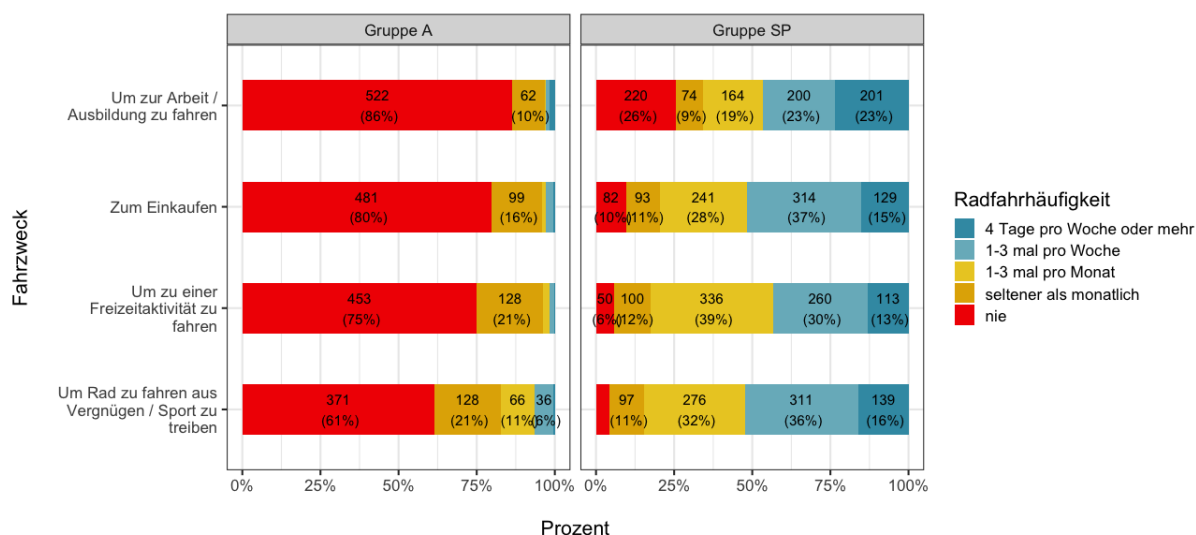


Abbildung 3.3.3-1: Radfahrfrequenz

Insgesamt haben 1463 Personen an der Online-Befragung teilgenommen. In der Gesamtstichprobe überwiegt der Anteil an Radfahrenden mit 348 Personen (24 %), gefolgt von S-Pedelec-Fahrenden, Pedelec-Fahrenden und Autofahrenden mit je 18 %. Zufußgehende machen einen Anteil von 13 % aus, während 9 % den öffentlichen Personenverkehr nutzen. Ein kleines Teil (2 %) der Teilnehmende wurde die Perspektive ‚Motorradfahrende‘ zugeordnet oder konnte im Pretest der Befragung keiner Perspektive zugeordnet werden (< 0,3 %). Aufgrund des geringen Anteils wurden diese nicht in die Analyse einbezogen.

In Deutschland stellen die Radfahrenden mit 28 % die größte Gruppe dar, gefolgt von den S-Pedelec-Fahrenden mit 20 %, den Pedelec-Fahrenden mit 18 % und den Autofahrenden mit 17 %. Zufußgehende bilden einen Anteil von 11 %, während 6 % den öffentlichen Personenverkehr nutzen.

In der Schweiz stellen die Radfahrenden mit 23 % ebenfalls die größte Gruppe dar, gefolgt von Autofahrenden mit 21 %, S-Pedelec-Fahrenden mit 18 % und den Pedelec-Fahrenden mit 16 %. ÖV-Nutzende bilden einen Anteil von 12 %, während 10 % zu Fuß gehen (siehe Abbildung 3.3.3-2)

In Österreich stellen die Radfahrenden mit 22 % ebenfalls die größte Gruppe dar. Die zweitgrößte Gruppe stellen die Pedelec-Fahrenden mit 19 % dar, gefolgt von Zufußgehende mit 18 %, S-Pedelec-Fahrenden mit 17 %, Autofahrenden mit 15 % und ÖV-Nutzenden mit 9 %.

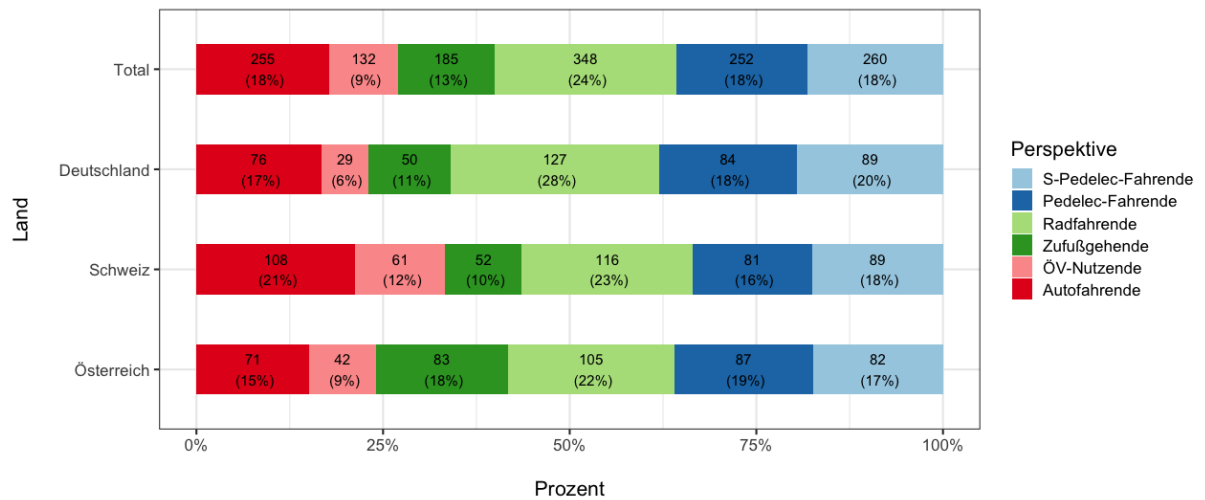


Abbildung 3.3.3-2: Einteilung nach Perspektive für die Akzeptanzbefragung: Total und pro Land

3.3.4 Ergebnisse Akzeptanzbefragung

3.3.4.1 Eingliederungsmaßnahmen der S-Pedelecs in die bestehende Verkehrsinfrastruktur

Dieses Kapitel fasst die Ergebnisse der Akzeptanzbefragung bezüglich der Eingliederungsmaßnahmen von S-Pedelecs zusammen. Im nachfolgenden Unterkapiteln wird die Akzeptanz der Eingliederungsmaßnahmen differenziert nach Ortslage betrachtet. Des Weiteren werden Unterschiede in der Akzeptanz zwischen verschiedenen Perspektiven analysiert. Aufgrund geringer Unterschiede in der Akzeptanz zwischen den Ländern befindet sich eine länderspezifische Analyse im Anhang.

3.3.4.1.1 Übergeordnete Akzeptanz der Eingliederungsmaßnahmen differenziert nach Ortslage

In diesem Kapitel wird die Akzeptanz der unterschiedlichen Eingliederungsmaßnahmen durch die Gesamtstichprobe, d.h. unabhängig von Perspektive der Verkehrsteilnehmenden und der Länder analysiert.

Forschungsfrage: Gibt es Unterschiede in der Akzeptanz der Eingliederungsmaßnahmen für S-Pedelecs über die Gesamtstichprobe?

Abbildung 3.3.4-1 gibt einen Überblick über die verschiedenen Maßnahmen und deren Akzeptanz gegliedert nach Ortslage auf Basis der deskriptiven Analysen über die Gesamtstichprobe. Hierbei zeigt sich, dass die Eingliederung in Radfahranlagen insgesamt die präferierte Maßnahme ist (Kategorien akzeptabel und sehr akzeptabel überall 57 %, innerorts 58 %, außerorts 59 % der Gesamtstichprobe). Die Eingliederung in gemeinsame Geh- und Radwege und die Wahlfreiheit zeigen nur minimale Unterschiede im Akzeptanzniveau. Nur die Eingliederung in den Mischverkehr mit MIV innerorts mit einem Akzeptanzniveau von 44 % unterscheidet sich geringfügig von dem Akzeptanzniveau außerorts mit 40 %. Bei der Interpretation ist (wie in Kapitel Auswertung der Akzeptanzbefragung erwähnt) zu berücksichtigen, dass die Stichprobe für die Gesamtbevölkerung nicht repräsentativ ist (insbesondere Radfahrende, Pedelec-Fahrende und S-Pedelec-Fahrende sind übervertreten).

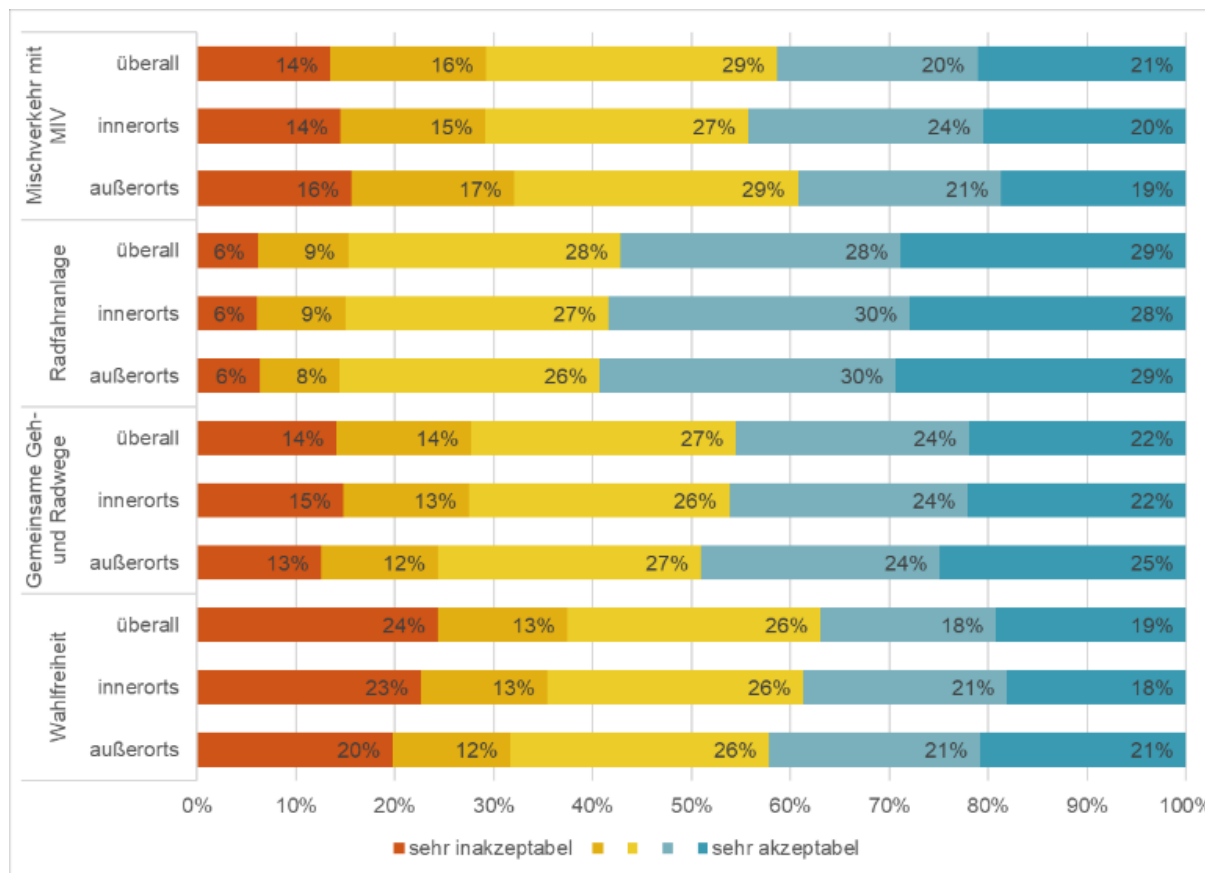


Abbildung 3.3.4-1: Akzeptanz der Eingliederungsmaßnahmen nach Ortslage

Im Folgenden wurde mit inferenzstatistischen Verfahren überprüft, inwiefern sich die Akzeptanz der Eingliederungsmaßnahmen differenziert nach Ortslage (überall, nur innerorts oder nur außerorts) unterscheidet. Die Auswertungen wurden mittels Friedman-Test durchgeführt. Die Abbildung 3.3.4-2 zeigt die Mittelwerte der verschiedenen Maßnahmen.

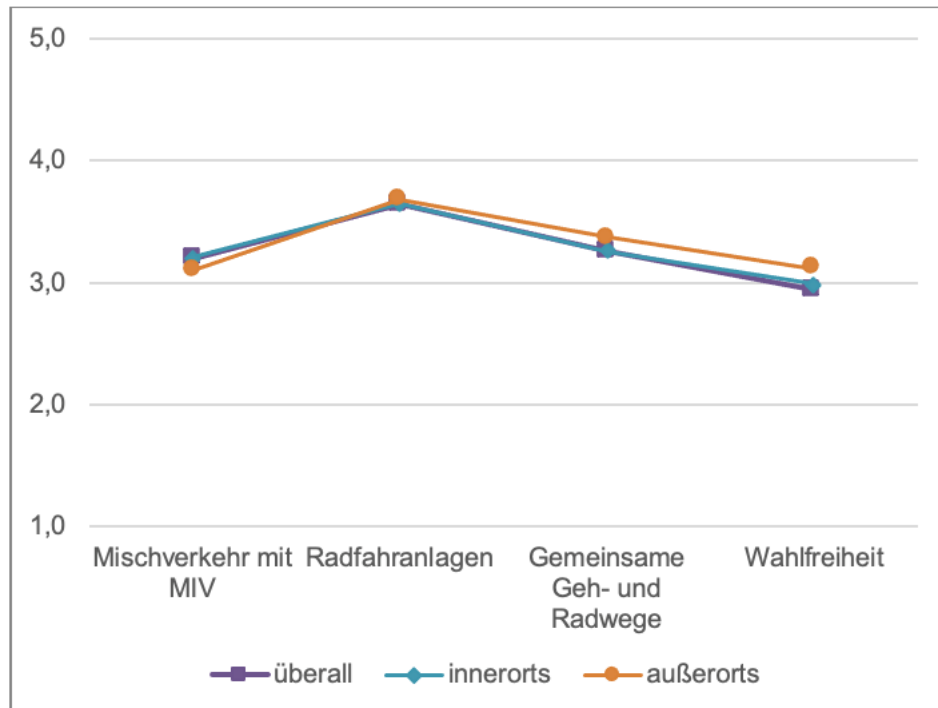


Abbildung 3.3.4-2: Akzeptanz der Eingliederungsmaßnahmen aller Teilnehmenden – Mittelwertvergleich überall (innerorts & außerorts) / innerorts / außerorts (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel)

Der Vergleich der Akzeptanz von Eingliederungsmaßnahmen **überall (innerorts und außerorts)** ergab, dass die Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen ($M = 3,65$, $SD = 1,16$) im Vergleich zu sämtlichen anderen Eingliederungsmaßnahmen als präferierte Maßnahme hervorgeht und sich signifikant von diesen unterscheidet (siehe Tabelle 3.3.4-1). Weiter wurde die Akzeptanz für Wahlfreiheit für S-Pedelec-Fahrende ($M = 2,94$, $SD = 1,43$) jeweils signifikant niedriger bewertet als die Eingliederung im Mischverkehr mit MIV ($M = 3,20$, $SD = 1,30$) und gemeinsame Geh- und Radwege ($M = 3,26$, $SD = 1,32$).

Der Vergleich der Eingliederungsmaßnahmen ausschließlich **innerorts** das gleiche Bild: Sie zeigt ebenfalls, dass die Eingliederung in Radfahranlagen ($M = 3,65$, $SD = 1,15$) im Vergleich zu allen anderen Eingliederungsmaßnahmen die höchste Akzeptanz aufweist. Die Akzeptanz für die Eingliederung in gemeinsame Geh- und Radwege ($M = 3,26$, $SD = 1,33$) ist statistisch signifikant höher als für die Wahlfreiheit für S-Pedelec-Fahrende ($M = 2,99$, $SD = 1,40$). In der Betrachtung der Maßnahmen innerorts ist der Unterschied zwischen Wahlfreiheit und der Eingliederung in den Mischverkehr mit MIV im Gegensatz zur Umsetzung dieser Maßnahme überall nicht mehr signifikant.

Die Analyse von Eingliederungsmaßnahmen **außerorts** zeigt wiederum, dass die Eingliederung in Radfahranlagen ($M = 3,68$, $SD = 1,16$) auf die höchste Akzeptanz stößt und ein statistisch relevanter Unterschied zu allen anderen Maßnahmen besteht. Die Akzeptanz für die Eingliederung in gemeinsame Geh- und Radwege ($M = 3,37$, $SD = 1,31$) ist jeweils signifikant höher als für Mischverkehr mit MIV ($M = 3,10$, $SD = 1,32$) und Wahlfreiheit ($M = 3,12$, $SD = 1,39$). Es besteht kein statistisch relevanter Unterschied zwischen der Eingliederung in den Mischverkehr mit MIV ($M = 3,10$, $SD = 1,32$) und Wahlfreiheit ($M = 3,12$, $SD = 1,39$).

Tabelle 3.3.4-1: Akzeptanz Eingliederungsmaßnahmen nach Ortslage – Mittelwerte. Anmerkung:
N = 1402, Standardabweichungen von 1.15–1.43

	Mischverkehr mit MIV	Radfahranlagen	Gemeinsame Geh- und Radwege	Wahlfreiheit
Überall (innerorts & außerorts)	3,20	3,65	3,26	2,94
Innerorts	3,21	3,65	3,26	2,99
Außerorts	3,10	3,68	3,37	3,12

3.3.4.1.2 Akzeptanz der Eingliederungsmaßnahmen nach Perspektive

In diesem Kapitel wird die Akzeptanz in Abhängigkeit der Perspektive der Verkehrsteilnehmenden berichtet.

Forschungsfrage: Gibt es Unterschiede in der Akzeptanz der Maßnahmen in Abhängigkeit der Perspektive der Verkehrsteilnehmenden?

Für einen Überblick wurde im Folgenden zuerst auf inferenzstatistischer Basis überprüft, ob sich die Akzeptanz der Eingliederungsmaßnahmen abhängig von der Perspektive der verschiedenen Verkehrsteilnehmenden unterscheiden. Die Daten basieren auf den Angaben für die Umsetzung der Maßnahmen überall (innerorts und außerorts). Die Auswertungen wurden mittels Friedman-Test durchgeführt.

Zufußgehende präferieren die Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen ($M = 3,65$, $SD = 1,23$) gegenüber gemeinsamen Geh- und Radwegen ($M = 2,82$, $SD = 1,39$) und der Wahlfreiheit ($M = 2,48$, $SD = 1,32$). Zufußgehende bevorzugen ebenfalls die Eingliederung

von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV ($M = 3,30$, $SD = 1,44$) über der Wahlfreiheit für S-Pedelec-Fahrende (siehe Abbildung 3.3.4-3). Die Akzeptanz der Eingliederung in den Mischverkehr mit MIV unterscheidet sich nicht statistisch relevant von der Eingliederung in Radfahranlagen oder in gemeinsame Geh- und Radwege. So zeigt sich bei Zufußgehenden auch kein statistisch relevanter Unterschied zwischen der Eingliederung in gemeinsame Geh- und Radwege und der Wahlfreiheit. Demnach bevorzugen Zufußgehende generell die Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen oder in den Mischverkehr mit MIV und lehnen die Wahlfreiheit sowie die Präsenz von S-Pedelecs in gemeinsamen Geh- und Radwegen eher ab.

Das gleiche Bild zeigt sich bei den **ÖV-Nutzenden**, diese präferieren ebenfalls die Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen ($M = 3,75$, $SD = 1,17$) gegenüber gemeinsamen Geh- und Radwegen ($M = 2,92$, $SD = 1,37$) und der Wahlfreiheit ($M = 2,54$, $SD = 1,38$). Die Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV ($M = 3,22$, $SD = 1,36$) wird ebenfalls der Wahlfreiheit vorgezogen. Die Akzeptanz der Eingliederung in den Mischverkehr mit MIV unterscheidet sich auch hier nicht statistisch relevant von der Eingliederung in Radfahranlagen oder in gemeinsame Geh- und Radwege. So zeigt sich bei ÖV-Nutzenden auch kein statistisch relevanter Unterschied zwischen der Eingliederung in gemeinsame Geh- und Radwege und der Wahlfreiheit. Demnach bevorzugen ÖV-Nutzende – wie auch bereits erwähnt die Zufußgehende – die Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen oder in den Mischverkehr mit MIV und lehnen die Wahlfreiheit sowie die Präsenz von S-Pedelecs in gemeinsamen Geh- und Radwegen eher ab.

Das gleiche Bild – wie bereits bei den Zufußgehenden und den ÖV-Nutzenden – zeigt sich auch für die **Radfahrende**, diese präferieren ebenfalls die Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen ($M = 3,56$, $SD = 1,11$) gegenüber gemeinsamen Geh- und Radwegen ($M = 3,10$, $SD = 1,29$) und der Wahlfreiheit ($M = 2,89$, $SD = 1,38$). Die Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV ($M = 3,36$, $SD = 1,19$) wird ebenfalls der Wahlfreiheit vorgezogen. Die Akzeptanz der Eingliederung in den Mischverkehr mit MIV unterscheidet sich auch hier nicht statistisch relevant von der Eingliederung in Radfahranlagen oder in gemeinsame Geh- und Radwege. So zeigt sich bei Radfahrenden auch kein statistisch relevanter Unterschied zwischen der Eingliederung in gemeinsame Geh- und Radwege und der Wahlfreiheit. Demnach bevorzugen Radfahrende ebenfalls die Eingliederung von S-Pedelecs in

Radfahranlagen oder in den Mischverkehr mit MIV gegenüber der Wahlfreiheit sowie der Eingliederung von S-Pedelecs in gemeinsame Geh- und Radwege.

Pedelec-Fahrende präferieren die Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen ($M = 3,65$, $SD = 1,15$) gegenüber dem Mischverkehr mit MIV ($M = 3,23$, $SD = 1,28$) und der Wahlfreiheit ($M = 3,18$, $SD = 1,40$). Das Akzeptanzniveau von Pedelec-Fahrenden zwischen der Eingliederung in Radfahranlagen und gemeinsamen Geh- und Radwegen ($M = 3,41$, $SD = 1,31$) unterscheidet sich nicht statistisch relevant. Keine statistisch relevanten Unterschiede ergeben sich ebenfalls für die Akzeptanz der gemeinsamen Geh- und Radwege gegenüber dem Mischverkehr mit MIV oder der Wahlfreiheit, sowie auch keine zwischen der Wahlfreiheit und der Eingliederung in den Mischverkehr mit MIV. Demnach bevorzugen Pedelec-Fahrende die Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen. Das zweithöchste Akzeptanzniveau weist die Eingliederung in den Mischverkehr mit MIV auf, gefolgt von der Wahlfreiheit.

S-Pedelec-Fahrende bevorzugen Wahlfreiheit ($M = 3,80$, $SD = 1,19$), Radfahranlagen ($M = 3,72$, $SD = 1,10$) und die Eingliederung in gemeinsame Geh- und Radwege ($M = 3,66$, $SD = 1,11$) gegenüber Mischverkehr mit MIV ($M = 3,21$, $SD = 1,25$). Unter Radfahranlagen, gemeinsamen Geh- und Radwegen und Wahlfreiheit gibt es keine bevorzugte Eingliederungsmaßnahme. Somit bevorzugen S-Pedelec-Fahrende alle anderen Eingliederungsmaßnahmen gegenüber dem Mischverkehr mit dem MIV.

Autofahrende hingegen bevorzugen die Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen ($M = 3,62$, $SD = 1,26$) gegenüber Mischverkehr mit MIV ($M = 2,86$, $SD = 1,35$) und Wahlfreiheit für S-Pedelec-Fahrende ($M = 2,44$, $SD = 1,42$). Ebenfalls wird die Eingliederung in gemeinsame Geh- und Radwege ($M = 3,39$, $SD = 1,36$) gegenüber der Wahlfreiheit ($M = 2,44$, $SD = 1,42$) und der Eingliederung in den Mischverkehr mit MIV präferiert. Die Eingliederung in den Mischverkehr mit MIV wird jedoch der Wahlfreiheit für S-Pedelec-Fahrende bevorzugt. Demnach bevorzugen Autofahrende ebenfalls die Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen oder gemeinsame Geh- und Radwege gegenüber der Eingliederung in den Mischverkehr mit MIV. Am wenigsten akzeptiert wird jedoch die Einführung einer Wahlfreiheit für S-Pedelec-Fahrende.

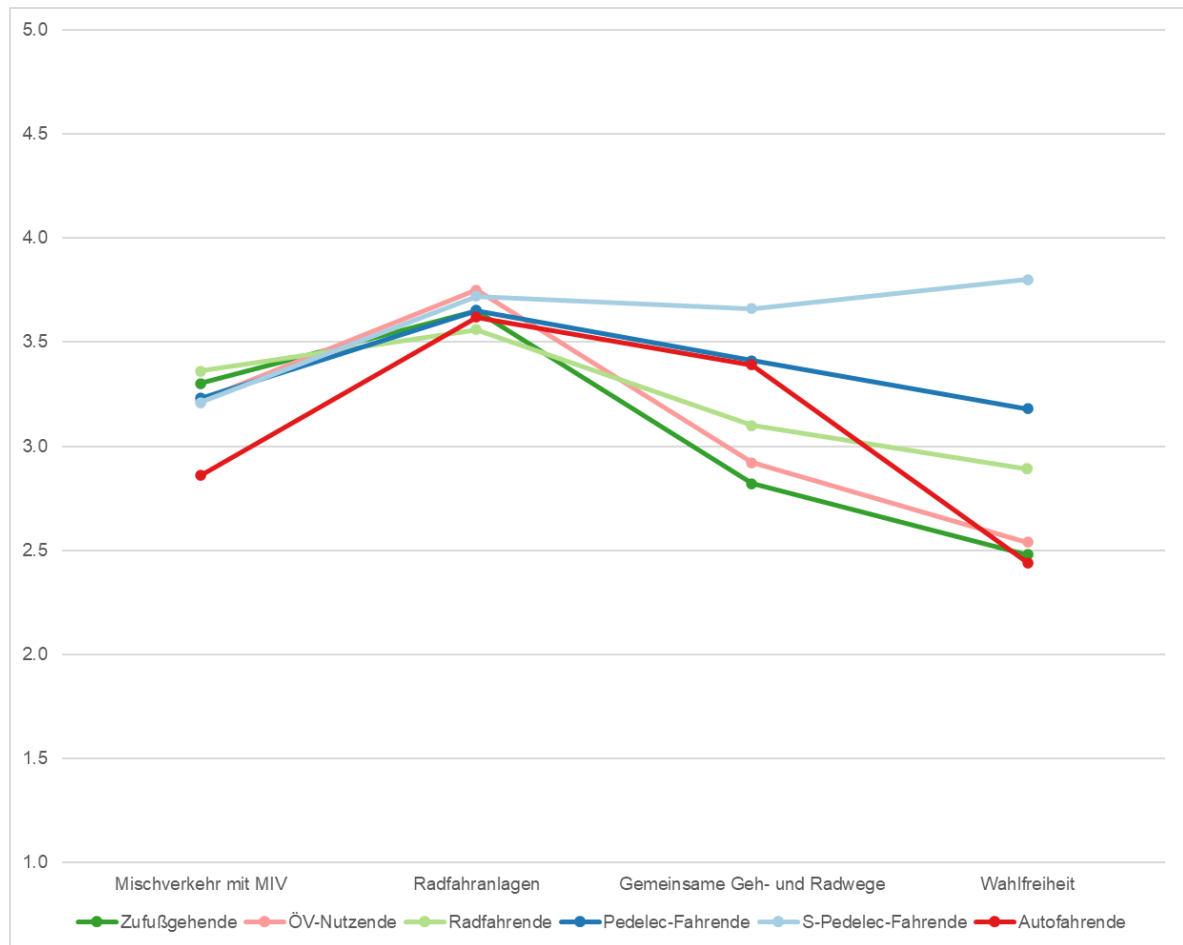


Abbildung 3.3.4-3: Akzeptanz der Eingliederungsmaßnahmen überall (innerorts & außerorts) nach Perspektiven (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel)

Tabelle 3.3.4-2: Akzeptanz Eingliederungsmaßnahmen nach Perspektive – Mittelwerte. Anmerkung: N = 1402, Standardabweichungen von 1.11–1.44 (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel)

	Mischverkehr mit MIV	Radfahranlagen	Gemeinsame Geh- und Radwege	Wahlfreiheit
Zufußgehende	3,30	3,65	2,82	2,48
ÖV-Nutzende	3,22	3,75	2,92	2,54
Radfahrende	3,36	3,56	3,10	2,89
Pedelec-Fahrende	3,23	3,65	3,41	3,18
S-Pedelec-Fahrende	3,21	3,72	3,66	3,80
Autofahrende	2,86	3,62	3,39	2,44

Tabelle 3.3.4-3: Übersicht über Mittelwerte der Akzeptanzbefragung zu Eingliederungsmaßnahmen nach Perspektive und Ortslage. Zufußgehende (n = 185), ÖV-Nutzende (n = 130), Radfahrende (n = 329), Pedelec-Fahrende (n = 252), S-Pedelec-Fahrende (n = 260), Autofahrende (n = 246), Standardabweichungen 1.10–1.46 (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel)

	Mischverkehr mit MIV			Radfahranlagen			Gemeinsame Geh- und Radwege			Wahlfreiheit		
	über- all	in- ner- orts	au- ßer- orts	über- all	in- ner- orts	au- ßer- orts	über- all	in- ner- orts	au- ßer- orts	über- all	in- ner- orts	au- ßer- orts
Zufußge- hende	3,30	3,28	3,28	3,65	3,65	3,62	2,82	2,84	2,86	2,48	2,54	2,71
ÖV-Nut- zende	3,22	3,19	3,06	3,75	3,72	3,71	2,92	2,94	3,10	2,54	2,65	2,77
Radfah- rende	3,36	3,36	3,19	3,57	3,60	3,66	3,10	3,05	3,17	2,88	2,99	3,17
Pedelec- Fahrende	3,23	3,37	3,16	3,65	3,65	3,71	3,41	3,44	3,60	3,18	3,24	3,37
S-Pedelec- Fahrende	3,21	3,25	3,29	3,72	3,73	3,63	3,66	3,70	3,73	3,80	3,71	3,78
Autofah- rende	2,86	2,76	2,62	3,62	3,61	3,75	3,39	3,37	3,54	2,44	2,47	2,57

Anschließend wurde der Unterschied zwischen den Ländern jeweils für die einzelnen Maßnahmen mittels deskriptiver Statistiken und inferenzstatistisch mittels Welch's t-Test und Post-Hoc Test überprüft. Statistisch relevante Unterschiede zwischen den Ländern oder Verkehrsteilnehmenden werden erörtert.

Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV– Perspektiven

Die Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV wird von den Autofahrenden am negativsten beurteilt (siehe Abbildung 3.3.4-4) nach Perspektiven.

Im Vergleich zwischen innerorts (Abbildung 3.3.4-5) und außerorts (siehe Abbildung 3.3.4-6) wird die Eingliederungsmaßnahme tendenziell außerorts etwas negativer wahrgenommen, insbesondere von Radfahrenden (-9 %) und Pedelec-Fahrenden (-9 %). Ein signifikanter Unterschied im Mittelwert der Ergebnisse zeigt sich zwischen Autofahrenden und allen anderen Verkehrsteilnehmenden, außer den ÖV-Nutzenden, wenn die Umsetzung der Maßnahme überall betrachtet wird.

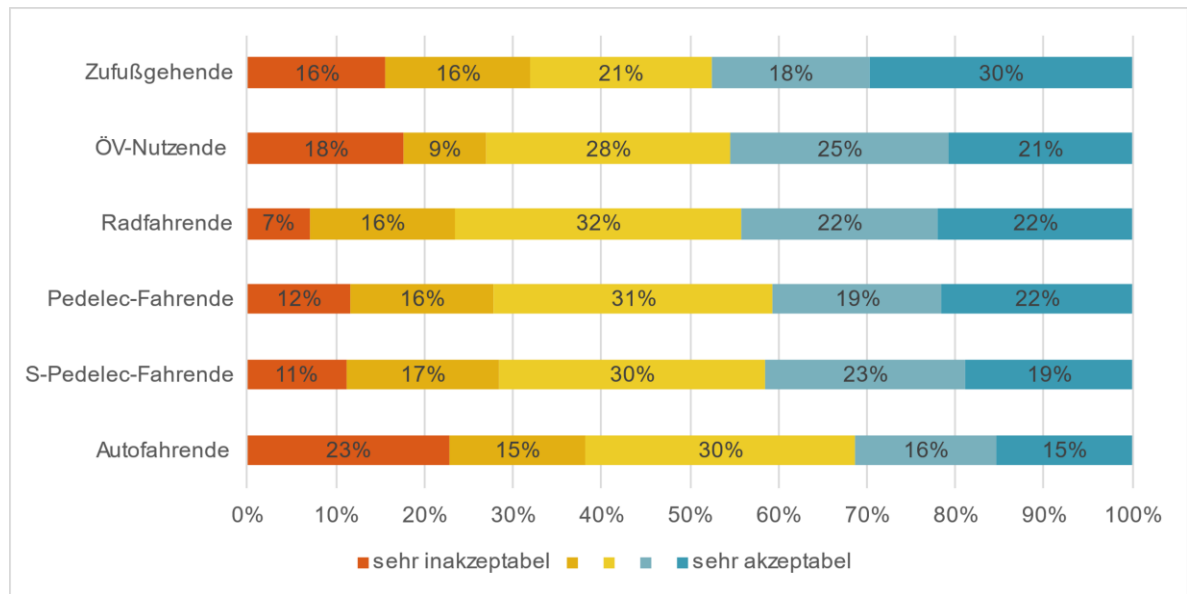


Abbildung 3.3.4-4: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV überall (innerorts & außerorts) nach Perspektiven

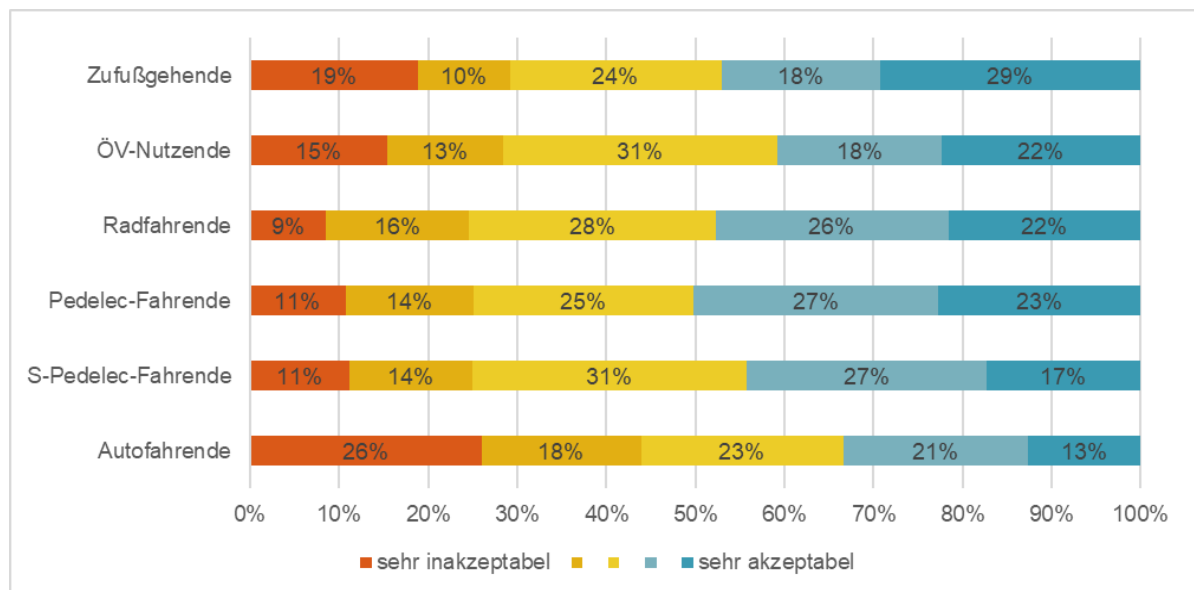


Abbildung 3.3.4-5: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV innerorts nach Perspektiven

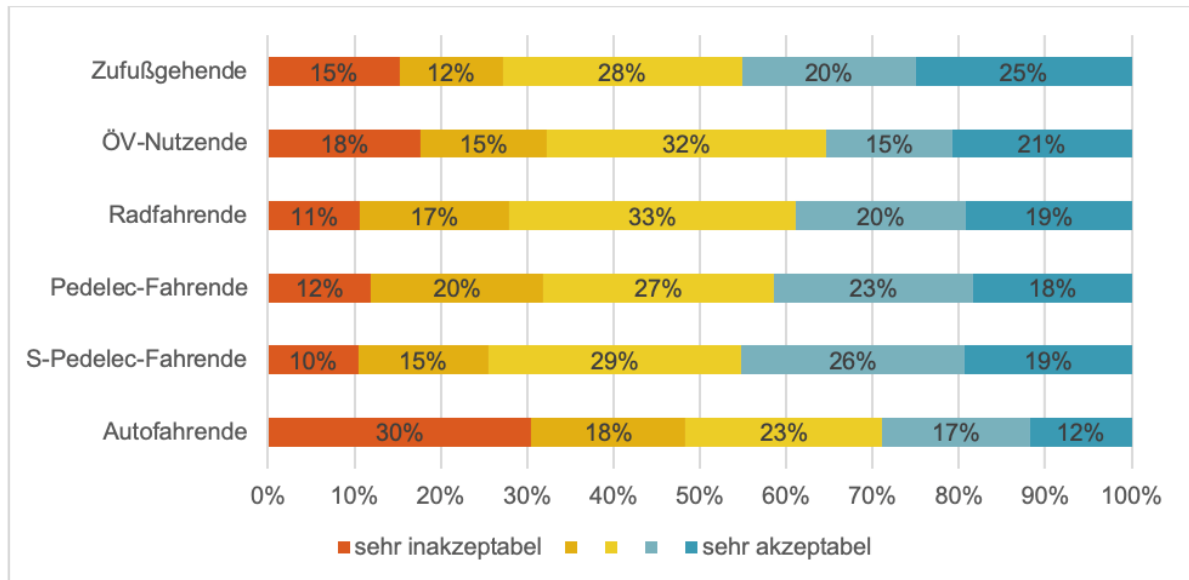


Abbildung 3.3.4-6: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV außerorts nach Perspektiven

Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen – Perspektiven

Die Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen wird von allen Verkehrsteilnehmenden positiv beurteilt und liegt bei der Eingliederung innerorts zwischen 56 % und 64 % (Kategorien akzeptabel und sehr akzeptabel, Abbildung 3.3.4-8) und außerorts ebenfalls zwischen 56 % und 64 % (Abbildung 3.3.4-9). Die Akzeptanz für eine Eingliederung in Radfahranlagen im Allgemeinen liegt zwischen 43 % und 61 % (Abbildung 3.3.4-7). Ein signifikanter Unterschied in den Mittelwerten zwischen den verschiedenen Verkehrsteilnehmenden zeigte sich nicht.

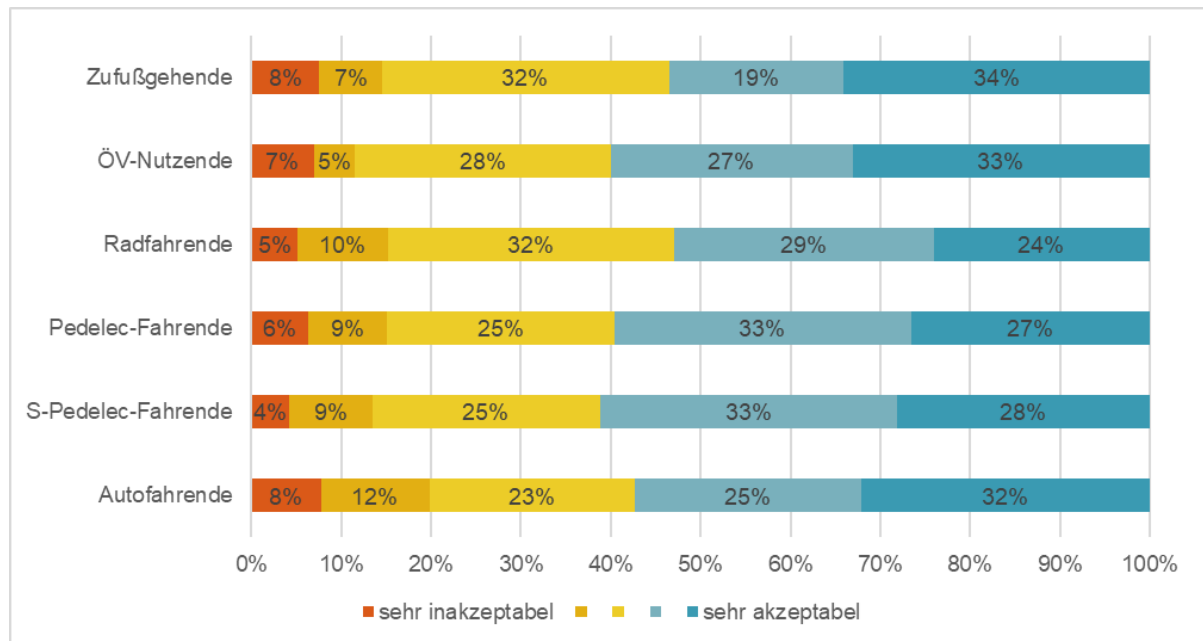


Abbildung 3.3.4-7: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen überall (innerorts & außerorts) nach Perspektiven

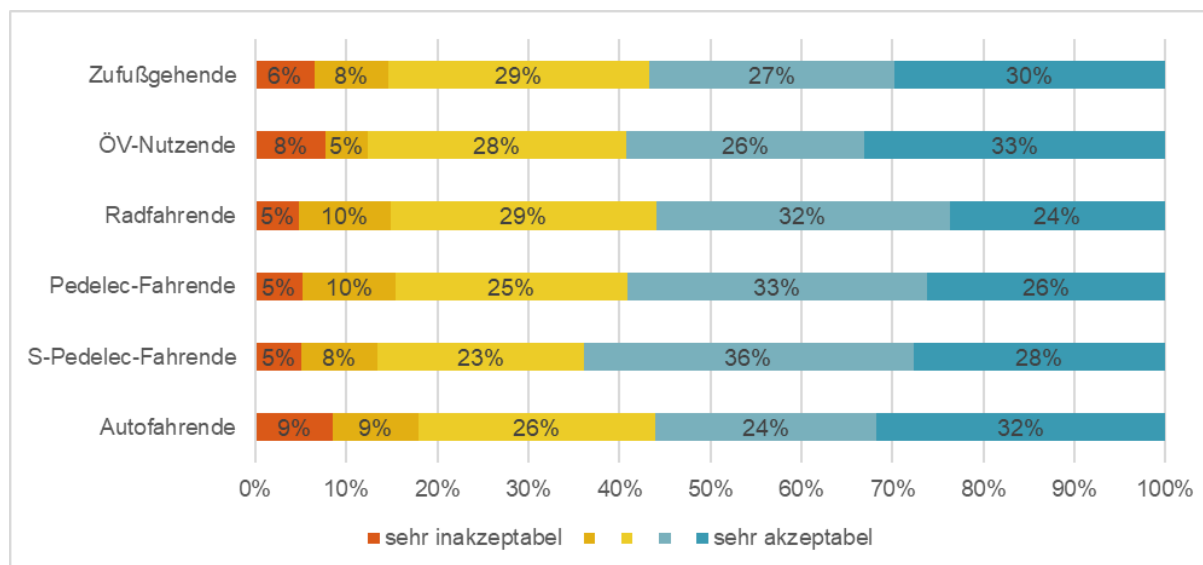


Abbildung 3.3.4-8: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen innerorts nach Perspektiven

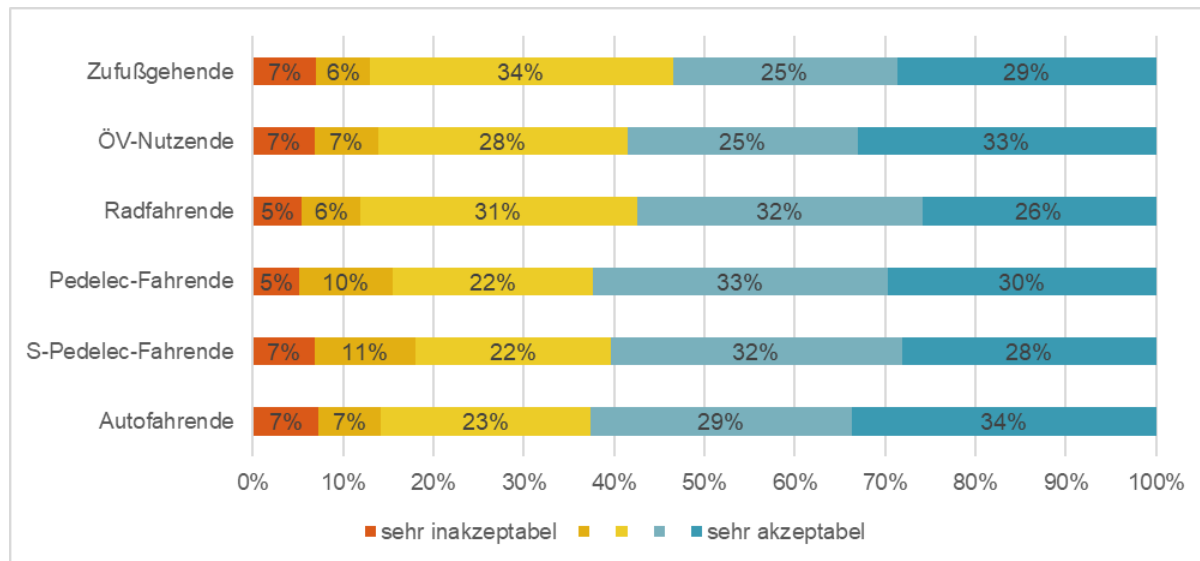


Abbildung 3.3.4-9: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen außerorts nach Perspektiven

Eingliederung von S-Pedelecs in Geh- und Radwege – Perspektiven

Die Akzeptanz für die Eingliederung in Geh- und Radwege überall ist bei Zufußgehenden und ÖV-Nutzenden, mit jeweils 33 % (Kategorien akzeptabel und sehr akzeptabel) am geringsten (siehe Abbildung 3.3.4-10). Ebenso liegt die Akzeptanz bei Radfahrenden mit 39 % auf einem niedrigen Niveau. Im Gegensatz dazu zeigen S-Pedelec-Fahrende mit 59 % die höchste Akzeptanz, gefolgt von Pedelec-Fahrenden mit 52 % und Autofahrenden mit 49 %. Im Vergleich zu Zufußgehende, ÖV-Nutzenden und Radfahrenden zeigen Pedelec-Fahrende und S-Pedelec-Fahrende eine signifikant höhere Akzeptanz. Ebenfalls ist die Akzeptanz bei Autofahrenden signifikant höher als bei Zufußgehenden. Des Weiteren zeigt sich, dass die Akzeptanz bei Autofahrenden überall (inner- und außerorts) sowie außerorts signifikant höher ist als bei ÖV-Nutzenden, während die Akzeptanz bei Autofahrenden innerorts signifikant niedriger ist als bei S-Pedelec-Fahrenden. Schließlich ist die Akzeptanz bei Autofahrenden außerorts signifikant höher als bei Radfahrenden.

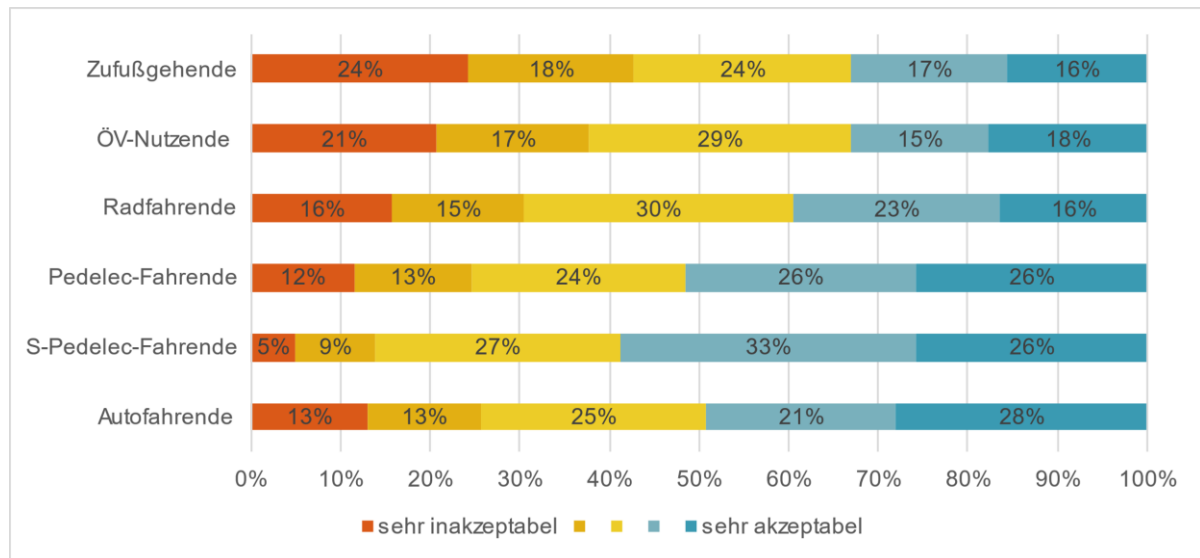


Abbildung 3.3.4-10: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in gemeinsame Geh- und Radwege überall (innerorts & außerorts) nach Perspektiven

Wahlfreiheit – Perspektiven

Die Akzeptanz von Wahlfreiheit für S-Pedelec-Fahrende überall ist am höchsten bei S-Pedelec-Fahrenden mit 61 %, gefolgt von Pedelec-Fahrenden mit 44 %. Die geringste Akzeptanz geben Zufußgehende (23 %), Autofahrende (24 %) und ÖV-Nutzende 25 % an. Fahrradfahrende akzeptieren diese Maßnahme zu 34 % (siehe Abbildung 3.3.4-11). Statistisch signifikant zeigt sich die höhere Akzeptanz dieser Maßnahme von S-Pedelec-Fahrende gegenüber anderen Verkehrsteilnehmenden. Auch die Akzeptanz der Pedelec-Fahrende unterscheidet sich signifikant von den anderen Verkehrsteilnehmenden, mit Ausnahme der Radfahrenden. Weiter ist die Akzeptanz bei den Radfahrenden höher im Vergleich zu Zufußgehenden oder Autofahrenden. Es besteht kein signifikanter Unterschied in der Akzeptanz zwischen Zufußgehenden, ÖV-Nutzenden und Autofahrenden.

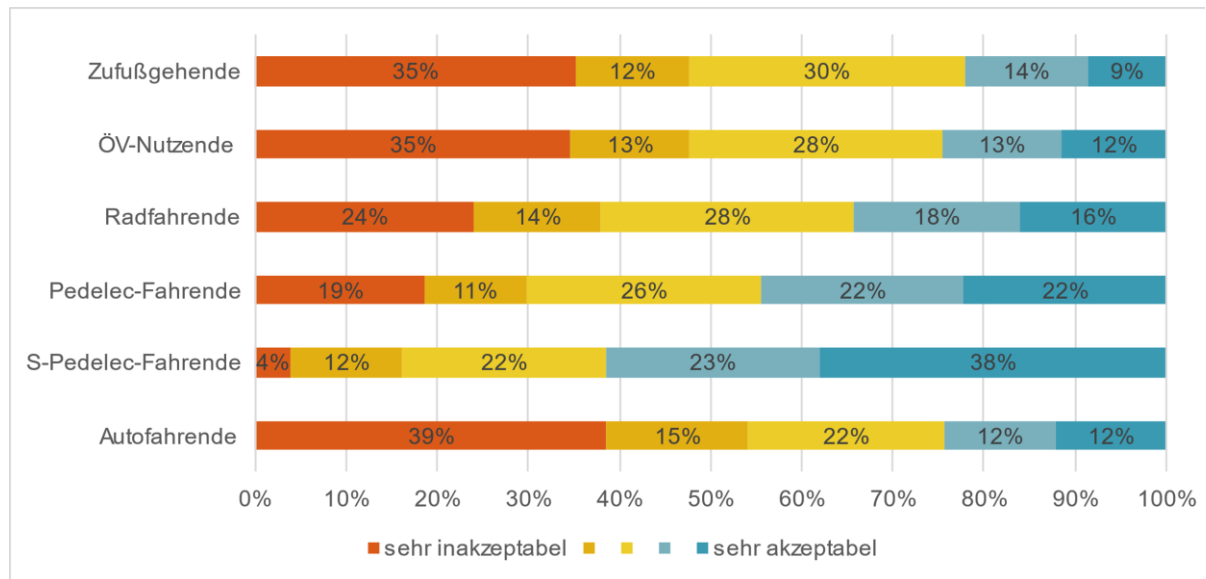


Abbildung 3.3.4-11: Akzeptanz von Wahlfreiheit für S-Pedelec-Fahrende überall (innerorts & außerhalb) nach Perspektiven

3.3.4.2 Geschwindigkeitsregulation

Dieses Kapitel fasst die Ergebnisse der Akzeptanzbefragung betreffend Geschwindigkeitsregulation der unterschiedlichen Perspektiven innerorts zusammen. Aufgrund geringer Unterschiede in der Akzeptanz zwischen den Ländern befindet sich eine länderspezifische Analyse im Anhang. Abbildung 3.3.4-12 gibt einen Überblick über die beiden Maßnahmen zur Geschwindigkeitsregulation und deren Akzeptanz auf Basis der deskriptiven Analysen über die Gesamtstichprobe. Die zusammengefassten Ergebnisse aller Perspektiven und Länder zeigen eine hohe Akzeptanz beider Maßnahmen der Geschwindigkeitsregulation. Die elektronische Geschwindigkeitsregulation für S-Pedelec-Fahrende wird mit 70 % und die Geschwindigkeitsregulation für alle Radfahrenden mit 67 % akzeptiert. Bei der Interpretation ist auch hier zu berücksichtigen, dass Radfahrende, Pedelec-Fahrende und S-Pedelec-Fahrende vermutlich übervertreten sind (siehe Kapitel 3.3.2.3.2).

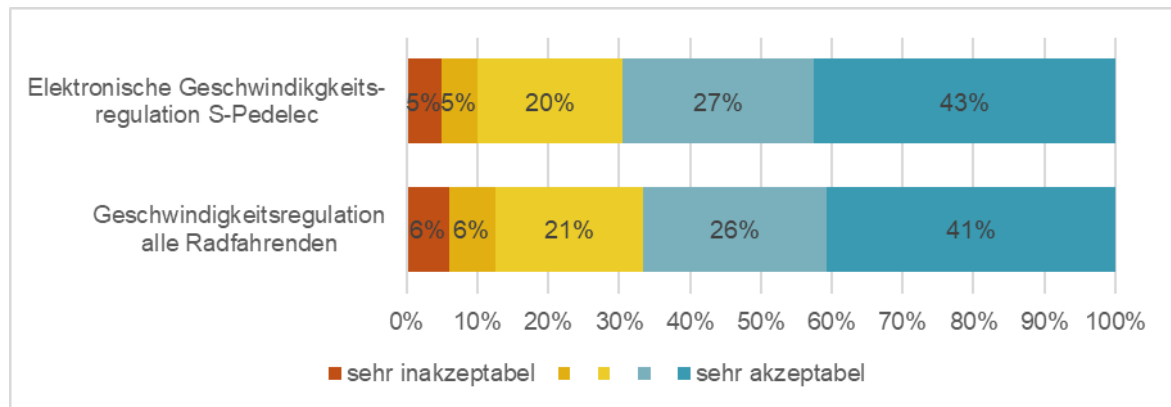


Abbildung 3.3.4-12: Akzeptanz von Geschwindigkeitsregulation auf 30km/h (innerorts auf Radfahranlagen und gemeinsamen Geh- und Radwegen)

3.3.4.2.1 Akzeptanz der Geschwindigkeitsregulation nach Perspektive

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Akzeptanz der Geschwindigkeitsregulation in Abhängigkeit der Perspektive der Verkehrsteilnehmenden berichtet.

Forschungsfrage: Gibt es Unterschiede in der Akzeptanz der Geschwindigkeitsregulation in Abhängigkeit der Perspektive der Verkehrsteilnehmenden?

Der Unterschied zwischen den Perspektiven wurde jeweils mittels Welch's t-Test und Post-Hoc Test überprüft. Statistisch relevante Unterschiede zwischen den Perspektiven werden erörtert. Tabelle 3.3.4-4 zeigt die Mittelwerte der Akzeptanz über alle Perspektiven und beide Maßnahmen der Geschwindigkeitsregulation.

Die Akzeptanz von Maßnahmen zur Geschwindigkeitsregulation aus Perspektive der verschiedenen Verkehrsteilnehmenden ist bei beiden Maßnahmen hoch, wobei die Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden sollten (siehe folgendes Kapitel). In der Tabelle 3.3.4-4 sind die Mittelwerte der jeweiligen Perspektiven und Maßnahmen dargestellt. Die Mittelwerte sind allgemein hoch und variieren zwischen 3,69 und 4,12.

Tabelle 3.3.4-4: Übersicht über Mittelwerte der Akzeptanzbefragung zu Geschwindigkeitsregulation auf 30km/h (innerorts auf Radfahranlagen und gemeinsamen Geh- und Radwegen) nach Perspektiven. Anmerkung: Zufußgehende (n = 185), ÖV-Nutzende (n = 130), Radfahrende (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel)

	Elektronische Geschwindigkeitsregulation S-Pedelecs	Geschwindigkeitsregulation alle Radfahrenden
Total	3,97	3,89
Zufußgehende	3,82	3,74
ÖV-Nutzende	3,69	3,62
Radfahrende	4,10	3,96
Pedelec-Fahrende	4,10	4,12
S-Pedelec-Fahrende	3,97	3,77
Autofahrende	3,94	3,95

Elektronische Geschwindigkeitsregulation von S-Pedelec auf 30 km/h auf Radfahranlagen – Perspektiven

Die höchste Akzeptanz zeigen Pedelec-Fahrende und Radfahrende mit 74 % und S-Pedelec-Fahrende mit 73 %. Ebenfalls eine hohe Akzeptanz geben Autofahrende (67 %), Zufußgehende (62 %) und ÖV-Nutzende (59 %) an (siehe Abbildung 3.3.4-13). Ein signifikanter Unterschied liegt zwischen ÖV-Nutzenden mit der niedrigsten Ausprägung und Radfahrenden sowie Pedelec-Fahrenden (jeweils hohe Ausprägung) vor.

Die vorliegenden Ergebnisse sollten jedoch mit Vorsicht interpretiert werden, da es wahrscheinlich ist, dass die Fragestellung für die Befragten unklar war oder möglicherweise nicht sorgfältig gelesen wurde. Es lässt sich vermuten, dass die Formulierung "elektronisch" möglicherweise nicht eindeutig mit dem Eingriff in die Geschwindigkeitsregulation des S-Pedelecs in Verbindung gebracht werden konnte. Angesichts der Tatsache, dass die Frage nach der Geschwindigkeitsregulation für alle Radfahrenden auf 30 km/h ähnlich hohe Zustimmungsraten erzielte, kann angenommen werden, dass die Befragten bei beiden Fragen eine generelle Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h durch Beschilderung annahmen.

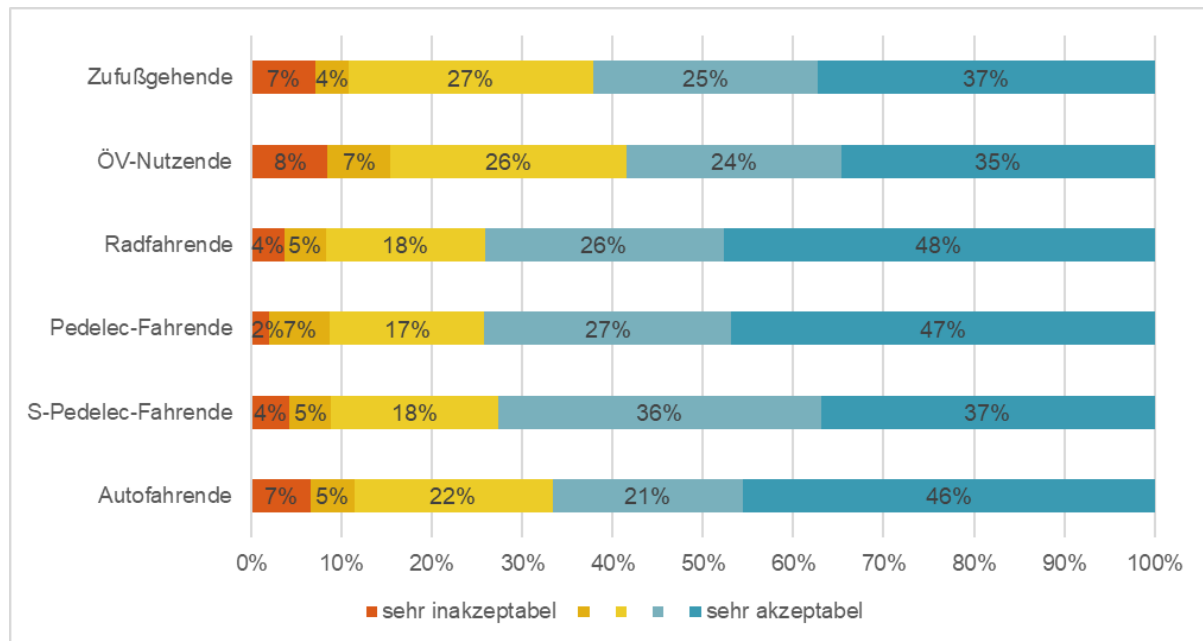


Abbildung 3.3.4-13: Akzeptanz von elektronischer Geschwindigkeitsregulation für S-Pedelecs auf 30km/h nach Perspektiven

Geschwindigkeitsregulation für alle Radfahrenden auf 30 km/h auf Radfahranlagen – Perspektiven

Die Akzeptanz der Geschwindigkeitsregulation für alle Radfahrenden auf 30 km/h ist bei Pedelec-Fahrenden mit 74 % am höchsten. Das Akzeptanzniveau von Zufußgehenden liegt bei 62 %, ÖV-Nutzenden 59 %, Autofahrenden 68 % und S-Pedelec-Fahrenden 73 % (siehe Abbildung 3.3.4-14). Es besteht ein statistisch relevanter Unterschied zwischen Pedelec-Fahrenden und Zufußgehenden, ÖV-Nutzenden und S-Pedelec-Fahrenden.

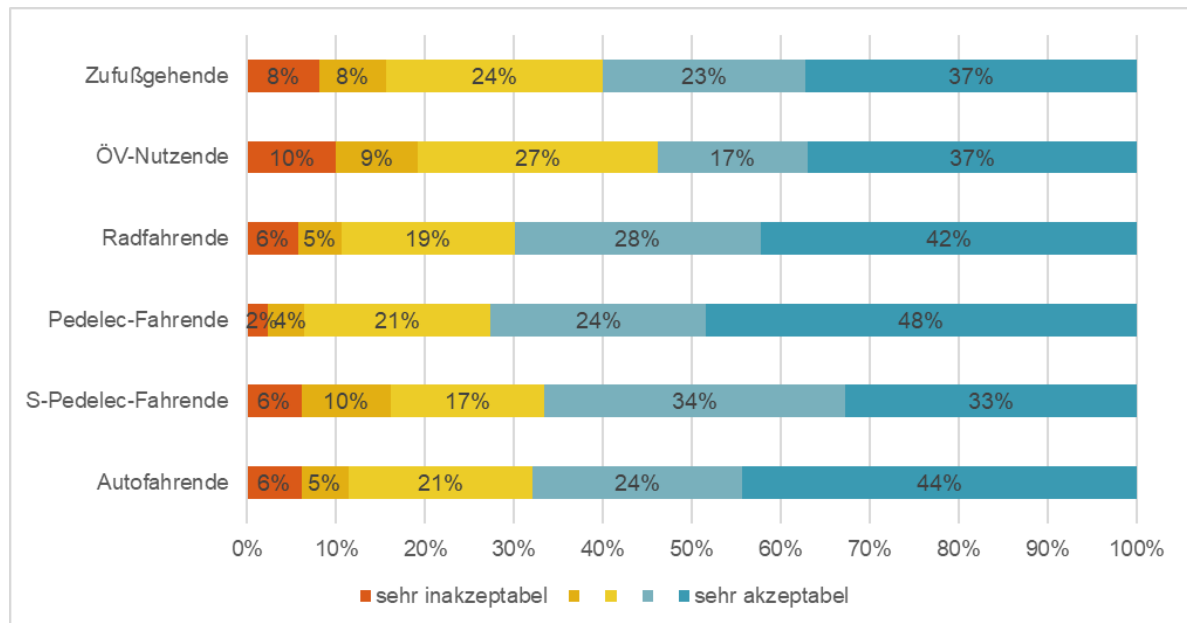


Abbildung 3.3.4-14: Akzeptanz von Geschwindigkeitsregulation für alle Radfahrenden auf 30km/h nach Perspektiven

3.3.4.3 Integration in ÖPV

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse zur Akzeptanz der Mitnahme von S-Pedelecs im ÖPV sowie das Abstellen von S-Pedelecs an Abstellanlagen des ÖPV nach Perspektiven erläutert. Aufgrund geringer Unterschiede in der Akzeptanz zwischen den Ländern befindet sich eine länderspezifische Analyse im Anhang.

3.3.4.3.1 Übergeordnete Akzeptanz der Integration in ÖPV

Abbildung 3.3.4-15 gibt einen Überblick über die beiden Maßnahmen zur Integration in den ÖPV und deren Akzeptanz auf Basis der deskriptiven Analysen über die Gesamtstichprobe. Die zusammengefassten Ergebnisse aller Perspektiven und Länder zeigen eine hohe Akzeptanz für das Abstellen von S-Pedelecs bei Abstellanlagen an Haltestellen des ÖPV mit 74 %. Die Mitnahme von S-Pedelecs im ÖPV wird ebenfalls überwiegend mit 55 % akzeptiert. Bei der Interpretation ist auch hier zu berücksichtigen, dass Radfahrende, Pedelec-Fahrende und S-Pedelec-Fahrende vermutlich übervertreten sind (siehe Kapitel 3.3.2.3.2).

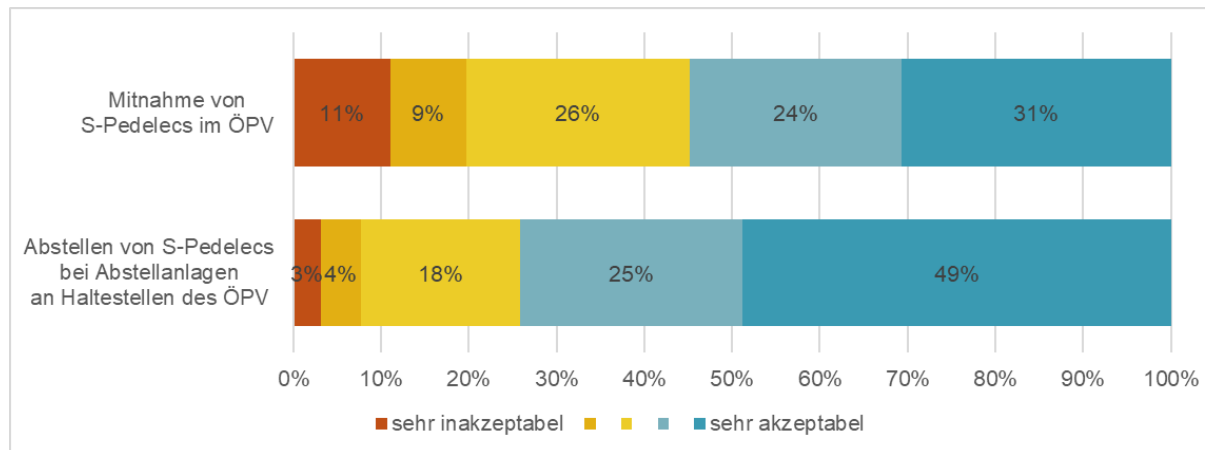


Abbildung 3.3.4-15: Akzeptanz der Integration von S-Pedelecs im ÖPV

3.3.4.3.2 Akzeptanz der Integration in ÖPV nach Perspektive

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Akzeptanz der Integration in den ÖPV in Abhängigkeit der Perspektive der Verkehrsteilnehmenden berichtet.

Forschungsfrage: Gibt es Unterschiede in der Akzeptanz der Integration in den ÖPV in Abhängigkeit der Perspektive der Verkehrsteilnehmenden?

Der Unterschied zwischen den Perspektiven wurde jeweils mittels Welch's t-Test und Post-Hoc Test überprüft. Statistisch relevante Unterschiede zwischen den Perspektiven werden erörtert. Tabelle 3.3.4-5 zeigt die Mittelwerte der Akzeptanz über alle Perspektiven und beide Maßnahmen.

Die Akzeptanz für die Mitnahme von S-Pedelecs im ÖPV ist auf einem mittleren Niveau und variiert im Mittelwert zwischen 3,08 und 3,90. Das Akzeptanzniveau für das Abstellen von S-Pedelecs bei Abstellanlagen an Haltestellen des ÖPV ist in allen Perspektiven hoch und die Mittelwerte variieren zwischen 3,92 und 4,25. In der Tabelle 3.3.4-5 sind die Mittelwerte der jeweiligen Perspektiven und Maßnahmen dargestellt.

Tabelle 3.3.4-5: Übersicht über die Mittelwerte der Akzeptanz der Integration von S-Pedelecs in ÖPV – Mittelwerte Akzeptanz nach Perspektiven. Anmerkung: Zufußgehende (n = 185), ÖV-Nutzende (n = 130), Radfahrende (n = 329), Pedelec-Fahrende (n = 252), S-Pedelec-Fahrende (n = 260), Autofahrende (n = 246), Standardabweichungen 0.96–1.40; (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel)

	Mitnahme von S-Pedelecs im ÖPV	Abstellen von S-Pedelecs bei Abstellanlagen an Haltestellen des ÖPV
Total	3,55	4,12
Zufußgehende	3,12	4,05
ÖV-Nutzende	3,08	3,92
Radfahrende	3,64	4,21
Pedelec-Fahrende	3,90	4,25
S-Pedelec-Fahrende	3,86	4,00
Autofahrende	3,28	4,14

Mitnahme im öffentlichen Personenverkehr – Perspektiven

Die Akzeptanz für die Mitnahme von S-Pedelecs im öffentlichen Personenverkehr liegt bei Zufußgehenden bei 39 %, bei ÖV-Nutzenden bei 35 % und bei Autofahrenden bei 46 %. Dem gegenüber stehen Radfahrenden mit 49 %, Pedelec-Fahrenden mit 67 % und S-Pedelec-Fahrenden mit 66 % (siehe Abbildung 3.3.4-16). Ein statistisch relevanter Unterschied besteht jeweils zwischen Zufußgehenden, ÖV-Nutzenden und Autofahrenden zu den Radfahrenden, Pedelec-Fahrenden und S-Pedelec-Fahrenden.

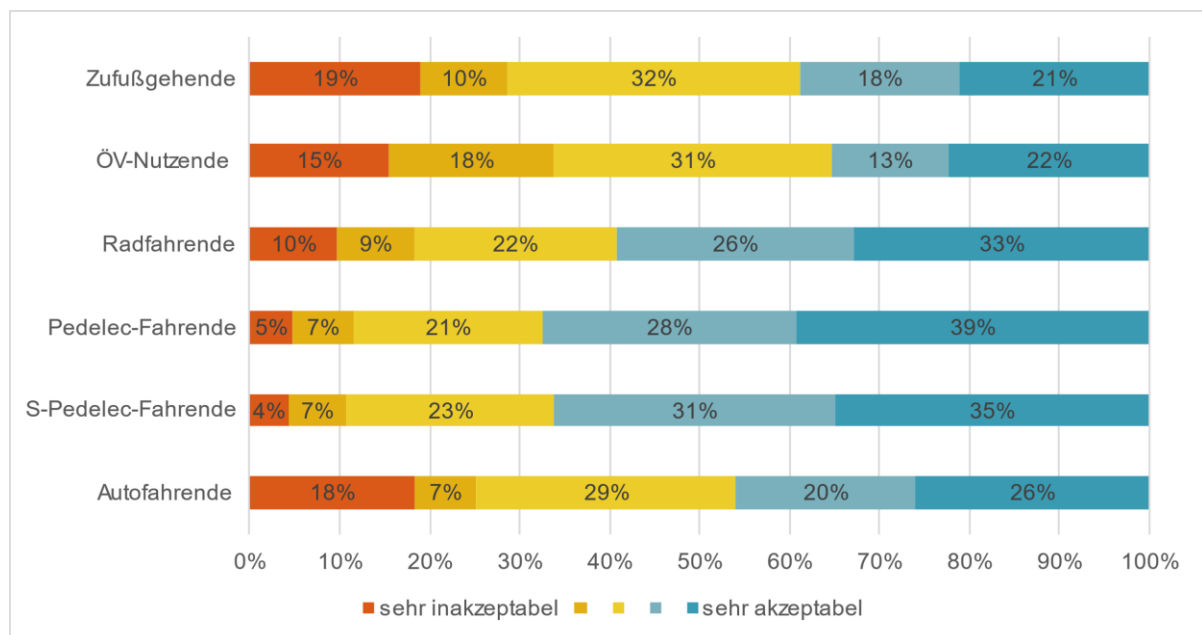


Abbildung 3.3.4-16: Akzeptanz der Mitnahme von S-Pedelecs im ÖPV nach Perspektiven

Abstellanlagen an Haltestellen des öffentlichen Verkehrs – Perspektiven

Die Akzeptanz für das Abstellen von S-Pedelecs an Haltestellen des öffentlichen Verkehrs ist allgemein hoch und liegt zwischen 66 % und 80 % (siehe Abbildung 3.3.4-17). Ein statistisch relevanter Unterschied besteht zwischen Radfahrenden und S-Pedelec-Fahrenden, wobei der Unterschied gering ist.

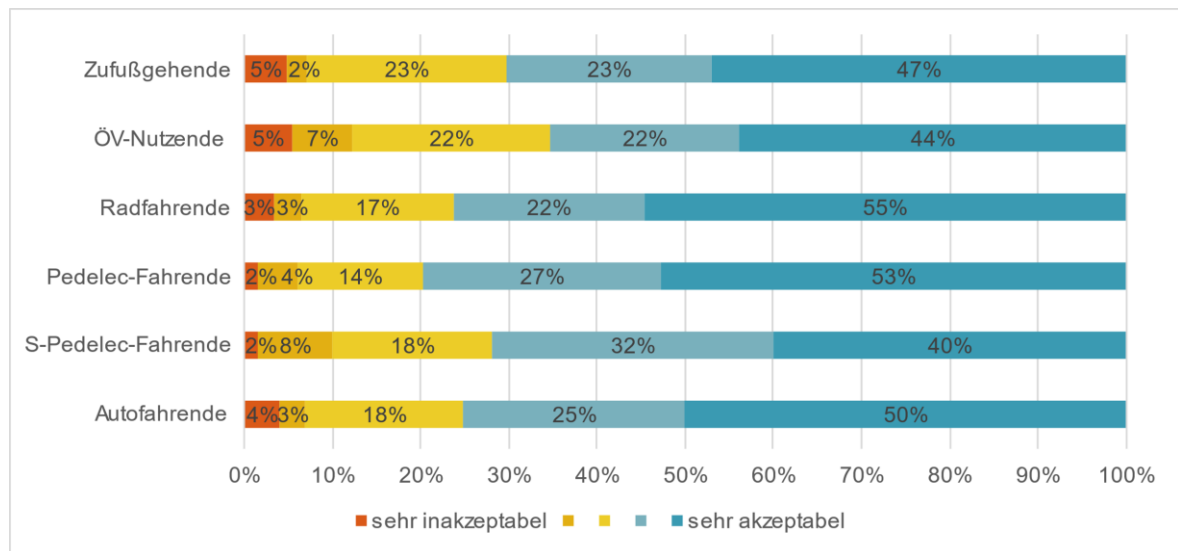


Abbildung 3.3.4-17: Akzeptanz für das Abstellen von S-Pedelecs an Abstellanlagen an Haltestellen des ÖPV nach Perspektiven

3.3.4.4 Prävention und Sensibilisierung / Regeln für S-Pedelec-Fahrende

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse zur Akzeptanz eines freiwilligen Sicherheitstrainings, eines verpflichtenden Sicherheitstrainings und einer Helmpflicht nach Perspektiven erläutert. Aufgrund geringer Unterschiede in der Akzeptanz zwischen den Ländern befindet sich eine länderspezifische Analyse im Anhang.

3.3.4.4.1 Übergeordnete Akzeptanz der Prävention und Sensibilisierung

Die Abbildung 3.3.4-18 gibt einen Überblick über die beiden Maßnahmen zur Integration in den ÖPV und deren Akzeptanz auf Basis der deskriptiven Analysen über die Gesamtstichprobe. Alle Sicherheitsmaßnahmen stoßen auf hohe Akzeptanz. Die Helmpflicht weist ein Akzeptanzniveau von 75 % auf, gefolgt von einem freiwilligen Fahrsicherheitstraining mit 73 %.

Zudem geben 62 % der Teilnehmenden an, ein verpflichtendes Fahrsicherheitstraining zu akzeptieren. Bei der Interpretation ist auch hier zu berücksichtigen, dass Radfahrende, Pedelec-Fahrende und S-Pedelec-Fahrende vermutlich übervertreten sind (siehe Kapitel 3.3.2.3.2).

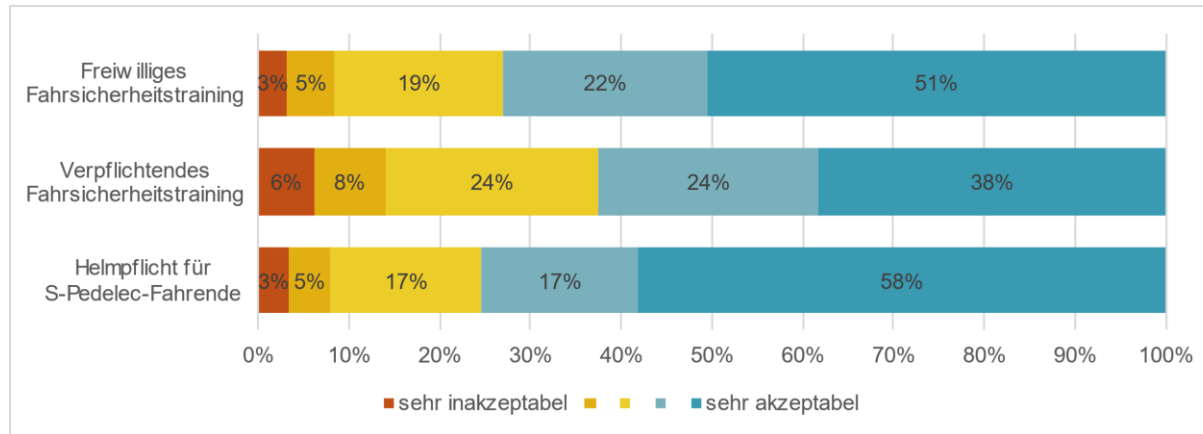


Abbildung 3.3.4-18: Akzeptanz von Sicherheitsmaßnahmen

3.3.4.4.2 Akzeptanz von Maßnahmen zur Prävention und Sensibilisierung nach Perspektive

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Akzeptanz der Prävention und Sensibilisierung in Abhängigkeit der Perspektive der Verkehrsteilnehmenden berichtet.

Forschungsfrage: Gibt es Unterschiede in der Akzeptanz der Prävention und Sensibilisierung in Abhängigkeit der Perspektive der Verkehrsteilnehmenden?

Der Unterschied zwischen den Perspektiven wurde jeweils mittels Welch's t-Test und Post-Hoc Test überprüft. Statistisch relevante Unterschiede zwischen den Perspektiven werden erörtert. Tabelle 3.3.4-6 zeigt die Mittelwerte der Akzeptanz über alle Perspektiven und beide Maßnahmen.

Das Akzeptanzniveau für ein freiwilliges Fahrsicherheitstraining ist in allen Perspektiven hoch (siehe Tabelle 3.3.4-6). Auch die Akzeptanz für Helmpflicht ist hoch und variiert im Mittelwert zwischen 4,02 und 4,41. Die Akzeptanz eines verpflichtenden Fahrsicherheitstrainings liegt zwischen 3,69 und 3,99. In der Tabelle 3.3.4-6 sind die Mittelwerte der jeweiligen Länder und Maßnahmen dargestellt.

Tabelle 3.3.4-6: Übersicht über Mittelwerte der Akzeptanz von Sicherheitsmaßnahmen nach Perspektive. Anmerkung: Zufußgehende (n = 185), ÖV-Nutzende (n = 130), Radfahrende (n = 329), Pedelec-Fahrende (n = 252), S-Pedelec-Fahrende (n = 260), Autofahrende (n = 246), Standardabweichungen 1.02–1.24; (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel)

	Freiwilliges Fahrsi- cherheitstraining	Verpflichtendes Fahr- sicherheitstraining	Helmpflicht
Total	4,12	3,81	4,22
Zufußgehende	4,08	3,92	4,27
ÖV-Nutzende	3,99	3,86	4,18
Radfahrende	4,24	3,71	4,23
Pedelec-Fahrende	4,17	3,76	4,23
S-Pedelec-Fahrende	3,98	3,69	4,02
Autofahrende	4,15	3,99	4,41

Freiwilliges Fahrsicherheitstraining – Perspektiven

Die Akzeptanz eines freiwilligen Fahrsicherheitstrainings variiert zwischen den Verkehrsteilnehmenden. Unter Pedelec-Fahrenden liegt sie bei 76 %, bei S-Pedelec-Fahrenden bei 71 % und bei Radfahrenden bei 57 % (siehe Abbildung 3.3.4-19). Auch Autofahrende zeigen mit 74 % eine hohe Akzeptanz. Die Akzeptanz von ÖV-Nutzende liegt bei 68 % und bei Zufußgehenden bei 68 %. Es besteht kein Unterschied in der Akzeptanz zwischen den verschiedenen Verkehrsteilnehmenden.

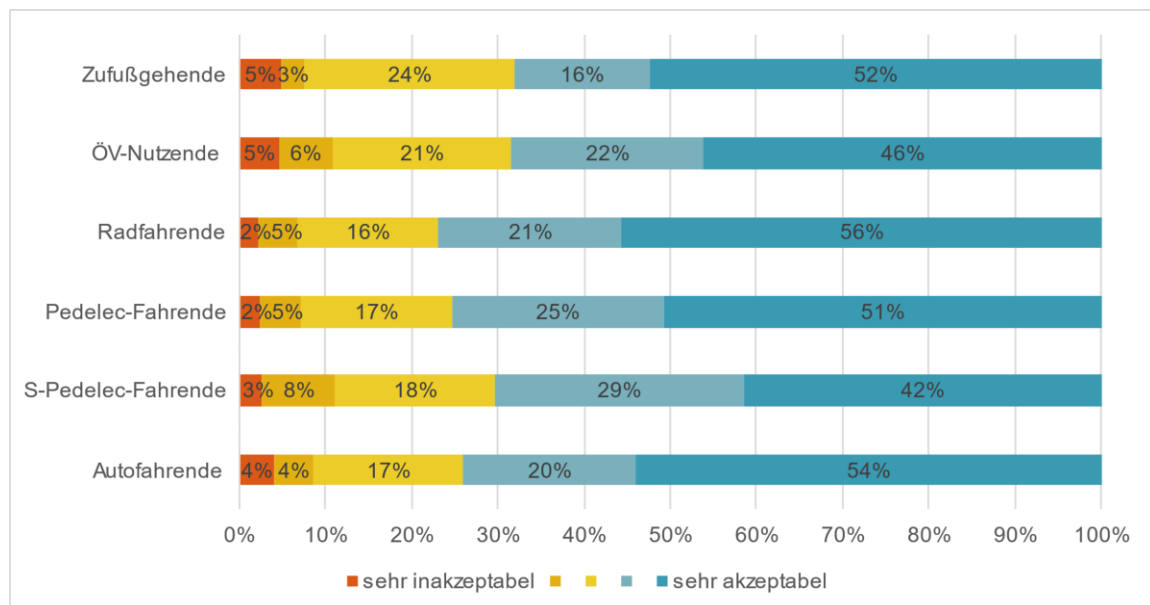


Abbildung 3.3.4-19: Akzeptanz von freiwilligem Fahrsicherheitstraining nach Perspektive

Verpflichtendes Fahrsicherheitstraining – Perspektiven

Die Akzeptanz eines verpflichtenden Fahrsicherheitstrainings liegt bei den verschiedenen Verkehrsteilnehmenden zwischen 77 % und 68 % (siehe Abbildung 3.3.4-20). Statistisch relevant ist nur der Unterschied zwischen Autofahrenden und S-Pedelec-Fahrenden.

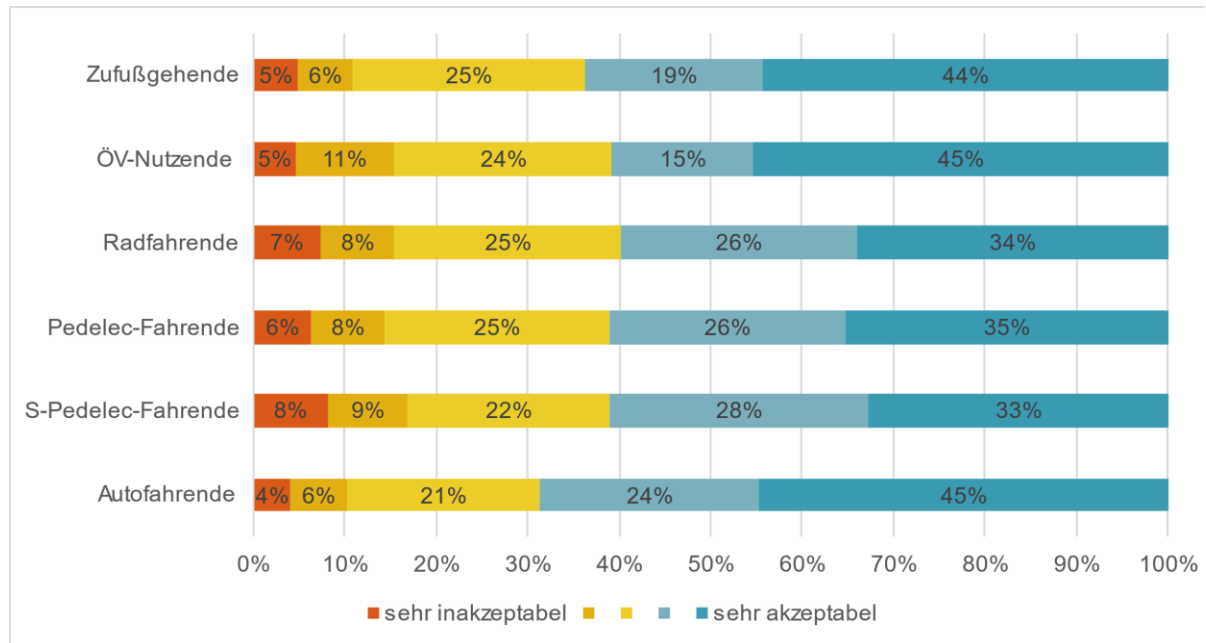


Abbildung 3.3.4-20: Akzeptanz von verpflichtendem Sicherheitstraining nach Perspektive

Helmpflicht – Perspektiven

Die Akzeptanz einer Helmpflicht ist unter allen Verkehrsteilnehmenden hoch und variiert zwischen 72 % und 81 % (siehe Abbildung 3.3.4-21). S-Pedelec-Fahrende unterscheiden sich signifikant von den Autofahrenden, wobei der Unterschied gering ist.

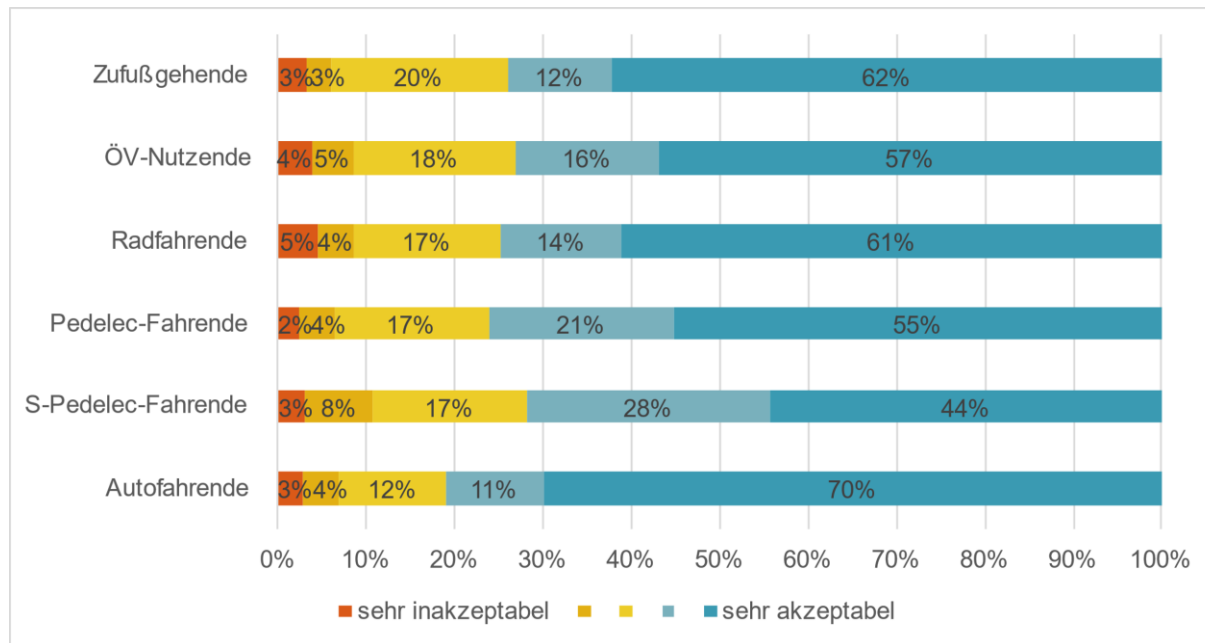


Abbildung 3.3.4-21: Akzeptanz von Helmpflicht nach Perspektive

3.3.5 Ergebnisse: Stated-Preference-Befragung

3.3.5.1 Innerorts

3.3.5.1.1 Ergebnisse

Zur Illustration der Befragung sind in Abbildung 3.3.5-1 zwei Entscheidungsexperimenten dargestellt. Teilnehmende haben an sieben dieser Entscheidungsexperimente teilgenommen.

	A	B
Fahrzeit	5 Min.	3 Min.
Tempolimit	50 km/h	50 km/h
Strasse	Keine Begrenzung	Keine Begrenzung
Begrenzung	... zugelassen	... nicht zugelassen
S-Pedelecs	...	...
Ihre Wahl	☐	☐

	A	B
Fahrzeit	3 Min.	1 Min.
Tempolimit	30 km/h	50 km/h
Strasse	Keine Begrenzung	Keine Begrenzung
Begrenzung	... mit den Autos im Mischverkehr	... auf der Radanlage
Sie fahren ..	...	...
Ihre Wahl	☐	☐

Abbildung 3.3.5-1: Beispiel zweier Entscheidungssituationen Innerorts für Radfahrende (links) und S-Pedelec-Fahrende (rechts)

Zuerst wurde das Entscheidungsverhalten ausgewertet. Wichtige Kriterien sind (1) Dominanz einer Alternative oder eines Merkmals (z.B. Reisezeit) und (2) Trading. S-Pedelec-Fahrende haben sich in 67 % der Fälle entschieden, die Radfahranlagen zu benutzen versus 33 % auf der Straße zu fahren. Radfahrende entscheiden sich in 53 % ein längerer Weg zurückzulegen; S-Pedelec-Fahrende entscheiden sich in 47 % ein längerer Weg zurückzulegen.

Zunächst wurde ein Grundmodell geschätzt. Auf Basis dieses Modells wurde die Modellerweiterung um zusätzliche Variablen zur Beschreibung der Straßengestaltung durchgeführt. Diese Variablen wurden einzeln dem Grundmodell hinzugefügt, um die Steigerung der Erklärungskraft für jede zusätzliche Variable zu bewerten. Des Weiteren wurde mittels Interaktionstermen untersucht, inwiefern ein S-Pedelec die Entscheidungswahrscheinlichkeit beeinflusst.

Die Modellergebnisse sind in Tabelle 3.3.5-1 aufgeführt. Neben den Parameterwerten der verschiedenen Variablen sind auch die Standardfehler und die t-Teststatistiken aufgeführt, die ausweisen, ob der jeweilige Parameter signifikant von Null unterschiedlich ist. Ein Wert von

über +/- 1,96 weist darauf hin, dass dies mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von kleiner als 5 % der Fall ist.

Zusammengefasst:

- **Reisezeit:** Ein negativer Wert von -0,052 deutet darauf hin, dass mit zunehmender Reisezeit die Präferenz für die Alternative abnimmt. Die geschätzten Interaktionsparameter für S-Pedelec-Fahrende waren nicht signifikant, was darauf hindeutet, dass S-Pedelec-Fahrende die Reisezeit nicht anders wahrnehmen als Radfahrende.
- **Straße:** Ein positiver Wert von 0,488 deutet darauf hin, dass das Fahren entlang der Straße positiver wahrgenommen wird im Vergleich zum Fahren auf dem gemeinsamen Geh- und Radweg. Die negativen Parameterwerte für Parkplätze (-0,593), ein Tempolimit von 50 km/h (-0,988) und das Verkehrsaufkommen (nur S-Pedelec-Fahrende, -0,605) deuten darauf hin, dass Abschnitte mit diesen Merkmalen negativ wahrgenommen werden. Wenn eine dieser Bedingungen erfüllt ist, wird der Geh- und Radweg gegenüber der Straße bevorzugt. Schließlich wurde eine Variable spezifiziert, die angibt, ob ein Schutzstreifen oder ein Umweltpur neben S-Pedelec-Fahrende auf der Straße verfügbar war. Der geschätzte Parameter war signifikant (0,643), was darauf hinweist, dass S-Pedelec-Fahrende angrenzende und möglicherweise verfügbare Radinfrastruktur positiv betrachten. Andere Merkmale der Straße, wie Anzahl Fahrspuren und Einrichtungsverkehr waren nicht signifikant.
- **Schutzstreifen (CH / AT: Radstreifen):** ein positiver Wert von 0,418 deutet auf eine Präferenz für Schutzstreifen gegenüber Geh- und Radwegen hin. Der negative Parameterwert für Streckenabschnitte mit einem Tempolimit von 50 km/h (-0,433) deutet darauf hin, dass Abschnitte mit höheren signalisierten Geschwindigkeiten negativ wahrgenommen werden. Die positive Parameterwerten für Breite und Farbe, deuten darauf hin, dass breitere Schutzstreifen sowie rot eingefärbte Schutzstreifen bevorzugt werden.
- **Geschützte Radstreifen mit Pfosten und Abgetrennter Radweg mit Erhöhung:** die positive Parameterwerte deuten drauf hin, dass diese Anlagen die höchste Präferenz genießen. In beiden Fällen werden breitere Anlagen bevorzugt. Dieser Effekt ist weniger stark als bei Schutzstreifen. S-Pedelec-Fahrende bevorzugen eine Abtrennung mit Erhöhung über die Pfosten. Parkplätze beeinflussen die Präferenz nicht signifikant.
- **Umweltpur:** Ein positiver Koeffizient von 0,333 deutet auf eine Präferenz für Umweltpuren hin.

Tabelle 3.3.5-1: Modellergebnisse Innerorts

Attribut	Wert	Std, Fehler	T-Test
Reisezeit	-0,052	0,014	-3,775
Reisezeit Korrektur für S-Pedelec-Fahrende	-	-	-
Reisezeit Korrektur für Pedelec-Fahrende	-	-	-
Straße [Ref: Gemeinsamer Geh- und Radweg]	0,488	0,084	5,794
- Korrektur S-Pedelec-Fahrende	-	-	-
- Tempolimit 50 [Ref: 30 km/h]	-0,988	0,196	-5,038
- Parkplätze [Ref: keine Parkplätze]	-0,593	0,136	-4,358
- Verkehrsaufkommen [nah vs weit], Nur-S-Pedelec-Fahrende	-0,605	0,175	-3,457
- Streifen oder Umweltspur sichtbar, nur S-Pedelec-Fahrende	0,643	0,293	2,195
Schutzstreifen (CH / AT: Radstreifen) [Ref: Straße]	0,418	0,112	3,734
- Korrektur S-Pedelec-Fahrende	-	-	-
- Tempolimit 50 [Ref: 30 km/h]	-0,433	0,210	-2,058
- Farbe (Rot vs kein [Ref])	0,768	0,382	2,011
- Parkplätze [Ref: keine Parkplätze]	-	-	-
- Breite (Breit vs schmal [Ref])	1,292	0,498	2,592
Geschützter Radstreifen mit Pfosten [Ref: Straße]	1,100	0,107	10,262
- Korrektur S-Pedelec-Fahrende	-0,512	0,118	-4,339
- Parkplätze [Ref: keine Parkplätze]	-	-	-
- Breite (Breit vs schmal [Ref])	0,226	0,107	2,118
- Parkplätze [Ref: keine Parkplätze]	-	-	-
Abgetrennter Radweg mit Erhöhung [Ref: Straße]	1,125	0,101	11,152
- Korrektur S-Pedelec-Fahrende	-0,253	0,128	-1,980
- Parkplätze [Ref: keine Parkplätze]	-	-	-
- Breite (Breit vs schmal [Ref])	0,376	0,117	3,214
Umweltspur	0,312	0,087	3,605
- Korrektur S-Pedelec-Fahrende	-	-	-
Gemeinsamer Geh- und Radweg [Referenz]	-	-	-
Konstante für die Rechteralternative	-0,004	0,031	-0,126
Modellgüte			
Individuals	854		
Entscheidungssituationen	5953		
LL(start)	-4126,31		
LL(final)	-3722,26		
Adj,Rho-squared	0,0934		

Weitere Schätzungen, die **Parameter für** elektronische oder andere Geschwindigkeitsbegrenzungen für **S-Pedelec-Fahrende** oder länderspezifische Effekte berücksichtigten, waren nicht signifikant.

Interpretation & Zahlungsbereitschaften

Es ist möglich, die Bereitschaft, eine längere Strecke zurückzulegen, zu berechnen, indem der Reisezeit-Parameter durch die Merkmale der Infrastruktur geteilt wird. Wenn Interaktionsparameter in dieser Berechnung enthalten sind, ist der geschätzte Beta-Parameter für den Hauptkoeffizienten (z. B. Infrastrukturtyp) mit dem Interaktionseffekt (z. B. Breite) zu multiplizieren. Tabelle 3.3.5-2 enthält ausgewählte Zahlungsbereitschaften für verschiedene Arten von Infrastruktur und Radfahranlagen. Die Parameter werden durch die Reisezeit geteilt, wodurch diese Zahlungsbereitschaft in Minuten ausgedrückt wird. Die Zahlungsbereitschaft sollte im Zusammenhang mit der durchschnittlichen Reisezeit gesehen werden, die für Radfahrende und S-Pedelec-Fahrende jeweils 5,2 Minuten betrug. Vergleiche für Straßen mit einem Tempolimit von 50 km/h werden nur für S-Pedelec-Fahrende durchgeführt, da Radfahrende nur in sehr wenigen Situationen die Wahlmöglichkeit hatten, auf der Straße mit einem Tempolimit von 50 km/h zu radeln. Ebenso wurden S-Pedelec-Fahrende nur in einer begrenzten Anzahl von Wahlmöglichkeiten zwischen zwei Arten von Radwegen konfrontiert, da ihre Position im Querschnitt variiert wurde.

Tabelle 3.3.5-2: Ausgewählte Zahlungsbereitschaften in Minuten Innerorts

Situation A	Situation B	Radfah- rende / Pedelec- Fahrende	S-Pedelec- Fahrende
Straße, Tempo 30	Geh- und Radweg	-9,37	-9,37
Straße, Tempo 50, Verkehr	Geh- und Radweg	-	5,56
Straße, Schutzstreifen oder Umweltspur sichtbar	Geh- und Radweg	-	15,40
Straße, Tempo 30	Schutzstreifen, schmal	-1,34	-1,34
Straße, Tempo 30	Schutzstreifen, breit	9,04	9,04
Straße, Tempo 50	Schutzstreifen, schmal	-	7,92
Straße, Tempo 50	Schutzstreifen, breit	-	18,30
Straße, Tempo 30	Geschützte Radstreifen mit Pfosten	11,74	0,93
Straße, Tempo 50	Geschützte Radstreifen mit Pfosten	-	10,19
Straße, Tempo 30	Abgetrennter Radweg mit Erhöhung	12,22	6,87
Straße, Tempo 50	Abgetrennter Radweg mit Erhöhung	-	16,13
Straße, Tempo 30	Umweltspur	3,38	3,38
Straße, Tempo 50	Umweltspur	-	5,89
Schutzstreifen, breit	Geschützte Radstreifen mit Pfosten	2,70	-
Schutzstreifen, breit	Abgetrennter Radweg mit Erhöhung	3,18	-
Schutzstreifen, breit, Tempo 50	Geschützte Radstreifen mit Pfosten	6,18	-
Schutzstreifen, breit, Tempo 50	Abgetrennter Radweg mit Erhöhung	6,65	-
Abgetrennter Radweg mit Erhöhung	Geschützte Radstreifen mit Pfosten	0,47	-

Es wurde festgestellt, dass sowohl Radfahrende als auch S-Pedelec-Fahrende eine Route mit einem Geh- und Radweg bevorzugen würden, wenn sie 9 Minuten kürzer wäre als eine Straße mit einem Tempolimit von 30 km/h.

Auf der anderen Seite müsste eine Straße mit einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 50 km/h und hohem Verkehrsaufkommen für S-Pedelec-Fahrende 5,5 Minuten schneller sein, um in Betracht gezogen zu werden.

Wenn S-Pedelec-Fahrende vor der Wahl zwischen einer Straße standen, auf der eine Radfahrstreifen oder eine Umweltspur sichtbar war, müsste der Geh- und Radweg 15 Minuten schneller sein, um in Betracht gezogen zu werden.

Beim Vergleich mit anderen Arten von Infrastrukturen zeigt sich ein ähnliches Muster. Sowohl Radfahrende als auch S-Pedelec-Fahrende bevorzugen das Radfahren entlang einer Straße mit einem Tempolimit von 30 km/h gegenüber einer Straße mit einem schmalen Fahrradweg. Andererseits sollte die Straße im Vergleich zu einem breiten Schutzstreifen 9 Minuten schneller sein, um von Radfahrenden und S-Pedelec-Fahrenden in Betracht gezogen zu werden.

Für die Radfahranlagen "Geschützter Radstreifen mit Pfosten" und "Abgetrennter Radweg mit Erhöhung" wurde festgestellt, dass S-Pedelec-Fahrende unterschiedliche Präferenzen als Radfahrende haben. S-Pedelec-Fahrende sind nur bereit, einen kleinen Umweg von 1 Minute für einen "Abgetrennten Radweg mit Pfosten" in Kauf zu nehmen, im Vergleich zu einer Straße mit einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h. Radfahrende hingegen sind bereit einen Umweg von 11 Minuten zu machen. Wenn diese Straße eine Geschwindigkeitsbegrenzung von 50 km/h hat, sind S-Pedelec-Fahrende bereit, einen Umweg von 10 Minuten zu machen, um die Straße zu vermeiden.

Radfahrende sind bereit einen Umweg von 2,70 Minuten zurückzulegen für einen geschützten Radstreifen mit Pfosten resp. von 3,2 Minuten für einen abgetrennten Radweg mit Erhöhung, in beiden Fällen versus einen Schutzstreifen entlang einer Straße mit einem Tempolimit von 30 km/h.

Die Innovation dieses Entscheidungsexperiments liegt in der expliziten Berücksichtigung der Position im Straßenquerschnitt der S-Pedelec-Fahrende. Zusammenfassend zeigen die geschätzten Parameter und abgeleiteten Zahlungsbereitschaftsschätzungen eine starke Präferenz dafür, das Radfahren entlang einer Straße zu vermeiden. Für S-Pedelec-Fahrende ist dieser Effekt deutlich sichtbar, wenn es sich um Straßen mit einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 50 km/h handelt oder wenn das Alternativangebot sehr attraktiv ist, wie beispielsweise eine abgetrennte Radfahranlage. Wenn Radwege vorhanden und direkt zugänglich sind, betrachten S-Pedelec-Fahrende die Straße als eine realistische Alternative, möglicherweise weil sie beabsichtigen, diese Infrastruktur zu nutzen. Das Wahlexperiment ermöglicht keine spezifische Ableitung von Präferenzen zwischen den verschiedenen Arten von Radfahranlagen für S-Pedelec-Fahrende. Bei den Radfahrenden ist jedoch eine klare Präferenz für Anlagen mit einem höheren Trennungsgrad festzustellen.

3.3.5.2 Außerorts

3.3.5.2.1 Ergebnisse

Zur Illustration der Befragung sind in Abbildung 3.3.5-2 zwei Entscheidungsexperimenten dargestellt. Teilnehmende haben an sechs dieser Entscheidungsexperimenten teilgenommen.

	A	B
Fahrzeit	8 Min.	12 Min.
Tempolimit	60 km/h	80 km/h
Sie fahren	... auf der Radanlage	... auf der Radanlage
S-Pedelecs	S-Pedelecs zugelassen	S-Pedelecs nicht zugelassen
Ihre Wahl	☐	☐

	A	B
Fahrzeit	12 Min.	12 Min.
Tempolimit	60 km/h	80 km/h
Sie fahren	... mit den Autos im Mischverkehr	... auf dem gemeinsamen Geh- und Radweg
Ihre Wahl	☐	☐

Abbildung 3.3.5-2: Beispiel einer Entscheidungssituation Außerorts für Radfahrende (links) und S-Pedelec-Fahrende (rechts)

In der Folge wurde das Entscheidungsverhalten ausgewertet. Wichtige Kriterien sind (1) Dominanz einer Alternative oder eines Merkmals (z.B. Reisezeit) und (2) Trading. S-Pedelec-Fahrende haben sich in 74 % der Fälle entschieden, die Radfahranlagen zu benutzen versus 26 % die Straße zu benutzen. Radfahrende entscheiden sich in 50 % der Entscheidungssituationen dafür einen längeren Weg zurückzulegen; S-Pedelec-Fahrende entscheiden sich in 47 % der Entscheidungssituationen dafür einen längeren Weg zurückzulegen.

Das Vorgehen der Modellierung der Antworten der Entscheidungssituationen Außerorts ist identisch mit jenem für die Entscheidungssituation ‚Innerorts‘.

Zunächst wurde ein Grundmodell geschätzt. Auf Basis dieses Modells wurde die Modellerweiterung um zusätzliche Variablen zur Beschreibung der Straßengestaltung durchgeführt. Diese Variablen wurden einzeln dem Grundmodell hinzugefügt, um die Steigerung der Erklärungskraft für jede zusätzliche Variable zu bewerten. Des Weiteren wurde mittels Interaktionstermen untersucht, inwiefern ein S-Pedelec die Entscheidungswahrscheinlichkeit beeinflusst.

Die Akzeptanz von Regelungen wurde auf verschiedene Weisen ausgewertet. Um die Akzeptanz von Radfahrer:innen auf Radwegen zu beurteilen, wurde die Variable "S-Pedelecs erlaubt" in die Nutzenfunktion auf der Ebene des Infrastrukturtyps aufgenommen. Außerdem wurde die Variable "S-Pedelecs erlaubt" explizit spezifiziert, um eine Unterscheidung zwischen Straßen

mit Infrastruktur ausschließlich für Radfahrende und Straßenabschnitten mit gemeinsamen Geh- und Radwegen zu ermöglichen. Die letztere Spezifikation wurde ausgewählt. Die Model-
lergebnisse sind in Tabelle 3.3.5-3 aufgeführt.

Zusammengefasst:

- **Reisezeit:** Der negative Wert von -0,053 deutet darauf hin, dass eine längere Reisezeit mit einer signifikanten Abnahme der Präferenz verbunden ist. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen Radfahrende und S-Pedelec-Fahrende festgestellt werden.
- **Schutzstreifen (CH / AT: Radstreifen):** Der Wert von 1,039 zeigt an, dass Schutzstreifen im Vergleich zur Straße positiv bewertet werden. Insbesondere werden Straßen mit einer breiteren Spurbreite bevorzugt, wenn Schutzstreifen vorhanden sind, sowie eingefärbte Schutzstreifen. Straßen mit Schutzstreifen mit viel Verkehr sowie Straßen mit Schutzstreifen mit einem höheren Tempolimit von 80 km/h zeigen eine tiefere Präferenz auf.
- **Abgetrennter Radweg:** Der Wert von 2,15 deutet darauf hin, dass abgetrennte Radwege im Vergleich zur Straße stark bevorzugt werden. Andere Merkmale (Breite, Farbe, Radverkehrsaufkommen) waren nicht signifikant.
- **Zweirichtungsradweg:** Der Wert von 2,163 deutet darauf hin, dass abgetrennte Zweirichtungsradwege im Vergleich zur Straße am zweitmeisten bevorzugt werden.
- **Radschnellweg:** Der Wert von 2,33 deutet darauf hin, dass Radschnellwege im Vergleich zur Straße am meisten bevorzugt werden.
- **Gemeinsamer Geh- und Radwege:** Die positiven Parameter für gemeinsame Geh- und Radwege deuten darauf hin, dass diese positiv wahrgenommen werden im Vergleich zur Straße. In beiden Fällen wurde ein hohes Fußverkehrsaufkommen als negativ wahrgenommen. Entlang der Straße geführte gemeinsamer Geh- und Radwege wurden positiver wahrgenommen, wenn diese sehr breit sind.
- **Eingliederungsmaßnahmen:** Der positive Parameter deutet darauf hin, dass Radfahrende das Teilen der Infrastruktur mit S-Pedelecs nicht als Problem wahrnehmen. Auch wurde überprüft, ob dieser Parameter für Österreich, Deutschland und die Schweiz unterschiedlich war. Es konnten keine Unterschiede in den Präferenzen pro Land festgestellt werden.

Tabelle 3.3.5-3: Modellergebnisse Außerorts

Attribut	Wert	Std, Fehler	T-Test	
Reisezeit		-0,053	0,011	-4,877
	-	-	-	
Schutzstreifen (CH / AT: Radstreifen) [Ref: Straße]		1,039	0,142	7,332
- Spurbreite (3,5 m vs 2,5m [Ref])		0,377	0,165	2,289
-Farbe (Rot vs kein [Ref])		0,536	0,158	3,399
-Tempolimit 80 [Ref: 60 km/h]		-0,631	0,115	-5,465
-MIV (nah vs weit [Ref: weit])		-0,380	0,121	-3,131
Abgetrennter Radweg [Ref: Straße]		2,147	0,131	16,385
- Korrektur S-Pedelec-Fahrende		-0,342	0,078	-4,384
- Breite	-	-	-	
- Farbe	-	-	-	
Zweirichtungsradweg [Ref: Straße]		2,163	0,131	16,495
- Korrektur S-Pedelec-Fahrende		-0,446	0,070	-6,358
- Breite	-	-	-	
- Farbe	-	-	-	
Radschnellweg [Ref: Straße]		2,325	0,193	12,068
- Korrektur S-Pedelec-Fahrende		-0,381	0,084	-4,541
- Breite		-0,178	0,067	-2,665
- Farbe		0,101	0,082	1,221
Gemeinsamer Geh- und Radweg [Ref: Straße]		0,958	0,141	6,798
- Korrektur S-Pedelec-Fahrende		-0,346	0,165	-2,095
- Breite		0,433	0,161	2,686
- Zufußgehende (Viel vs wenig [Ref])		-0,471	0,120	-3,913
Gemeinsamer Geh- und Radweg, ohne Straße		0,904	0,147	6,169
- Korrektur S-Pedelec-Fahrende	-	-	-	
- Breite	-	-	-	
- Zufußgehende (Viel vs wenig [Ref])		-0,506	0,169	-2,989
S-Pedelec-Fahrende zugelassen auf Schutzstreifen oder Radwege		0,233	0,074	3,165
S-Pedelec-Fahrende zugelassen auf Geh- und Radwege		0,433	0,117	3,707
Konstante für die Rechteralternative		-0,039	0,039	-1,004
Modellgüte				
Individuals		854		
Entscheidungssituationen		5122		
LL(start)		-3501,09		
LL(final)		-2948,33		
Adj,Rho-squared		0,1631		

Interpretation & Zahlungsbereitschaften

Tabelle 3.3.5-4 enthält ausgewählte Zahlungsbereitschaften für verschiedene Arten von Infrastruktur. Die Parameter werden durch die Reisezeit geteilt, wodurch diese Zahlungsbereitschaft in Minuten ausgedrückt wird. Die Zahlungsbereitschaft sollte im Zusammenhang mit der durchschnittlichen Reisezeit gesehen werden, die für Radfahrende und S-Pedelec-Fahrende jeweils 10 Minuten betrug. Vergleiche für Straßen werden nur für S-Pedelec-Fahrende durchgeführt, da Radfahrende nur in sehr wenigen Situationen die Wahlmöglichkeit hatten zu fahren.

Tabelle 3.3.5-4: Ausgewählte Zahlungsbereitschaften Außerorts

Situation A	Situation B	Radfahrende / Pedelec-Fah- rende		S-Pedelec- Fahrende
Straße	Schutzstreifen, Tempo 60	-		-27,13
Straße	Schutzstreifen, Tempo 80	-		-14,71
Straße	Schutzstreifen, Tempo 60, Kern- fahrbahn (2,5m Fahrspur)	-		-30,26
Straße	Abgetrennter Radweg	-		-26,78
Straße	Zweirichtungsradweg	-		-22,73
Straße	Geh- und Radweg	-		-11,89
Abgetrennter Radweg	Schutzstreifen, Tempo 60		-13,59	0,35
Abgetrennter Radweg	Zweirichtungsradweg		0,30	-4,05
Abgetrennter Radweg	Gemeinsamer Geh- und Radweg		-23,57	-
Abgetrennter Radweg	Radschnellweg		3,38	-0,03
Zweirichtungsradweg	Radschnellweg		3,07	4,57

Die geschätzte Zahlungsbereitschaft für das Radfahren auf der Straße für S-Pedelec-Fahrende im Vergleich zu verschiedenen Radfahranlagen deutet auf eine hohe Bereitschaft hin, Umwege in Kauf zu nehmen. Eine Fahrt auf der Straße sollte um 27 Minuten kürzer sein im Vergleich zu einem Fahrradweg entlang einer Straße mit einem Tempolimit von 60 km/h. Diese Zahlungsbereitschaft sinkt auf 15 Minuten, wenn der Schutzstreifen an einer Straße mit einem Tempolimit von 80 km/h verläuft, vermutlich weil die Unterschiede zwischen der Straße und den Schutzstreifen geringer werden. Im Fall einer Schutzstreifen auf einer schmalen Straße (Schweiz: Kernfahrbahn) mit einem Tempolimit von 80 km/h erhöht sich die Zahlungsbereitschaft auf 30 Minuten. Die geringste Zahlungsbereitschaft besteht für Geh- und Radwege.

Dennoch sind S-Pedelec-Fahrende immer noch bereit, einen Umweg von 11 Minuten in Kauf zu nehmen, um möglicherweise auf dieser Infrastruktur, anstelle der Straße zu fahren.

Bei der Bewertung der Zahlungsbereitschaft zwischen verschiedenen Radfahranlagen tendieren diese dazu, kleiner zu werden. S-Pedelec-Fahrende bevorzugen einen abgetrennten Fahrradweg gegenüber einem Zweirichtungsradweg, möglicherweise weil das Überholen als einfacher wahrgenommen wird. Radfahrende bevorzugen Radschnellwege gegenüber baulich getrennte Radfahranlagen; Radschnellwege werden gegenüber Zweirichtungsradwegen bevorzugt. Radfahrende sind bereit, einen Umweg von 3,4 Minuten für eine Radschnellwegen zurückzulegen; S-Pedelec-Fahrende sind bereit, einen Umweg von 4,5 Minuten gegenüber einem Zweirichtungsradweg zurückzulegen.

Zusammenfassend bevorzugen S-Pedelec-Fahrende bei der Wahl zwischen der Straße und der möglichen Nutzung von Radfahranlagen die Nutzung von Radfahranlagen, wobei die Reisezeit eine geringere Rolle spielt. Das Tempolimit der Straße und die Breite der Fahrspur der Straße spielen eine Rolle, wenn zwischen einem Radstreifen und der Straße gewählt werden muss. Dennoch äußern sowohl Radfahrende als auch S-Pedelec-Fahrende die stärkste Präferenz für getrennte Einrichtungen.

3.4 Synthese Akzeptanzanalyse

Nachfolgend werden die Erkenntnisse aus der Akzeptanzanalyse allgemein und differenziert nach Perspektive Verkehrsteilnehmenden zusammengefasst und um die Erkenntnisse aus der SP-Befragung und den Fokusgruppen ergänzt.

Nachfolgend werden in der Synthese die Forschungsfragen entlang der Maßnahmen adressiert:

1. Welche rechtlichen Freiheiten und Einschränkungen werden seitens der unterschiedlichen Verkehrsteilnehmenden akzeptiert und welche nicht? (*Spalte 2: Basis Akzeptanzbefragung; Da die Unterschiede zwischen den Ländern klein sind, wird auf diese nicht weiter eingegangen.*)
2. Wie stellen sich die Umweg-Elastizitäten für S-Pedelec-Fahrende im Vergleich zu Pedelecs dar bzw. welche Umwege werden von S-Pedelec-Fahrenden noch akzeptiert? (*Die Umwegelastizitäten werden abschließend in den Ergebnissen der SP-Befragung diskutiert.*)
3. Welche Kriterien für die Auswahl von Anlagen, auf denen S-Pedelecs unterwegs sein dürfen, sind sinnvoll? (*Spalte 3: Basis Fokusgruppen und SP-Befragung*)

4. Wie sollen Anlagen, auf denen S-Pedelecs im Mischverkehr mit dem konventionellen Radverkehr unterwegs sind (z. B. Radschnellrouten), dimensioniert und gestaltet sein?
(Spalte 3: Basis Fokusgruppen und SP-Befragung)

3.4.1.1 Eingliederungsmaßnahmen der S-Pedelecs in die bestehende Verkehrsinfrastruktur

Die nachfolgende Tabelle 3.3.5-1 zeigt die Bewertung der Eingliederungsmaßnahmen auf Basis der Akzeptanzanalyse, die Kontextbedingungen auf Basis der SP-Befragung und der Fokusgruppen. Es werden erste Schlussfolgerungen gezogen.

Tabelle 3.3.5-1: Eingliederungsmaßnahmen der S-Pedelecs in die bestehende Verkehrsinfrastruktur

Maßnahmen	Forschungsfrage 1:	Forschungsfragen 3 und 4:	
	Bewertung auf Basis der Akzeptanzanalyse	Kontext / Bedingung aus SP-Befragung [SP] und Fokusgruppen [F]	Schlussfolgerungen
Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV			Maßnahme weist geringe Akzeptanz auf. Bei Umsetzung nur unter Bedingungen akzeptiert: Geringe Geschwindigkeit des MIV, innerorts
Überall	Insgesamt weist diese Maßnahme für alle Verkehrsteilnehmende eine geringere Akzeptanz auf als eine Eingliederung von S-Pedelecs in den Radfahranlagen. Im Vergleich zu allen anderen Verkehrsteilnehmenden wird die Maßnahme von Autofahrenden am negativsten beurteilt.	Faktoren, die die Bereitschaft auf der Straße zu fahren, beeinflussen sind das Tempolimit (30km/h bevorzugt), Parkplätze (keine Parkplätze bevorzugt). Diese Faktoren sind gleich für S-Pedelec-Fahrende und Radfahrende [SP]. Innerorts gibt es eine höhere Akzeptanz von S-Pedelec-Fahrenden, da das Mitfließen mit dem Verkehr möglich ist. Die Eingliederung bringt aber ein höheres Risiko für S-Pedelec-Fahrende mit sich [F].	Geringe Akzeptanz generell, tiefste Akzeptanz bei Autofahrenden. Alle anderen Verkehrsteilnehmenden sind sich einig.
Innerorts	Gleich wie «überall»	Faktoren, die die Bereitschaft auf der Straße zu fahren, beeinflussen sind das Tempolimit (30km/h bevorzugt), Parkplätze (keine Parkplätze bevorzugt). Diese Faktoren sind gleich für S-Pedelec-Fahrende und Radfahrende [SP]. Innerorts gibt es eine höhere Akzeptanz von S-Pedelec-Fahrenden, da das Mitfließen mit dem Verkehr möglich ist. Die Eingliederung bringt aber ein höheres Risiko für S-Pedelec-Fahrende mit sich [F].	

Außerorts	Gleich wie «überall»	S-Pedelec-Fahrende sind bereit innerorts und außerorts die Fahrspur zu teilen [SP].	
Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen			Insgesamt größte Akzeptanz über alle Verkehrsteilnehmenden.
Überall	Die Maßnahme genießt die größte Akzeptanz bei allen Verkehrsteilnehmenden im Vergleich zu allen anderen Maßnahmen.	S-Pedelec-Fahrende bevorzugen die Benutzung von Radfahranlagen über eine Eingliederung im Mischverkehr. Die Art der Radfahranlagen spielt eine kleinere Rolle, im Gegensatz zu Radfahrenden, die getrennten Anlagen bevorzugen. Breitere Anlagen von Radfahrenden sowie S-Pedelec-Fahrenden bevorzugt [SP]. Sicherheit ist ein zentrales Argument für die Eingliederung der Radfahranlagen. Um Konflikte mit Fahrradfahrenden zu vermeiden, ist die Eingliederung akzeptierter bei Geschwindigkeitsregulation, guter Infrastruktur und geringem Verkehrsaufkommen [F].	Andere Radfahrende lehnen das Teilen der Radfahranlagen nicht ab. Übereinstimmung in der Akzeptanz bei allen Verkehrsteilnehmenden.
Innerorts	Gleich wie überall		
Außerorts	Gleich wie überall	Die Akzeptanz für diese Maßnahme ist höher außerorts [F].	
Geh- und Radwege			Kontroverse Maßnahme: Gegenüber Eingliederung in Radfahranlagen tiefere Akzeptanz bei Zufußgehenden, ÖV-Nutzenden und Radfahrenden. Ähnlich hohe Akzeptanz wie Integration in Radfahranlagen durch S-Pedelecs, Pedelecs und Autofahrende. Eingliederung nur außerorts mit Geschwindigkeitsreduktion und guter Infrastruktur.
Überall	Die S-Pedelec-Fahrende, Pedelec-Fahrende und Autofahrende zeigen eine höhere Akzeptanz für diese Maßnahme im Vergleich zu anderen Verkehrsteilnehmenden. Radfahrende, ÖV-Nutzende und Zufußgehende bewerten die Benutzung von Geh- und Radwegen von S-Pedelecs tiefer als die Eingliederung in Radfahranlagen. ÖV-Nutzende und Zufußgehende bewerten die Benutzung von Geh- und Radwegen von S-Pedelecs tiefer als die Eingliederung in den Mischverkehr mit Autos.	Akzeptanz geknüpft an Ausbau der Infrastruktur und geringes Verkehrsaufkommen, Trennung der Fahrspuren Geschwindigkeitsreduktion bei S-Pedelecs als weitere Bedingung [F].	Autofahrende begrüßen es, wenn sie die Fahrspur nicht mit S-Pedelecs teilen müssen.

	Diese Maßnahme wird von den S-Pedelec-Fahrenden zusammen mit den Maßnahmen 'Wahlfreiheit' und 'Eingliederung in Radfahranlagen' gleich gut akzeptiert.		
Innerorts	Gleich wie überall	Andere Radfahranlagen werden gegenüber Geh- und Radwegen bevorzugt. Fahren im Mischverkehr wird gegenüber Geh- und Radwegen, wenn die Straße ein Tempolimit von 30 km/h hat und/oder keine Parkplätze hat und/oder wenig Verkehrsaufkommen bevorzugt [SP]. Innerorts sprechen Konflikte mit Zufußgehenden und Radfahrenden und die daraus entstehende Gefahren gegen eine Eingliederung in Geh- und Radwege [F].	
Außerorts	Höhere Akzeptanz außerorts über die Gesamtstichprobe gegenüber Eingliederung in den Mischverkehr mit Autos.	Radfahrende und S-Pedelec-Fahrende bevorzugen Streckenabschnitte mit Geh- und Radwegen; sie werden bevorzugt gegenüber dem Fahren im Mischverkehr. Jedoch werden breitere Streckenabschnitte mit Schutzstreifen und ein Tempolimit von 60 km/h gegenüber den Geh- und Radwegen bevorzugt. Ein hohes Fußverkehrsaufkommen spricht gegen die Benutzung von Geh- und Radwegen im Vergleich mit anderen Radfahranlagen [SP]. Außerorts werden von S-Pedelec-Fahrenden Geh- und Radwege als sicherer wahrgenommen [F] Höhere Akzeptanz der Eingliederung außerorts. [F]	
Wahlfreit			Kontroverse Maßnahme: Akzeptiert durch S-Pedelecs und Pedelecs, mittlere Akzeptanz bei Radfahrenden, geringe Akzeptanz bei Autofahrenden, ÖV-Nutzenden und Zufußgehenden.
Überall	Gemeinsam mit der Eingliederung in den Mischverkehr mit Autos insgesamt geringste Akzeptanz. S-Pedelecs weisen höchste Akzeptanz im Vergleich zu allen anderen Verkehrsteilnehmenden auf. Zufußgehende, Autofahrende und ÖV-Nutzende weisen geringere Akzeptanz im Vergleich zu S-Pedelecs, Radfahrenden und Pedelecs.	Akzeptierter bei Geschwindigkeitsreduktion von S-Pedelecs, bei guter Radinfrastruktur [F].	

Innerorts	Gleich wie «überall»	S-Pedelec-Fahrende in Deutschland und Österreich nehmen die Wahlfreiheit als positiv war. Faktoren, die für eine Wahlfreiheit sprechen, sind die Möglichkeit die Position im Querschnitt an Umgebungsfaktoren anzupassen sowie mögliche Gefahren im Mischverkehr. S-Pedelec-Fahrende in der Schweiz hingegen sind zufrieden mit der bestehenden Eingliederung in Radfahranlagen [F].	
Außerorts	Gleich wie «überall»		

3.4.1.2 Geschwindigkeitsregulation von S-Pedelecs innerorts

Die nachfolgende Tabelle 3.3.5-2 zeigt die Bewertung der Maßnahmen zur Geschwindigkeitsregulation auf Basis der Akzeptanzanalyse, die Kontextbedingungen auf Basis der SP-Befragung und der Fokusgruppen. Die Beurteilung erfolgte nur für Straßen innerorts. Es werden Schlussfolgerungen abgeleitet.

Tabelle 3.3.5-2: Geschwindigkeitsregulation von S-Pedelecs innerorts

Maßnahmen	Forschungsfrage 1:	Forschungsfragen 3 und 4:	
Geschwindigkeitsregulation	Bewertung auf Basis der Akzeptanzanalyse	Kontext / Bedingung aus SP-Befragung [SP] und Fokusgruppen [F]	Schlussfolgerungen
Geschwindigkeitsregulation (automatisch / gesetzlich)			Geschwindigkeitsregulation ist eine Maßnahme, welche in Verbindung mit Privilegien (das Teilen von Radfahranlagen oder Gehwegen) akzeptiert wird.
Beides	Insgesamt hohe Akzeptanz über alle Verkehrsteilnehmenden. Ausnahme ÖV-Nutzende mit geringerer Akzeptanz (vermutlich fehlende Relevanz). Keine Unterschiede zur technischen Regulation – vermutlich ein Messfehler.	Auf Basis der SP-Befragung, konnte innerorts kein Unterschied in Präferenzen gemessen werden zwischen Streckenabschnitte mit gesetzlichen oder automatischen Geschwindigkeitsregulation und Streckenabschnitte <u>ohne</u> gesetzlichen oder automatischen Geschwindigkeitsregulation [SP]. Geschwindigkeitsregulation wird akzeptiert, wenn es die Zulassung auf Radfahranlagen ermöglicht in Länder, wo es noch keine Eingliederung gibt. Jedoch wird die Fairness der Maßnahme in	

		Frage gestellt, wenn die Geschwindigkeit der Autofahrenden nicht gedrosselt wird [F].	
Gesetzlich	Gleich wie «beides»	Gleich wie «beides»	
Automatisch / Technisch	Gleich wie «beides»	Kontroverse Diskussion, wird als problematisch diskutiert, da Eingriff in Entscheidungsfreiheit; Unfaire Maßnahme; Aufrüstung ist aufwändig; Autofahrende sollten zuerst eingeschränkt werden	

3.4.1.3 Integration in ÖPV

Tabelle 3.3.5-3 zeigt die Bewertung der Maßnahmen zur Integration der S-Pedelecs in den ÖPV auf Basis der Akzeptanzanalyse, die Kontextbedingungen auf Basis der SP-Befragung und der Fokusgruppen. Es werden Schlussfolgerungen abgeleitet.

Tabelle 3.3.5-3: Integration in ÖPV

Maßnahmen	Forschungsfrage 1:	Forschungsfragen 3 und 4:	
Integration in ÖPV	Bewertung auf Basis der Akzeptanzanalyse	Kontext / Bedingung aus SP-Befragung [SP] und Fokusgruppen [F]	Schlussfolgerungen
Mitnahme von S-Pedelecs im ÖPV	Insgesamt ist die Akzeptanz eher in einem mittleren Bereich. Höhere Akzeptanz bei S-Pedelecs, Pedelecs und Radfahrenden im Vergleich zu ÖV-Nutzenden und Zufußgehenden.	Akzeptiert unter der Bedingung des Ausbaus der Infrastruktur (Behebung von Platzmangel) Wichtiger Baustein für eine autofreie Mobilität [F]	Maßnahme kann einen Beitrag zur Verkehrswende leisten, die Umsetzung ist aber an den Ausbau der Infrastruktur gebunden.
Abstellen von S-Pedelecs an Abstellanlagen des ÖPV	Hohe Akzeptanz bei allen Verkehrsteilnehmenden	Hohe Akzeptanz gegeben, Bedingungen sind das zur Verfügung stellen einer Infrastruktur mit ausreichend Platz und Sicherheit.	Maßnahme genießt hohe Akzeptanz von allen.

3.4.1.4 Prävention und Sensibilisierung / Regeln für S-Pedelec-Fahrende

Tabelle 3.3.5-4 zeigt die Bewertung der Maßnahmen zur Integration der S-Pedelecs in den ÖPV auf Basis der Akzeptanzanalyse, die Kontextbedingungen auf Basis der SP-Befragung und der Fokusgruppen. Es werden Schlussfolgerungen abgeleitet.

Tabelle 3.3.5-4: Prävention und Sensibilisierung

Maßnahmen	Forschungsfrage 1:	Forschungsfragen 3 und 4:	
Prävention und Sensibilisierung	Bewertung auf Basis der Akzeptanzanalyse	Kontext / Bedingung aus SP-Befragung [SP] und Fokusgruppen [F]	Schlussfolgerungen
Freiwilliges Fahrsicherheitstraining für S-Pedelec-Fahrende	Diese Maßnahme wird von allen Verkehrsteilnehmenden überwiegend akzeptiert.		Ein freiwilliges Fahrsicherheitstraining genießt hohe Akzeptanz insbesondere auch bei S-Pedelecs.
Verpflichtendes Fahrsicherheitstraining für S-Pedelec-Fahrende	Diese Maßnahme wird von allen Verkehrsteilnehmenden auf einem mittleren Niveau akzeptiert.	Verpflichtung könnte zu einer Reduktion der Attraktivität und Nutzung von S-Pedelecs führen. [F]	Ein verpflichtendes Fahrsicherheitstraining genießt eine mittlere, aber im Vergleich zu anderen Sicherheits- und Präventionsmaßnahmen geringere Akzeptanz insbesondere auch bei S-Pedelec-Fahrenden.
Helmpflicht für S-Pedelec-Fahrende	Diese Maßnahme wird von allen Verkehrsteilnehmenden akzeptiert.		Helmpflicht genießt hohe Akzeptanz insbesondere auch bei S-Pedelecs.

4 S-Pedelec Soll-Analyse

4.1 Zielsetzung und Überblick

Ziel der Soll-Analyse stellt die Ausarbeitung eines Katalogs mit Handlungsempfehlungen auf Basis von AP2 und AP3 dar, abgeglichen mit Experten und Expertinnen im Rahmen von Validierungsworkshops. Zusätzlicher Bestandteil stellt die Evaluation ausgewählter Szenarien in der Fahrradfahrsimulation dar.

Aufbauend auf den Ergebnissen aus Umfeld- sowie Akzeptanzanalyse wurde ein Katalog mit konkreten Handlungsempfehlungen entwickelt. Hierzu wurden zunächst zwei Validierungsworkshops mit Expertinnen und Experten durchgeführt, in denen die in den vorangegangenen Arbeitsschritten gewonnenen Erkenntnisse diskutiert und eine Vorauswahl an Szenarien für die Simulatorstudie getroffen wurde. Auf dieser Grundlage wurden ausgewählten Szenarien in der Fahrradsimulation umgesetzt und experimentell hinsichtlich ihrer Wirksamkeit untersucht.

4.2 Validierungsworkshops

4.2.1 Ziel der Workshops

Ziel der Validierungsworkshops war es, von den aus der Umfeld- und Akzeptanzanalyse abgeleiteten möglichen Maßnahmen diejenigen zu bestimmen, die aus Expertensicht für eine Untersuchung im Rahmen des Projekts am relevantesten erschienen, sowie konkrete, zu untersuchende Szenarien auszuwählen und zu definieren.

4.2.2 Ablauf der Workshops

Es wurden zwei Validierungsworkshops mit insgesamt zehn Expertinnen und Experten aus Deutschland, Österreich und der Schweiz durchgeführt. Dabei kamen sechs der Teilnehmenden aus der Schweiz, drei aus Deutschland und einer aus Österreich. Die teilnehmenden hatten Expertise in den Bereichen Entwicklung bzw. Planung von Radverkehrsinfrastruktur- sowie Mobilitätssystemen, Unfallforschung sowie Verkehrssicherheit.

Die Workshops fanden online statt und dauerten jeweils zwei Stunden. Nach einer Einführung in das Projekt und in die Möglichkeiten und Grenzen der Fahrsimulation sowie einem Überblick über die im Rahmen des Projekts bereits erlangten Erkenntnisse folgte eine Diskussion möglicher Maßnahmen zur besseren Integration von S-Pedelecs in das allgemeine Verkehrssystem hinsichtlich Sicherheit und Akzeptanz aller Verkehrsteilnehmenden.

Dabei wurden insbesondere zwei Maßnahmenbereiche zur Zielerreichung diskutiert. Zum einen könnten für eine bessere Integration **Maßnahmen bezüglich der Anpassung gesetzlicher Vorgaben** relevant sein (z. B. Öffnung von Radverkehrsanlagen in Deutschland und Österreich bzw. von Straßen in der Schweiz für S-Pedelec-Fahrende), zum anderen **Maßnahmen bezüglich der Anpassung der Infrastruktur** (z. B. bauliche Trennung von Fahrspuren).

4.2.3 Ergebnisse

Im Rahmen der Diskussionen waren sich die Expertinnen und Experten einig, dass sich die Evaluation möglicher Maßnahmen in der Fahrradsimulation zunächst **auf die Grundlagen** konzentrieren sollte. Dies bedeutet, der Fokus sollte vor allem auf dem **Verhalten der S-Pedelec-Fahrenden** und den **Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden** bis hin zu **Gefährdungsverhalten** liegen. Von besonderem Interesse war hierbei die Durchschnittsgeschwindigkeit, mit der S-Pedelec-Fahrende überhaupt unterwegs sind, welche Faktoren diese Durchschnittsgeschwindigkeit beeinflussen und wie sich Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen den unterschiedlichen Verkehrsteilnehmenden auf die Verkehrssicherheit auswirken. Die **ausschließliche Untersuchung baulicher Maßnahmen wurde demnach ausgeschlossen** und sollte nur **in Form der Untersuchung des Verhaltens auf unterschiedlichen Radverkehrsanlagen Eingang** finden. Auch die **Auswirkungen einer Wahlfreiheit hinsichtlich der Routenwahl**, die insbesondere in der Schweiz ein Thema ist, sollte in der Fahrradsimulation untersucht werden. Zusätzlich war es wünschenswert, den Fahrzweck bzw. soziodemografische Faktoren zu berücksichtigen. Dies sollte vor dem Hintergrund erfolgen, dass S-Pedelecs in erster Linie Pendlerfahrzeuge sind.

Somit ergaben sich aus den Workshops für die Simulatorstudie die folgenden Fragestellungen:

- **Baselineverhalten, Durchschnittsgeschwindigkeit:** Welche Durchschnittsgeschwindigkeit ist bei S-Pedelec überhaupt erwartbar? Welche externalen Faktoren beeinflussen die Geschwindigkeit?
- **Verkehrssicherheit:** Wirken sich die erwartbaren Geschwindigkeitsdifferenzen auf die Verkehrssicherheit aus und wenn ja, wie und warum?
- **Präferenz / Wegewahl:** Welche Verkehrsanlage wird präferiert und unter welchen Umständen? Welche externalen Faktoren beeinflussen die Präferenz?

Indem die Untersuchung konkreter baulicher Maßnahmen ausgeschlossen wurde, konnte im Rahmen der Workshops auf eine konkrete Definition der umzusetzenden Szenarien verzichtet werden.

4.3 Studie im Fahrradsimulator

Im Rahmen der Fahrradsimulator-Studie sollten Fahrscenarien in einer Radinfrastruktur umgesetzt und im Rahmen einer Studie mit Probandinnen und Probanden hinsichtlich ihrer Elastizität bewertet werden. Grundlage für die Auswahl der Szenarien waren die Ergebnisse der vorangegangenen Arbeitspakete. Hierbei wurden die Handlungsempfehlungen, die sich gemäß Literatur und Fokusgruppen als relevant herausgestellt hatten, berücksichtigt, sowie deren Bewertung und Priorisierung durch die Expertinnen und Experten der Validierungsworkshops.

4.3.1 Forschungsfragen

Grundsätzlich wird bei der Simulatorstudie auf die Beantwortung folgender Forschungsfragen fokussiert:

Wie ist das Fahrverhalten von S-Pedelecs abhängig von unterschiedlichen Regelungen und unterschiedlicher Infrastruktur?

Zur Bewertung des Fahrverhaltens wurde unterschiedliche Radfahrinfrastruktur in der Fahrradfahrsimulation umgesetzt, S-Pedelec-Fahrende mit Pedelec-Fahrenden verglichen (unterschiedliche Regelungen bez. Fahrzeug sowie Benutzungspflicht) sowie ein Versuchsteil mit Benutzungspflicht der Radverkehrsinfrastruktur durchgeführt und ein Versuchsteil mit Wahlfreiheit der Infrastruktur.

Welche Kriterien für die Auswahl von Anlagen, auf denen S-Pedelecs unterwegs sein dürfen, sind sinnvoll? Welche Dimensionierungsuntergrenzen (Breite, Kurvenradien, etc.) dürfen nicht unterschritten werden? Wie sollen Anlagen, auf denen S-Pedelecs mit dem konventionellen Radverkehr unterwegs sein dürfen (z.B. Radschnellrouten) dimensioniert und gestaltet sein.

Diese drei Forschungsfragen beziehen sich alle grundsätzlich auf strassenbauliche Entwurfsparameter sowie deren Wertebereiche, bzw. die notwendige Dimensionierung der Verkehrsanlage. Hierzu wurde in der Fahrradfahrsimulation unterschiedlich dimensionierte, bestehende Infrastruktur (bspw. Radfahrstreifen, Radwege, Radschnellweg) in der Simulation nachgebildet. Anschließend wurde das Fahrverhalten von S-Pedelec-Fahrenden und Pedelec-Fahrenden gemessen und verglichen. Ziel war die Bewertung und Auswahl von Fahrparametern, die bei der Dimensionierung von sowohl neuen Radverkehrsanlagen (Maßnahmen bezüglich der

Anpassung der Infrastruktur) sowie der Bewertung von Bestandsanlagen hinsichtlich möglicher Freigabe für S-Pedelec-Fahrende (Maßnahmen bezüglich der Anpassung gesetzlicher Vorgaben) nützlich sein könnten.

Forschungsfragen für die Studie im Fahrradsimulator waren zum einen, inwieweit das Fahrverhalten beim Fahren mit S-Pedelec abhängig ist von unterschiedlichen Regelungen oder Infrastruktur, zum anderen, wie Anlagen, auf denen S-Pedelecs im Mischverkehr mit dem konventionellen Radverkehr fahren, zu gestalten sind.

Daraus ergaben sich die folgenden konkreteren Forschungsfragen:

- Baselineverhalten, Durchschnittsgeschwindigkeit: Welche Durchschnittsgeschwindigkeit ist beim S-Pedelec erwartbar? Welche externalen Faktoren beeinflussen die Geschwindigkeit (Verkehrsfluss, Sicherheit und Rücksichtnahme auf langsamere/schwächere Verkehrsteilnehmer)?
- Verkehrssicherheit: Wirken sich die Differenzgeschwindigkeiten (d.h. die Geschwindigkeitsunterschiede von S-Pedelec-Fahrenden zu anderen Verkehrsteilnehmenden) auf die Verkehrssicherheit aus und wenn ja, wie und warum?
- Präferenz / Wegewahl: Welche Verkehrsanlage wird präferiert und unter welchen Umständen? Welche externalen Faktoren beeinflussen die Präferenz?

4.3.2 Stichprobe

An der Studie nahmen insgesamt $N = 35$ Personen teil ($n_{\text{Pedelec}} = 17$, $n_{\text{S-Pedelec}} = 18$). Aufgrund von Problemen bei der Spurhaltung³ wurden $n = 3$ Personen aus der Studie ausgeschlossen (alle in der S-Pedelec-Gruppe). Somit verblieben $N = 32$ Personen in der Analyse ($n_{\text{Pedelec}} = 17$, $n_{\text{S-Pedelec}} = 15$). Abbildung 4.3.2-1 zeigt den Anteil an Probanden in Abhängigkeit von Geschlecht und Alterskategorie, getrennt nach Fahrzeugkategorie.

³ Kriterium: 95%-Perzentil der Standardabweichung des Lenkwinkels

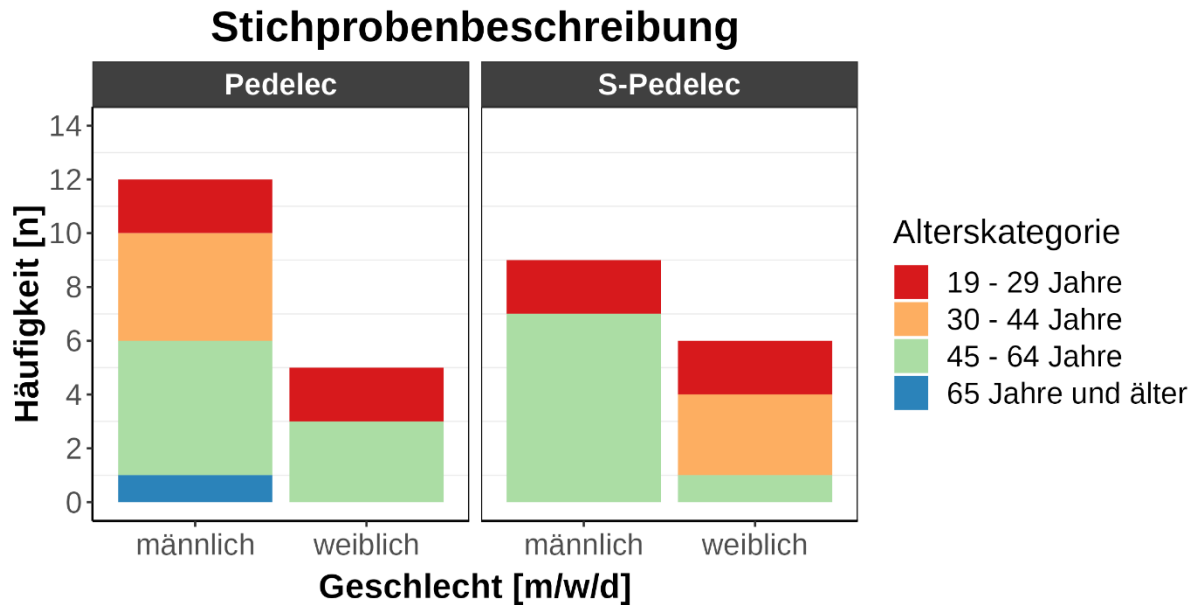


Abbildung 4.3.2-1: Stichprobenbeschreibung

Die Versuchsteilnehmenden wurden sowohl aus dem Testfahrerpanel der WIVW GmbH als auch über Ausschreibungen auf der Projekthomepage sowie der WIVW-Homepage rekrutiert. Da davon ausgegangen werden kann, dass die bisherigen S-Pedelec-Fahrenden als „early adopter“ eine spezielle Stichprobe darstellen, es aber Ziel sein soll, Maßnahmen auch für künftige S-Pedelec-Fahrende zu entwickeln, sollten an der Studie nicht nur S-Pedelec-Fahrende teilnehmen, sondern generell Radfahrende (insbesondere Pedelec, Rennrad), die sich grundsätzlich einen Umstieg auf S-Pedelec vorstellen könnten. Auch war es im Rahmen der Studie von besonderem Interesse, wie sich das Fahrverhalten entwickelt, falls künftig aufgrund möglicher Maßnahmen (z. B. Öffnung von Radverkehrsanlagen für S-Pedelecs) mehr S-Pedelec-Fahrende hinzukommen sollten, was ebenfalls gegen eine Teilnahme von ausschließlich S-Pedelec-Fahrenden sprach.

Tabelle 4.3.2-1 zeigt die absoluten Häufigkeiten der Antworten auf die Fragen «Fahren Sie Elektrofahrrad?» sowie «Wenn ja, welcher Typ?», getrennt nach Geschlecht und Fahrzeugtyp. Hierbei zeigt sich, dass zwei Drittel der Probanden sowie in etwa die Hälfte der Probandinnen ein Elektrofahrrad / Fahrrad mit Tretunterstützung fahren.

Tabelle 4.3.2-1: Fahrzeugbenutzung, getrennt nach Geschlecht, absolute Häufigkeiten

Geschlecht	Fahrzeugtyp	n
männlich	Pedelec	11
	S-Pedelec	2
	E-Bike	1
	Standard-Fahrrad	7
weiblich	Pedelec	6
	Standard-Fahrrad	5

Tabelle 4.3.2-2 zeigt die absoluten Häufigkeiten der Antworten auf die Frage «Wie häufig fahren Sie (ggf. in der Saison) mit dem Rad im Straßenverkehr», getrennt nach Geschlecht und Fahrzeug. Fast alle Männer sowie etwas weniger als die Hälfte der Frauen fahren mehrmals pro Woche im Straßenverkehr.

Tabelle 4.3.2-2: Häufigkeit Fahrradgebrauch, getrennt nach Geschlecht, absolute Häufigkeiten

Geschlecht	Häufigkeit Fahrradgebrauch	n
männlich	1 – 3 mal pro Monat	1
	1 – 3 mal pro Woche	10
	fast täglich	10
weiblich	an weniger als 5 Tagen pro Jahr	2
	1 – 3 mal pro Monat	1
	1 – 3 mal pro Woche	4
	fast täglich	4

Alle Versuchsteilnehmende hatten vor dem eigentlichen Studientermin eine 1,5-stündige Gewöhnung im Fahrradsimulator erhalten. Dies sollte sowohl sicherstellen, dass sie den Fahrradsimulator beim Fahren beherrschten, als auch das Risiko von Simulator-Sickness reduzieren. Simulator-Sickness wurde mittels des Simulator-Sickness-Questionnaires (SSQ, Kennedy, Lane, Berbaum & Lilienthal, 1993) zu Beginn und am Ende der Studie erhoben.

Die Ergebnisse der Auswertung des SSQ zeigen, dass insgesamt die Verträglichkeit des Simulators gegeben ist. Zudem musste niemand wegen Übelkeit oder anderer Symptome abbrechen.

Abbildung 4.3.2-2 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen der Skalen Nausea (Unwohlsein, N), Disorientation (Desorientierung, D) und Oculomotoric, (Okulomotorik, O) sowie dem Gesamtwert (Total Score, TS). Der dargestellte Wertebereich ist für jede Skala anhand des möglichen Skalen-Maximalwerts angepasst. Die Skalen sind somit hinsichtlich der Höhe direkt vergleichbar. Die Mittelwerte der SSQ-Skalen sind, vor und nach den Fahrten, allgemein als gering zu bezeichnen.

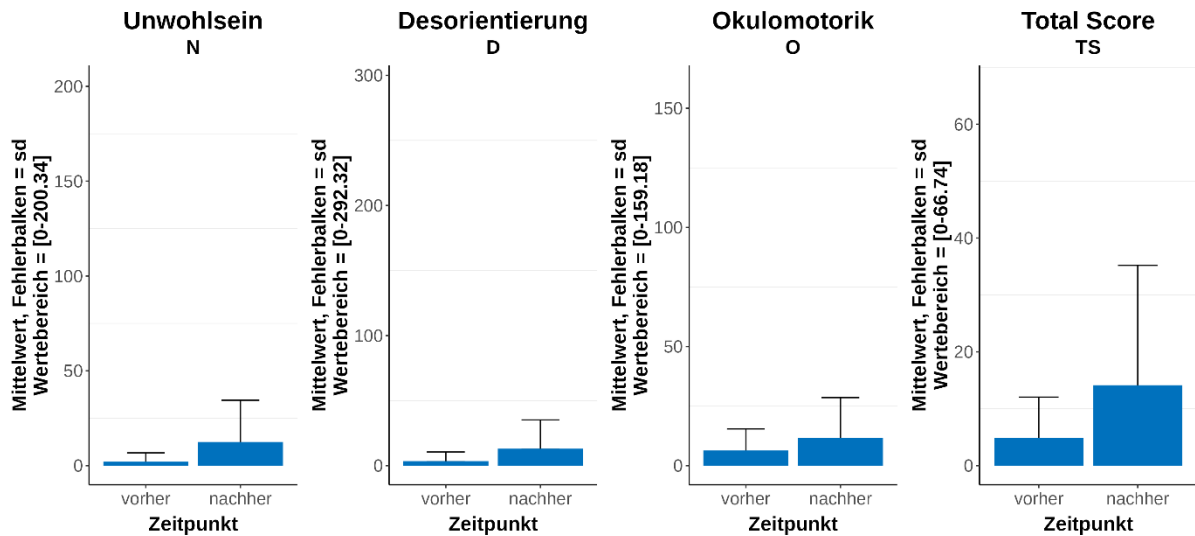


Abbildung 4.3.2-2: SSQ, Mittelwerte und Standardabweichungen

Abbildung 4.3.2-3 zeigt die relativen Häufigkeiten an Versuchsteilnehmenden getrennt nach Zeitpunkt sowie kategorieller Bewertung der SSQ-TS-Scores (siehe Bimberg, Weissker & Kulik, 2020). Hierbei zeigt sich, dass vor dem Versuch erwartungsgemäß nur TS-Scores auftreten, die als «vernachlässigbar» oder «minimal» einzuordnen sind. Nach dem Versuch entsprechen 91 % den Bewertungen «vernachlässigbar» bis «minimal», die übrigen 9 % sind als «bedeutsam» bis «schlecht» zu bewerten.

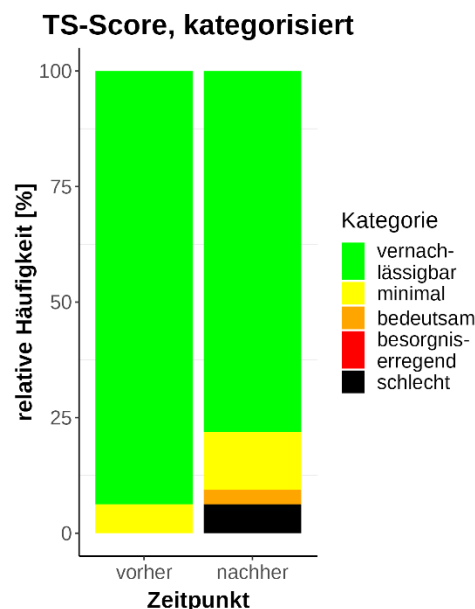


Abbildung 4.3.2-3: SSQ, relative Symptommhäufigkeit

Zusammengefasst bedeutet das Ergebnis jedoch, dass, von 32 Fahrenden, insgesamt nur drei Fahrende bzw. knapp unter 10 % während des Versuchs Symptome von Simulatorunverträglichkeit berichteten.

4.3.3 Fahrrad-Fahrsimulation

Die Studie wurde im Fahrradsimulator der WIVW GmbH durchgeführt, der mit der Fahrsimulationssoftware SILAB® (WIVW, 2023) betrieben wird. Der Simulator bietet ein 360° Sichtfeld, das mit Hilfe von 12 Bildschirmen realisiert wird. Das Mockup ist ein echtes, straßentaugliches Fahrrad mit Vorder- und Hinterradbremse, einer 20-Gang-Kettenschaltung und einem Fahrradcomputer, der die aktuelle Fahrtgeschwindigkeit, Distanz, Pedelec-Unterstützungsmodus u. Ä. anzeigt.

Eine fahrradspezifische Fahrdynamik (inklusive der Simulation der Tretkraftunterstützung durch Pedelec bzw. S-Pedelec) integriert Straßenparameter (z. B. Straßentyp, Steigung) und die Leistung der Radfahrenden. Ein realistisches Fahrgefühl wird durch das Erleben der körperlichen Belastung (z. B. Fahrtwiderstand) über einen Hardware-Aktuator und das passive Bewegungssystem, das auf Körperbewegungen reagiert, erreicht. Zusätzlich sorgt eine Fahrtwindsimulation mittels geschwindigkeitsgesteuerter Ventilatoren für einen realitätsnahen Fahrindruck. Für akustisches Feedback (z. B. Umgebungsgeräusche, Verkehrsgeräusche) tragen die Teilnehmenden während der Fahrt kabellose Kopfhörer mit Noise-Canceling Funktionalität. Die Tretkraftunterstützung kann, wie bei einem echten Pedelec, mittels einer handelsüblichen Lenkerbedieneinheit zugeschaltet werden. Der rückwärtige Verkehr kann, wie bei einem echten S-Pedelec, über einen Rückspiegel beobachtet werden. Die Versuchsleitung erfolgt über ein Bedienpult hinter dem Simulator, wobei die Kommunikation über eine Gegensprechanlage erfolgt. Mit Hilfe des Simulators können Zeit und Positionsdaten (Egofahrzeug, Umgebungsverkehr, Grafikobjekte, usw.) sowie Eingaben der Versuchsteilnehmenden (z. B. Lenkwinkel, Bremsstärke) aufgezeichnet werden. Weiterhin kann eine große Anzahl an Fahrparametern der Längs- (z. B. Geschwindigkeit, Beschleunigung, Verzögerung) und Querregulation (z. B. Spurhaltung, Spurposition), Fahrbelastung, Position zu anderen Verkehrsteilnehmenden und der Radinfrastruktur sowie Kollisionen aufgezeichnet werden.



Abbildung 4.3.3-1: Fahrradsimulator der WIVW GmbH, betrieben mit der Fahrsimulationssoftware SILAB.

Eine Beschreibung der S-Pedelec-spezifischen Anpassungen sowie einer Überprüfung der Validität der S-Pedelec-Simulation sind im Anhang (Kapitel 8.1.1 und Kapitel 8.1.1.4) zu finden.

4.3.4 Studiendesign

Die Simulatorstudie wurde als strukturierte Beobachtung des Fahrverhaltens (S-)Pedelec-Fahrender szenarienbasiert in unterschiedlichen Fahrsituationen durchgeführt.

Als unabhängige Variablen wurde die

- **maximale Tretkraftunterstützung** (bzw. Fahrzeug, between subjects),
- die entsprechenden **Prüfszenarien nach Fragestellung** (siehe Szenarienbeschreibung, within-subjects),
- sowie die **Wahlfreiheit/Benutzungspflicht der Radverkehrsanlage** (within subjects)

variiert.

Hinsichtlich der maximalen Tretkraftunterstützung wurden zwei unabhängige Gruppen gebildet: die eine Hälfte der Versuchsteilnehmenden fuhr – im Sinne eines herkömmlichen Pedelecs – mit einer Unterstützung bis 25 km/h, die andere Hälfte – im Sinne eines S-Pedelecs – mit einer Unterstützung von bis zu 45 km/h. Die maximal mögliche Unterstützung wurde auf die vierfache Eigenleistung und maximal 500 Watt begrenzt (Begründung siehe Abschnitt 8.1.1.2).

Hinsichtlich der Fahraufgabe wurde als unabhängige Variable zwischen sog. Baseline-Szenarien (zur Erfassung von Geschwindigkeiten, Abständen und Überholvorgängen) und Szenarien mit Gefährdungspotential unterschieden. Alle Versuchsteilnehmenden durchfuhren alle Szenarien, die Abfolge der Szenarien war für alle gleich.

Die Wahlfreiheit wurde in einem abhängigen Design untersucht. So fuhren alle Versuchsteilnehmenden im ersten Teil zunächst ohne Wahlfreiheit, d.h. sowohl mit Pedelec als auch mit S-Pedelec war die Anweisung, bei Verfügbarkeit immer die Radverkehrsanlage zu benutzen. Die Radverkehrsanlage durfte verlassen werden, falls die Verkehrssituation dies erfordern würde (bspw. um langsamere Radfahrende zu überholen). Im zweiten Teil konnte in beiden Gruppen jeweils frei gewählt werden, ob die einzelnen Szenarien auf der Radverkehrsanlage oder auf der Straße / Kernfahrbahn durchfahren wurden. Die Instruktionen sind im Anhang zu finden (Kapitel 8.1.2).

4.3.5 Szenarienbeschreibungen

4.3.5.1 Baseline-Szenarien

Ziel der Beobachtung des Baselineverhaltens war das Gewinnen von Informationen über Fahrpositionen und Geschwindigkeiten, v. a. auf Radverkehrsanlagen oder gemeinsam genutzte Geh- und Radwege.

Hierzu wurden zwei Basisszenarien definiert, die sich in Abhängigkeit folgender Faktoren unterschieden:

- **Art der Anlage:** Radfahrstreifen, Radweg, gemeinsam genutzter Geh- und Radweg
- **Breite der Anlage:** eher schmal, eher breit
 - Radfahrstreifen: 1,60 m, 2,25 m zzgl. Breitstrichmarkierung 0,25 m
 - Radweg: 2,00 m, 2,50 m, Sicherheits-/Grünstreifenbreite 1,75 m
 - Gemeinsam genutzter Geh- und Radweg: 2,50 m außerorts, 3,00 m innerorts, Sicherheits-/Grünstreifen außerorts 2,00 m, Sicherheits-/Grünstreifen innerorts 1,75 m

Abbildung 4.3.5-1 zeigt das Basisszenario für unterschiedliche Radverkehrsanlagen aus der Vogelperspektive.



Abbildung 4.3.5-1: Basisszenario, Radverkehrsanlagen, schematischer Aufbau

Die Aufgabe der Versuchsteilnehmenden war es, in Segment 1 bei nicht verfügbarer Radverkehrsanlage im Mischverkehr auf der Straße / Kernfahrbahn zu fahren. In Segment 2 und Segment 3 war jeweils die Radverkehrsanlage verfügbar. Zudem befuhren in Segment 2 zwei simulierte Radfahrende die Radverkehrsanlage, in Segment 3 vier simulierte Radfahrende. Die simulierten Radfahrenden fuhren so weit rechts versetzt, dass sie sich gerade noch komplett auf der Radverkehrsanlage befanden. Die Spurposition wurde der Anlagenbreite angepasst. Die Geschwindigkeit der simulierten Radfahrenden wurde auf 5 m/s (18 km/h) festgelegt. Zwischen Segment 2 und Segment 3 befand sich ein Knotenpunkt (Einmündung), sodass Versuchsteilnehmenden hier bei Radwegsszenarien die Radverkehrsanlage ohne Befahren des Grünstreifens verlassen konnten.

Abbildung 4.3.5-2 zeigt das Basisszenario für gemeinsam genutzte Geh- und Radwege, oben innerorts (breit, 3,00 m) und unten außerorts (schmal, 2,50 m). Auf dem gemeinsam genutzten Geh- und Radweg befanden sich jeweils vier Zufußgehende. Zwei Zufußgehende waren rechts versetzt positioniert, zwei weitere links versetzt. Zwei Zufußgehende kamen dem Versuchsteilnehmenden entgegen, zwei bewegten sich in die gleiche Richtung. Die Laufgeschwindigkeit der Zufußgehenden betrug 1,3 m/s (ca. 5 km/h). Der gemeinsam genutzte Geh- und Radweg konnte innerorts immer und außerorts an vier möglichen Stellen verlassen werden.



Abbildung 4.3.5-2: Basisszenario, gemeinsam genutzter Geh- und Radweg (oben: innerorts, unten: außerorts)

In allen Szenarien war motorisierter Umgebungsverkehr auf der Straße / Kernfahrbahn vorhanden. Innerorts wurde die Geschwindigkeit des motorisierten Umgebungsverkehr auf 14 m/s (ca. 50 km/h) festgelegt, außerorts auf 22 m/s (ca. 80 km/h). Die simulierten Fahrzeuge konnten die Versuchsteilnehmenden selbstständig überholen, als Verhaltensmodell wurde die in SILAB implementierte Version des Intelligent Driver Modell (Treiber, Hennecke & Helbig, 2000) verwendet.

4.3.5.2 Situationen mit Gefährdungspotential

Ziel der Beobachtung des Fahrverhaltens in Situationen mit Gefährdungspotential war das Gewinnen von Informationen über potentiell riskantes Fahrverhalten, welches u. U. aufgrund der leichter zu erreichenden und potentiell höheren Endgeschwindigkeit bei S-Pedelecs erwartbar wäre. Zur Bewertung der Verkehrssicherheit wurden Szenarien mit explizitem Kollisionsrisiko mit anderen Verkehrsteilnehmenden gewählt. Diese bestanden im Wesentlichen aus Zweirichtungs-Radverkehrsanlagen (inkl. simulierten Gegenverkehr) in unterschiedlicher Breite.

Hierzu wurden Szenarien definiert, die sich in Abhängigkeit folgender Faktoren unterschieden:

- **Art der Anlage:** Radschnellweg, Radvorrangroute, Engstelle im Radschnellweg
- **Breite der Anlage:** breit, eher breit, schmal
 - Radschnellweg: 4,00 m
 - Radvorrangroute: 3,00 m
 - Engstelle im Radschnellweg: 2,00 m

Abbildung 4.3.5-3 zeigt exemplarisch ein zweistreifiges Szenario mit Gegenverkehr (links, Radschnellweg) sowie die Engstelle im Radschnellweg (rechts).



Abbildung 4.3.5-3: Szenario mit Gegenverkehr und explizitem Kollisionsrisiko. Links: Radschnellweg, rechts: Engstelle

Der Radschnellweg wie auch die Radvorrangroute waren gut einsehbar. Die Engstelle war etwas versetzt nach rechts gestaltet und nicht direkt einsehbar. Die simulierten Radfahrenden waren zudem so parametrisiert, den direkten Weg zu wählen bzw. die Kurve zu «schneiden» (siehe Abbildung 4.3.5-4), was zu einem expliziten Kollisionsrisiko führte.

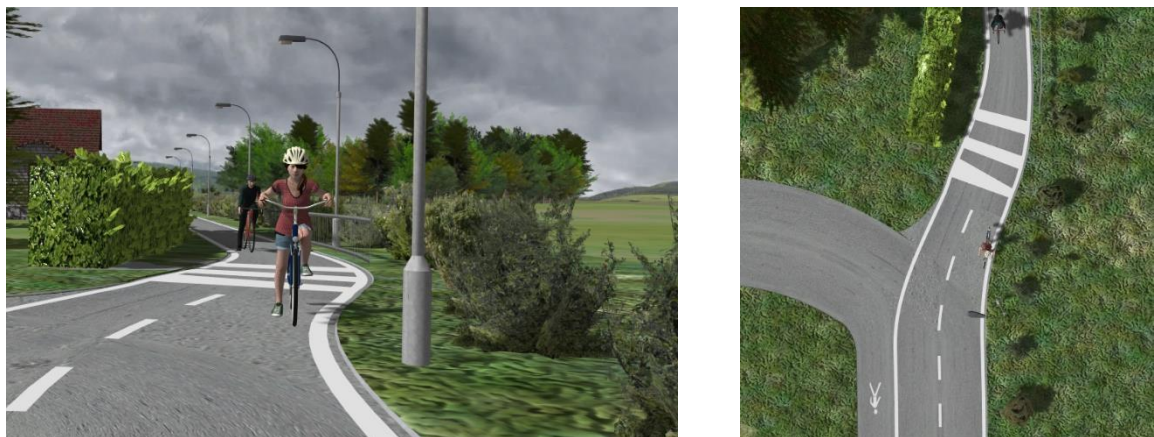


Abbildung 4.3.5-4: Engstelle mit Kollisionsrisiko

Sowohl auf der Radvorrangroute als auch dem Radschnellweg fuhren jeweils zwei simulierte Radfahrende, leicht versetzt, nebeneinander in die gleiche Richtung wie die Versuchsteilnehmenden, zwei weitere simulierte Radfahrende kamen den Versuchsteilnehmenden hintereinander entgegen. Die simulierten Radfahrenden in der Engstelle fuhren hintereinander und kamen den Versuchsteilnehmenden entgegen. Die Geschwindigkeit wurde, analog zu den Baselineszenarien, auf 5 m/s (18 km/h) festgelegt.

4.3.5.3 Szenarien Wegewahl und Präferenz

Ziel der Beobachtung der Wegewahl war das Gewinnen von verhaltensbasierten Informationen über die Präferenzen der Versuchsteilnehmenden, wenn Wahlfreiheit zur Benutzung der Radverkehrsanlage respektive der Straße / Kernfahrbahn besteht. Zur Bewertung der Präferenz wurde jeweils die komplette Fahrt mit expliziter Instruktion dort zu fahren, wo man es am liebsten möchte, wiederholt.

Verglichen wurden anschließend die Szenarien der Baseline-Verhaltensmessung, die in ersten Studienteil mit der Instruktion Benutzungspflicht und im zweiten Teil mit der Instruktion Wahlfreiheit befahren wurden. Szenarien, in denen keine Möglichkeit zum Verlassen der Radverkehrsanlage respektive des gemeinsam genutzten Geh- und Radwegs bestand wurden nicht berücksichtigt.

4.3.5.4 Versuchsstrecke

Die Prüfzuszenarien wurden zu einer Strecke kombiniert, die als Fahrtweg zur Arbeit/Uni instruiert wurde, um einen Berufspendel-Kontext herzustellen. Die Strecke bestand aus zwei Teilen, einen innerorts- und einen außerorts-Teil. Die Trennung wurde vorgenommen, um die Szenarien die Szenarien möglichst plausibel und realitätsnah gestalten zu können. Tabelle 4.3.5-1 zeigt die Abfolge der Szenarien für Streckenteil I (innerorts), Tabelle 4.3.5-2 für Streckenteil II (außerorts). Alle Versuchsteilnehmenden befuhren die Versuchsstrecke in gleicher Reihenfolge.

Tabelle 4.3.5-1: Szenarienabfolge, Streckenteil I, innerorts

Nr.	Szenario	Anlage	Studienteil
	Start		
1	Radfahrstreifen, schmal	Anfahrt, Straße	Baseline, Wahlfreiheit
1	Radfahrstreifen, schmal	Radverkehrsanlage	Baseline, Wahlfreiheit
	Transfer	Straße, Kreisverkehr	
2	Radfahrstreifen, breit	Anfahrt, Straße	Baseline, Wahlfreiheit
2	Radfahrstreifen, breit	Radverkehrsanlage	Baseline, Wahlfreiheit
	Transfer	Straße, Kreisverkehr	
3	Radweg, baulich getrennt, schmal	Anfahrt, Straße	Baseline, Wahlfreiheit
3	Radweg, baulich getrennt, schmal	Radverkehrsanlage	Baseline, Wahlfreiheit
	Transfer	Straße, Kreisverkehr	
4	Gemeinsam genutzter Geh- und Radweg, breit	Geh- und Radverkehrsanlage	Baseline, Wahlfreiheit
	Ende		

Tabelle 4.3.5-2: Szenarienabfolge, Streckenteil I, außerorts

Nr.	Szenario	Anlage	Studienteil
	Start		
5	Radweg, baulich getrennt, breit	Anfahrt, Straße	Baseline, Wahlfreiheit
5	Radweg, baulich getrennt, breit	Radverkehrsanlage	Baseline, Wahlfreiheit
	Transfer	Straße, Kreisverkehr	
6	Radvorrangroute	Radverkehrsanlage	Gefährdungspotential
	Transfer	Straße, Kreisverkehr	
7	Gemeinsam genutzter Geh- und Radweg, schmal	Anfahrt, Straße	Baseline, Wahlfreiheit
7	Gemeinsam genutzter Geh- und Radweg, schmal	Geh- und Radverkehrsanlage	Baseline, Wahlfreiheit
	Transfer	Straße, Kreisverkehr	
8	Radschnellweg	Radverkehrsanlage	Gefährdungspotential
9	Engstelle mit Zufußgehenden	Geh- und Radverkehrsanlage	Gefährdungspotential
	Transfer	Straße, Kreisverkehr	
10	Engstelle mit Radfahrenden	Geh- und Radverkehrsanlage	Gefährdungspotential
	Ende		

4.3.6 Datenquellen und abgeleitete Parameter

Zur Bewertung des Fahrverhaltens wurden u.a. folgende Fahrparameter seitens der Simulation direkt aufgezeichnet oder anschließend berechnet.

4.3.6.1 Objektive Fahrdaten

- **Fahrgeschwindigkeit** [km/h]
- **Minimaler Abstand zwischen Verkehrsteilnehmenden** [m]: Auf Basis der Positionsdaten von Ego-Fahrzeug und anderen Verkehrsteilnehmenden [X/Y-Koordinaten] wurde der Abstand zwischen den Koordinaten berechnet. Als minimaler Abstand wurde das lokale Minimum des euklidischen Abstands von Ego und anderen Verkehrsteilnehmenden definiert, korrigiert um die halben Fahrzeugbreiten (Ego, anderer Verkehrsteilnehmer) bzw. die halbe Schulterbreite bei Zufußgehenden. Hierbei wurde für Begegnungen mit anderen Radfahrenden eine Korrektur von etwa 0,70 m verwendet (0,35 m für Egofahrzeug, die halbe Breite Radfahrende abhängig vom entsprechenden Simulationsmodell, in etwa 0,30 – 0,35 m). Bei Zufußgehenden wurde eine Gesamtkorrektur von 0,65 m verwendet. Eine Abstandsberechnung wurde nur für Fahrzeuge links und rechts vom Ego-Fahrzeug vorgenommen. Ob sich ein Fahrzeug dort befand wurde mittels eines softwareseitigen «Sensors» anhand der entsprechenden Fahrzeug-ID bzw. der Typ-ID des simulierten Fahrzeugs bestimmt.
- **Kollisionen:** Zur Bestimmung von Kollisionen wurde eine Kollisionserkennung verwendet. Diese detektierte eine Kollision, sobald sich das simulierte Fahrzeug mit der Außenhülle eines anderen Simulationsobjekts (bspw. ein anderer Verkehrsteilnehmer, Infrastruktur, Pflanzen/Bäume) überlappte. Als zusätzliches Kriterium wurde ein negativer minimaler Abstand zwischen Verkehrsteilnehmenden verwendet.
- **Überholposition:** In der Simulation sind unterschiedlichen Fahrspuren unterschiedliche IDs zugeordnet. Die Überholposition wurde anhand der entsprechenden Spur-ID bestimmt. Die Position bezieht sich immer auf den Schwerpunkt des Ego-Fahrzeugs.

4.3.6.2 Subjektive Daten: Subjektive Sicherheit und subjektives Risiko

Zusätzlich wurde bei den Versuchsteilnehmenden die subjektive Sicherheit und das subjektive Risiko direkt nach der Prüfsituation von der Versuchsleitung erfragt.

Hier wurden folgende Fragen gestellt:

- Wie sicher haben Sie sich beim Fahren auf der Fahrbahn gefühlt?
- Wie sicher haben Sie sich beim Fahren auf der Radverkehrsanlage gefühlt?
- Wie riskant bewerten Sie das Fahren auf der Fahrbahn?
- Wie riskant bewerten Sie das Fahren auf der Radverkehrsanlage?

Abbildung 4.3.6-1 und Abbildung 4.3.6-2 zeigen die Antwortskalen.

-3	-2	-1	0	1	2	3
gar nicht sicher	nicht sicher	eher nicht sicher	weder noch	eher sicher	sicher	sehr sicher

Abbildung 4.3.6-1: Antwort-Skala, subjektive Sicherheit

-3	-2	-1	0	1	2	3
gar nicht riskant	nicht riskant	eher nicht riskant	weder noch	eher riskant	riskant	sehr riskant

Abbildung 4.3.6-2: Antwort-Skala, subjektives Risiko

Die Antworten der Versuchsteilnehmenden wurden in dafür vorgesehene Tabellen eingetragen auf dem Operatorrechner eigentragen und anschließend, getrennt nach Versuchsteilnehmenden-ID, abgespeichert.

4.3.7 Datenaufbereitung und Datenauswertung

Sowohl die objektiven (Simulator-) als auch die subjektiven Daten wurden mit der Programmiersprache R (Version 4.1.2, R Core Team, 2021) aufbereitet, ausgewertet und dargestellt. Zusätzlich wurden folgenden Bibliotheken benutzt: `tidyverse` (Wickham et al., 2019), `data.table` (Dowle & Srinivasan, 2023), `readODS` (Schutten, Chan, Brohan, Steuer & Leeper, 2023), `flextable` (Gohel & Skintzos, 2023), `officer` (Gohel, 2023), `Hmisc` (Harrell, 2021) und `raster` (Hijmans, 2023).

4.3.8 Studienablauf

Zu Beginn der Studie wurden die Studienteilnehmenden begrüßt und über Datenschutz sowie Geheimhaltung aufgeklärt. Danach füllten sie einen kurzen Demografiefragebogen sowie den SSQ-Fragebogen zur Simulator-Sickness aus. Im Anschluss wurden sie über den Versuchsinhalt sowie den Versuchsablauf aufgeklärt. Ihnen wurde mitgeteilt, dass sie im Folgenden zwei Fahrten bestehend aus jeweils zwei Streckenteilen (ein Teil innerorts, ein Teil außerorts, dazwischen Pause) á zehn jeweils Minuten befahren würden. Bei der ersten Fahrt bestünde ihre Aufgabe darin, immer falls verfügbar die Radverkehrsanlagen zu nutzen, bei der zweiten Fahrt würden sie selbst entscheiden dürfen, ob sie die Radverkehrsanlagen benutzen möchten oder nicht. Zusätzlich wurden die Studienteilnehmenden instruiert, dass die Radverkehrsanlage auch kurzfristig verlassen werden dürfte, falls die Verkehrssituation dies erfordere.

In der S-Pedelec Bedingung wurden die Studienteilnehmenden zusätzlich instruiert, dass sie, im Schnitt und wenn möglich, mindestens 30 km/h schnell fahren sollten. Zügig, aber für sie gerade noch bequem. In der Pedelec Bedingung wurden die Studienteilnehmenden zusätzlich instruiert, dass sie, im Schnitt und wenn möglich, 25 km/h schnell fahren sollten. Zügig, aber für sie gerade noch bequem.

In beiden Bedingungen wurden die Studienteilnehmenden zudem instruiert, dass, falls die Verkehrssituation dies verlangen würde, sie ihre Geschwindigkeit der Verkehrssituation anpassen dürften (d.h. langsamer oder schneller fahren).

Abschließend wurden alle Studienteilnehmenden instruiert, sicher und unfallfrei zu fahren und weder sich noch andere zu gefährden. Die kompletten Instruktionen befinden sich im Anhang, Kapitel 8.1.2.

Alle Studienteilnehmenden wurden zudem darauf hingewiesen, dass sie den Versuch jederzeit ohne Angabe von Gründen abbrechen könnten und Pausen jederzeit möglich seien. Anschließend absolvierten sie eine fünf- bis zehnminütige Eingewöhnungsfahrt. Diese bestand aus ca. zwei km Fahrten im urbanen Raum.

Anschließend durchfuhren alle Studienteilnehmenden den Hauptversuch in fester Reihenfolge (innerorts/Benutzungspflicht, außerorts/Benutzungspflicht, innerorts/Wahlfreiheit, außerorts/Wahlfreiheit). Die Einzelstrecken bestanden aus mehreren Prüfzenarien (siehe Kapitel 4.3.4). Nach jedem Prüfzenario wurden die Teilnehmenden nach ihrem subjektiven Sicherheits- und Risikoempfinden befragt.

Die Befragung während der Fahrt erfolgte über eine Mikrofonanlage. Über eine Kamera konnte permanent der Zustand der Studienteilnehmenden beobachtet werden. Nach den Fahrten füllten die Teilnehmenden einen Fragebogen zur Fahrradbenutzung sowie den SSQ zur Simulator-Sickness aus. Abschließend erhielt sie eine Testfahrerentschädigung und wurden verabschiedet. Der komplette Versuch dauerte ca. zwei Stunden. Die Datenerhebung fand im Zeitraum vom 14.11.2023 – 07.12.2023 statt.

4.3.9 Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse getrennt nach Fragestellung berichtet. Entsprechend wurden Baselineverhalten, Situationen mit Gefährdungspotential sowie Wahlfreiheit getrennt ausgewertet. Aufgrund des Beobachtungscharakters der Studie sowie der direkten Interpretierbarkeit der Fahrparameter (Geschwindigkeit, Abstände, usw.) wurden die Daten explorativ ausgewertet.

4.3.9.1 Baselineverhalten

Zur Bewertung des Baselineverhaltens S-Pedelec-Fahrender wurden als Situationen das

- Fahren auf der Kernfahrbahn mit motorisiertem Umgebungsverkehr sowie
- Befahren von baulich getrennten sowie nicht baulich getrennten Radverkehrsanlagen mit simuliertem Radverkehr und das
- Befahren baulich getrennter gemeinsam genutzter Geh- und Radwege

herangezogen und miteinander verglichen. Unterschieden werden die Situationen nach Anlagentyp sowie Anlagenbreite.

Mittlere Geschwindigkeit

Abbildung 4.3.9-1 stellt die Verteilung der mittleren Geschwindigkeiten (*Mdn*) in Abhängigkeit von Radverkehrsanlage sowie Fahrzeug dar. Die Studienteilnehmenden wurden instruiert, in der *Pedelec*-Bedingung, falls möglich und es die Verkehrssituation erlaubt, im Schnitt 25 km/h schnell zu fahren. In der *S-Pedelec*-Bedingung wurden sie instruiert, falls möglich und es die Verkehrssituation erlaubt, im Schnitt mindestens 30 km/h zu fahren.

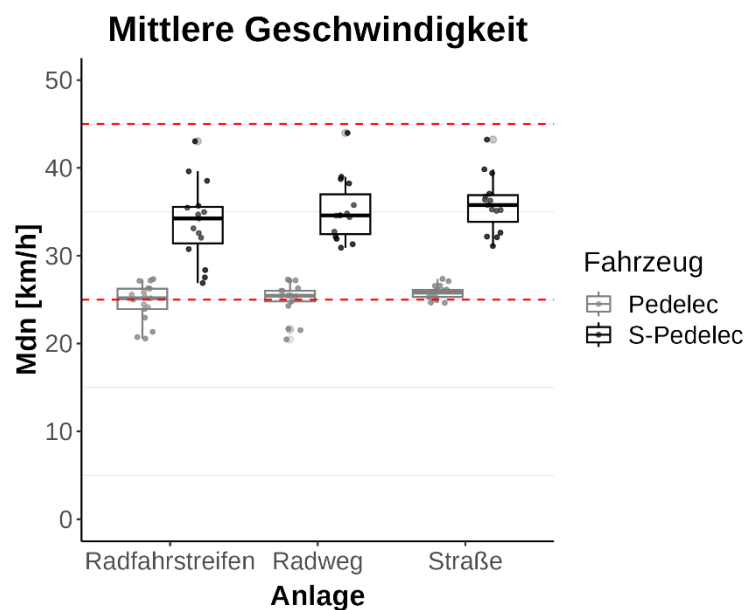


Abbildung 4.3.9-1: Mittlere Geschwindigkeit, Verteilung, getrennt nach Anlage

In der *Pedelec*-Bedingung wird, unabhängig vom Anlagentyp, eine mittlere Geschwindigkeit von 25 km/h erreicht, 85 % der mittleren Geschwindigkeiten sind geringer als 27 km/h, 75 % geringer als 26 km/h.

In der *S-Pedelec*-Bedingung wird, unabhängig vom Anlagentyp, eine mittlere Geschwindigkeit von 35 km/h erreicht. Vereinzelt werden mittlere Geschwindigkeiten innerhalb des Szenarios von 43 - 44 km/h erreicht, 85 % der mittleren Geschwindigkeiten sind geringer als 39 km/h, 75% geringer als 37 km/h.

Abbildung 4.3.9-2 stellt die Verteilung der mittleren Geschwindigkeiten (*Mdn*) in Abhängigkeit der Radverkehrsanlagenbreite sowie des Fahrzeugs dar.

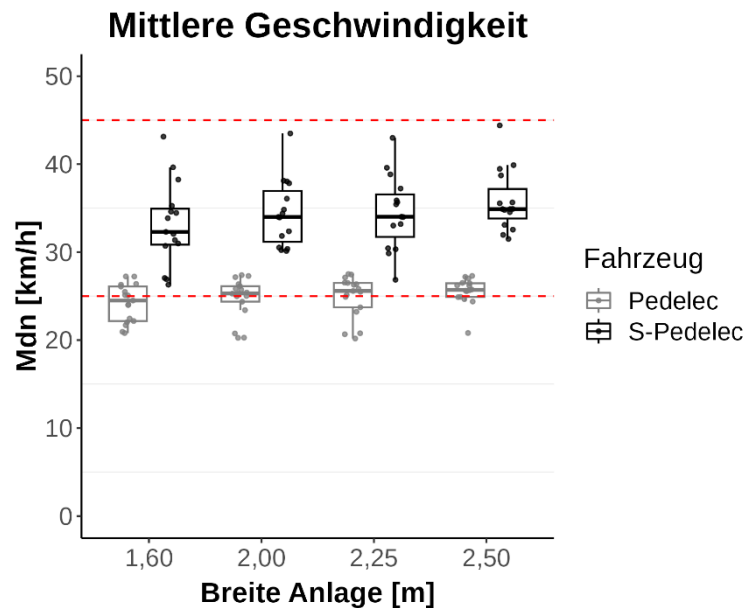


Abbildung 4.3.9-2: Mittlere Geschwindigkeit, Verteilung, getrennt nach Anlagenbreite

In der *Pedelec-Bedingung* wird, unabhängig von Anlagenbreite, eine mittlere Geschwindigkeit von 25 km/h erreicht, 85 % der mittleren Geschwindigkeiten sind geringer als 27 km/h, 75 % geringer als 26 km/h.

In der *S-Pedelec-Bedingung* wird, bei einer Anlagenbreite von 2,00 m oder mehr, eine mittlere Geschwindigkeit von ca. 34 km/h erreicht. Bei einer Breite von 1,60 m wird eine mittlere Geschwindigkeit von 32 km/h erreicht. Vereinzelt werden mittlere Geschwindigkeiten von 43 - 44 km/h erreicht, 85 % der mittleren Geschwindigkeiten sind geringer als 39 km/h. Bei Anlagenbreiten von 2,00 m oder mehr sind 75 % der mittleren Geschwindigkeiten geringer als 37 km/h, bei einer Anlagenbreite von 1,60 m geringer als 35 km/h.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass S-Pedelec-Fahrende im Gegensatz zu Pedelec-Fahrenden den zur Verfügung stehenden Unterstützungsbereich in der Regel weder komplett ausnutzen, noch lediglich die vorgegebene Mindestgeschwindigkeit fahren. Pedelec-Fahrende fahren somit, wie instruiert, an der Grenze des Unterstützungsbereichs (25 km/h). Die meisten S-Pedelec-Fahrenden fahren mindestens so schnell wie instruiert (d.h. mindestens 30 km/h), allerdings teils deutlich unter der Grenze der Unterstützungsbereichs.

Überholverhalten

Abbildung 4.3.9-3 stellt die relativen Häufigkeiten an Versuchsteilnehmenden dar, die andere Radfahrende in den Situationen mit Radfahrstreifen überholten, getrennt nach Fahrzeugtyp und Anlagenbreite. Unterschiedliche Farben stellen den Anteil an überholten Radfahrenden

auf der Anlage dar. Der Anteil an Versuchsteilnehmenden, die keine anderen Radfahrenden auf dem Radfahrstreifen überholt haben, ist in Rot dargestellt. Den Versuchsteilnehmenden wurde es freigestellt, ob sie die anderen Radfahrenden überholen. Durch die Instruktion zum Fahren einer Mindestgeschwindigkeit (S-Pedelec) bzw. dem Halten der Durchschnittsgeschwindigkeit (Pedelec) war ein Überholen jedoch naheliegend.

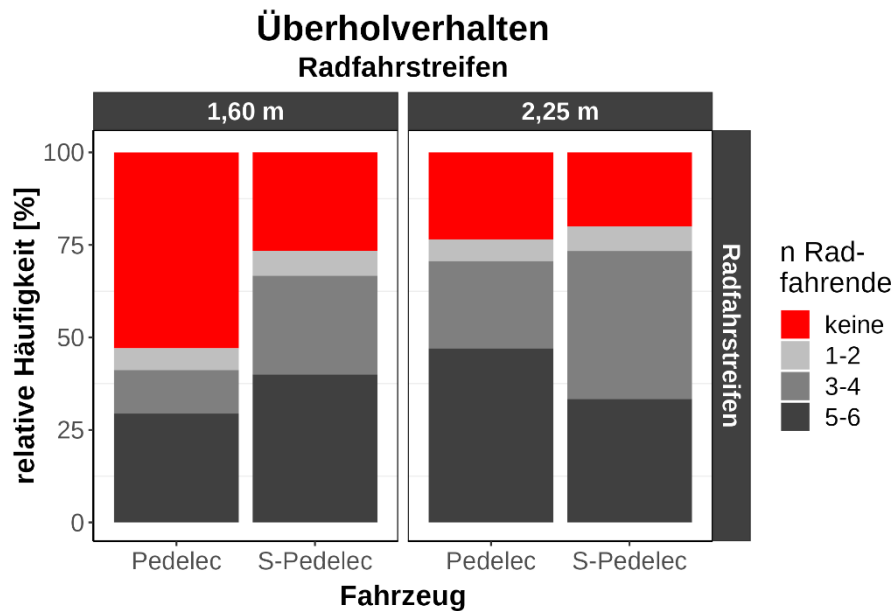


Abbildung 4.3.9-3: Überholverhalten, Radfahrstreifen, relative Häufigkeiten

Unabhängig von Anlagenbreite und Fahrzeug überholen 20 - 25 % der Versuchsteilnehmenden in der Situation keine anderen Radfahrenden auf der Radverkehrsanlage, 60 - 70 % der Fahrenden überholen drei bis sechs Radfahrende. Eine Ausnahme stellt der schmale Radfahrstreifen (1,60 m) in der Pedelec-Bedingung dar. Hier vermeiden etwas über 50 % der Versuchsteilnehmenden ein Überholen anderer Radfahrender, etwa 40 % der Versuchsteilnehmenden überholen zwischen drei und sechs Radfahrende.

Abbildung 4.3.9-4 stellt die relativen Häufigkeiten an Versuchsteilnehmenden dar, die andere Radfahrende in den Situationen mit (baulich getrenntem) Radweg überholten, getrennt nach Fahrzeugtyp und Anlagenbreite. Unterschiedliche Farben stellen den Anteil an überholten Radfahrenden auf der Anlage dar. Der Anteil an Fahrenden, der keine anderen Radfahrenden auf dem Radweg überholt haben, ist in Rot dargestellt.

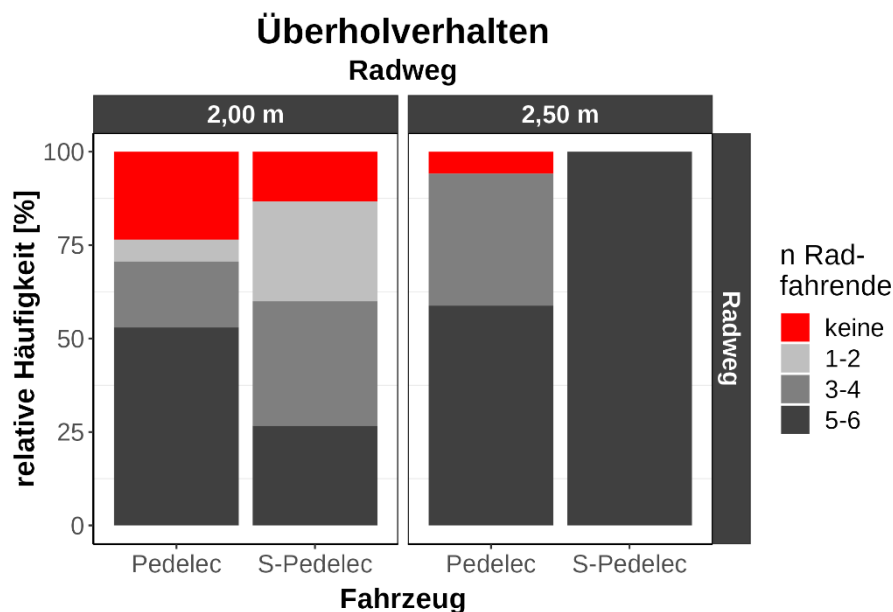


Abbildung 4.3.9-4: Überholverhalten, Radweg, relative Häufigkeiten Versuchsteilnehmender

Auf dem schmalen Radweg (2,00 m) überholen in der Pedelec-Bedingung ca. 24 % und in der S-Pedelec-Bedingung ca. 14 % der Versuchsteilnehmenden keine anderen Radfahrenden. In der Pedelec-Bedingung überholen ca. 71 % zwischen drei und sechs andere Radfahrende, in der S-Pedelec-Bedingung 60 %. Auf dem breiteren Radweg (2,50 m) überholen in der Pedelec-Bedingung ca. 6 % keine anderen Radfahrenden, in der S-Pedelec-Bedingung überholen alle Versuchsteilnehmenden andere Radfahrende. In der Pedelec-Bedingung überholen ca. 94 % fünf bis sechs andere Radfahrende, in der S-Pedelec-Bedingung 100 %.

Abbildung 4.3.9-5 stellt die relativen Häufigkeiten an Versuchsteilnehmenden in Abhängigkeit der Überholposition für die Radfahrstreifen dar, getrennt nach Fahrzeugtyp, Anlagenbreite, sowie Anzahl überholter Radfahrender.

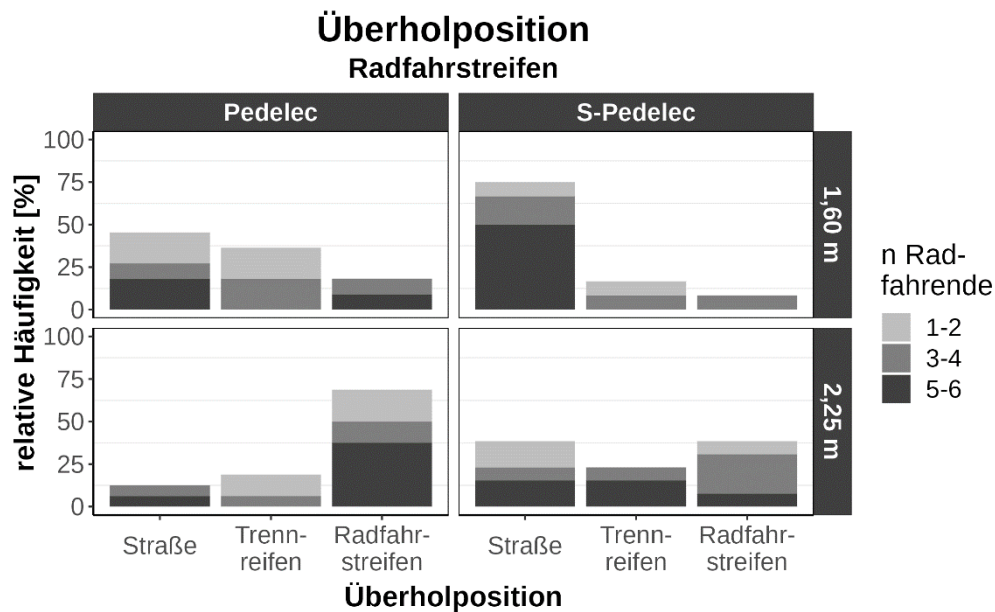


Abbildung 4.3.9-5: Überholposition, Radfahrstreifen

Im Szenario mit schmalen Radfahrstreifen (1,60 m) überholen in der Pedelec-Bedingung 18 % auf dem Radfahrstreifen, 82 % überholen auf der Straße / Kernfahrbahn oder auf dem Trennstreifen. In der S-Pedelec-Bedingung überholen 8 % auf dem Radfahrstreifen, 92 % überholen auf der Straße / Kernfahrbahn oder auf dem Trennstreifen. Im Szenario mit breiterem Radfahrstreifen (2,25 m) überholen in der Pedelec-Bedingung 68 % auf dem Radfahrstreifen, 32 % überholen auf der Straße / Kernfahrbahn oder auf dem Trennstreifen. In der S-Pedelec-Bedingung überholen 39 % auf dem Radfahrstreifen, 61 % auf der Straße / Kernfahrbahn oder auf dem Trennstreifen.

Abbildung 4.3.9-6 stellt die relative Häufigkeit an Versuchsteilnehmenden in Abhängigkeit der Überholposition für die Radwege dar, getrennt nach Fahrzeugtyp, Anlagenbreite, sowie Anzahl überholter Radfahrender.

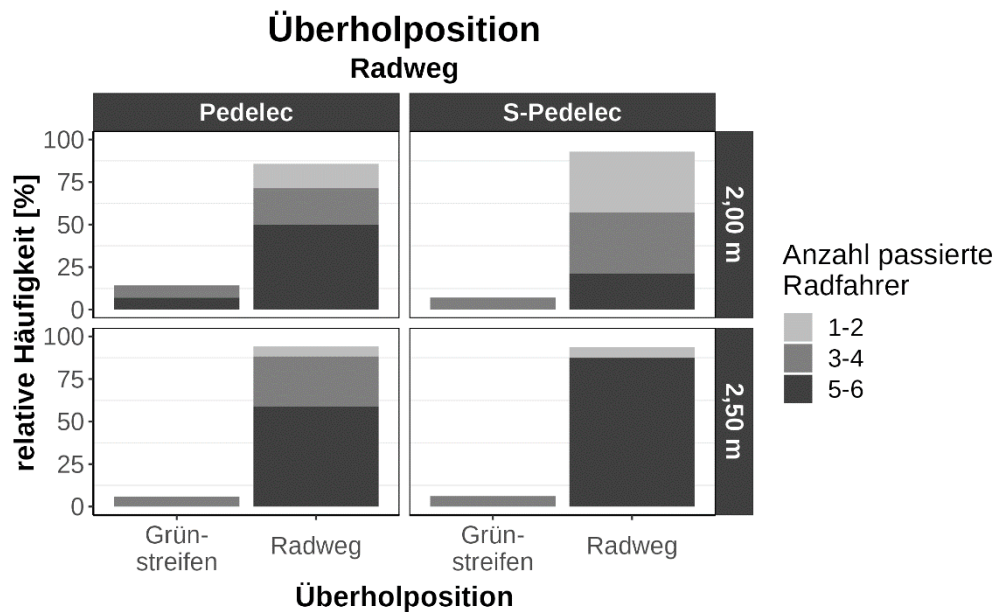


Abbildung 4.3.9-6: Überholposition, Radweg

Im Szenario mit schmalen Radweg (2,00 m) überholen in der Pedelec-Bedingung 86 % auf dem Radweg, 14 % überholen auf dem Grünstreifen (d.h. sie verlassen die Radverkehrsanlage). In der S-Pedelec-Bedingung überholen 93 % auf dem Radweg, 7 % überholen auf dem Grünstreifen. Im Szenario mit breitem Radweg (2,50 m) überholen in der Pedelec-Bedingung sowie in der S-Pedelec-Bedingung 94 % auf dem Radweg, 6 % überholen auf dem Grünstreifen.

Kollisionen und minimale Abstände

Kollisionen wurden durch eine Kollisionserkennung erkannt. Insgesamt wurden drei Kollisionen mit anderen Radfahrenden erkannt. Alle Kollisionen traten innerorts auf, jeweils eine Kollision auf einem schmalen sowie breiten Radfahrstreifen. Zudem trat eine weitere Kollision auf einem schmalen Radweg auf. Anhand des Datenmusters ist die wahrscheinlichste Kollisionsursache ein zu frühes Einscheren des Versuchsteilnehmenden nach einem Überholvorgang. Alle Kollisionen traten in der Pedelec-Bedingung auf, in der S-Pedelec-Bedingung wurden keine Kollisionen mit anderen Radfahrenden erkannt.

Abbildung 4.3.9-7 zeigt die Verteilung der minimalen Abstände beim Überholen, getrennt nach Anlage und Fahrzeug.

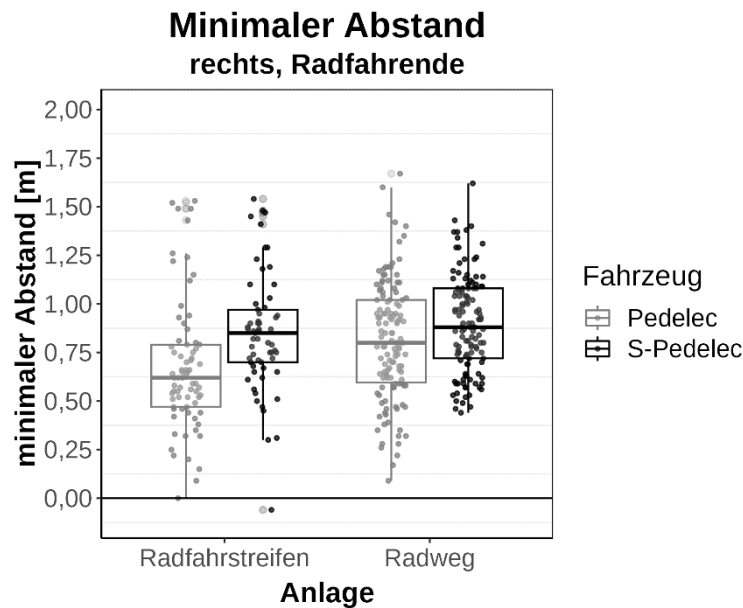


Abbildung 4.3.9-7: Minimaler Abstand zu Radfahrenden, rechts, Verteilung

Im Mittel (*Mdn*) beträgt der minimale Überholabstand in Szenarien mit Radfahrstreifen in der Pedelec-Bedingung 0,62 m, in der S-Pedelec-Bedingung 0,85 m. In der Pedelec-Bedingung sind die minimalen Passierabstände in 25 % der Fälle geringer als 0,47 m, in der S-Pedelec-Bedingung geringer als 0,70 m. In der S-Pedelec-Bedingung wurde eine geringe negative minimale Distanz (-0,06 m), d.h. eine zusätzliche Kollision, erkannt. In der Pedelec-Bedingung wurde eine minimale Distanz von Null erkannt, was ebenfalls als zusätzliche Kollision gewertet wird.

Im Mittel (*Mdn*) beträgt der minimale Überholabstand in Szenarien mit Radweg in der Pedelec-Bedingung 0,80 m, in der S-Pedelec-Bedingung 0,88 m. In der Pedelec-Bedingung sind die minimalen Passierabstände in 25 % der Fälle geringer als 0,60 m, in der S-Pedelec-Bedingung geringer als 0,72 m. Der geringste minimale Abstand in der Pedelec-Bedingung beträgt 0,09 m und 0,44 m in der S-Pedelec-Bedingung.

Abbildung 4.3.9-8 zeigt die Verteilung der minimalen Abstände beim Überholen, getrennt nach Breite der Anlage und Fahrzeug.

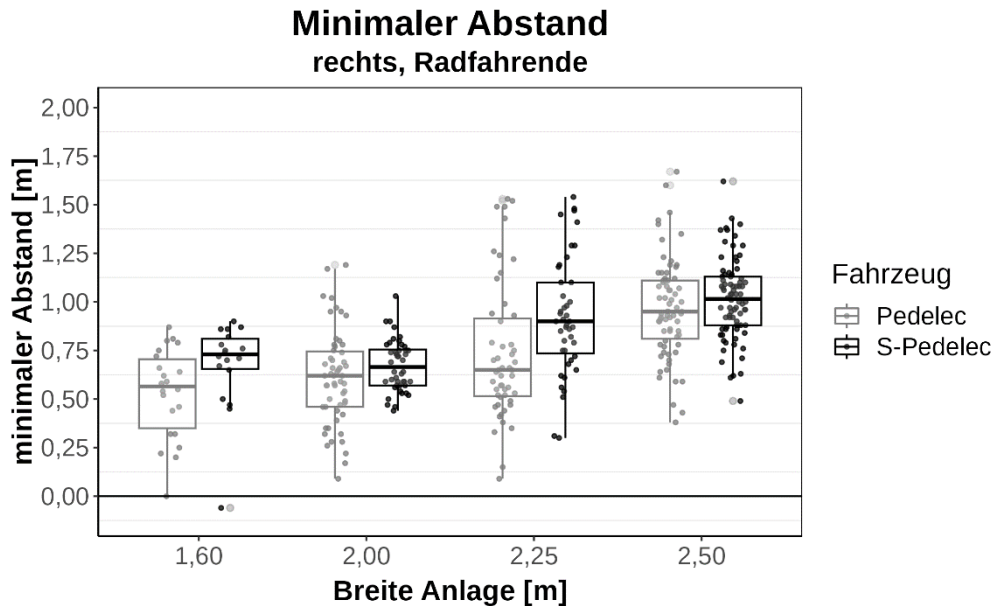


Abbildung 4.3.9-8: Minimaler Abstand zu Radfahrenden, Verteilung

Im Mittel (*Mdn*) beträgt der minimale Überholabstand in Szenarien mit **schmalem Radfahrstreifen** (1,60 m) in der Pedelec-Bedingung 0,56 m, in der S-Pedelec-Bedingung 0,73 m. In der Pedelec-Bedingung sind die minimalen Überholabstände in 25% der Fälle geringer als 0,35 m, in der S-Pedelec-Bedingung geringer als 0,66 m. Der minimalste Abstand beträgt in der S-Pedelec-Bedingung -0,06 m, in der Pedelec-Bedingung 0,00 m.

In Szenarien mit **breitem Radfahrstreifen** (2,25 m) beträgt der minimale Überholabstand in der Pedelec-Bedingung 0,65 m, in der S-Pedelec-Bedingung 0,90 m. In der Pedelec-Bedingung sind die minimalen Überholabstände in 25 % der Fälle geringer als 0,52 m, in der S-Pedelec-Bedingung geringer als 0,74 m. Der minimalste Abstand beträgt in der Pedelec-Bedingung 0,09 m, in der S-Pedelec-Bedingung 0,30 m.

In Szenarien **mit schmalem Radweg** (2,00 m) beträgt der minimale Überholabstand in der Pedelec-Bedingung 0,62 m, in der S-Pedelec-Bedingung 0,66 m. In der Pedelec-Bedingung sind die minimalen Überholabstände in 25 % der Fälle geringer als 0,46 m, in der S-Pedelec-Bedingung geringer als 0,57 m. Der minimalste Abstand beträgt in der Pedelec-Bedingung 0,09 m, in der S-Pedelec-Bedingung 0,40 m.

In Szenarien **mit breitem Radweg** (2,50 m) beträgt der minimale Überholabstand in der Pedelec-Bedingung 0,95 m, in der S-Pedelec-Bedingung 1,02 m. In der Pedelec-Bedingung sind

die minimalen Überholabstände in 25 % der Fälle geringer als 0,81 m, in der S-Pedelec-Bedingung geringer als 0,88 m. Der minimalste Abstand beträgt in der Pedelec-Bedingung 0,38 m, in der S-Pedelec-Bedingung 0,49 m.

Zusammenhang von minimalem Überholabstand und Überholgeschwindigkeit

Abbildung 4.3.9-9 zeigt die Verteilung der minimalen Abstände beim Überholen als Funktion der Überholgeschwindigkeit, getrennt nach Anlage und Fahrzeug. Die roten Linien stellen Regressionsgeraden dar.

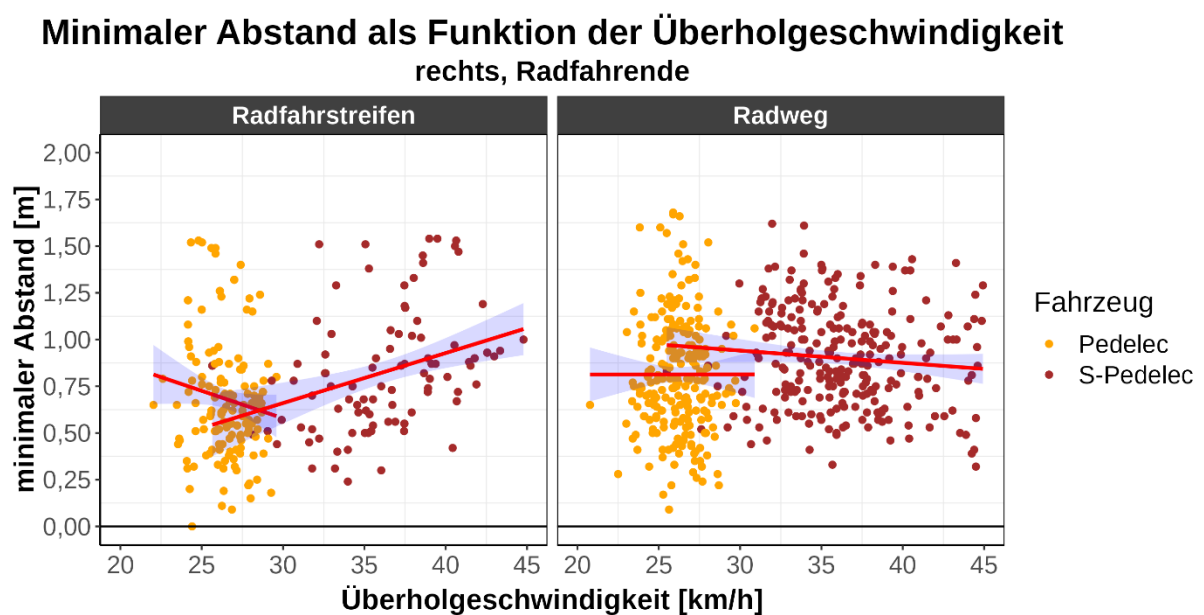


Abbildung 4.3.9-9: Minimaler Abstand und Überholgeschwindigkeit, Verteilung, Radfahrstreifen und Radweg

Tabelle 4.3.9-1 zeigt die Produkt-Moment-Korrelation (Pearsons r) sowie eine Kategorisierung der Richtung und Stärke des Zusammenhangs⁴ zwischen Überholgeschwindigkeit und minimalem Überholabstand, getrennt nach Anlage und Fahrzeug.

⁴ Pearsons Produkt-Moment-Korrelation ist direkt als Effektstärke interpretierbar (Rosenthal, Rosnow & Rubin, 2000). Die Kategorisierung erfolgt nach Cohen (1992).

Tabelle 4.3.9-1: Minimaler Abstand und Überholgeschwindigkeit, Zusammenhang

Anlage	Fahrzeug	Pearsons r	Zusammenhang	
			Richtung	Stärke (Cohens r)
Radfahrstreifen	Pedelec	-0,14	negativ	schwach
Radfahrstreifen	S-Pedelec	0,42	positiv	moderat
Radweg	Pedelec	0,00	positiv	kein
Radweg	S-Pedelec	-0,08	negativ	schwach

In der Pedelec-Bedingung zeigt sich auf Radfahrstreifen ein schwach negativer Zusammenhang zwischen Überholgeschwindigkeit und minimalem Überholabstand, auf dem Radweg kein Zusammenhang. In der S-Pedelec-Bedingung zeigt sich auf Radfahrstreifen ein moderat positiver Zusammenhang, auf dem Radweg ein schwach negativer.

Abbildung 4.3.9-10 zeigt die Verteilung der minimalen Abstände beim Überholen als Funktion der Überholgeschwindigkeit, getrennt nach Anlagenbreite und Fahrzeug. Die roten Linien stellen Regressionsgeraden dar.

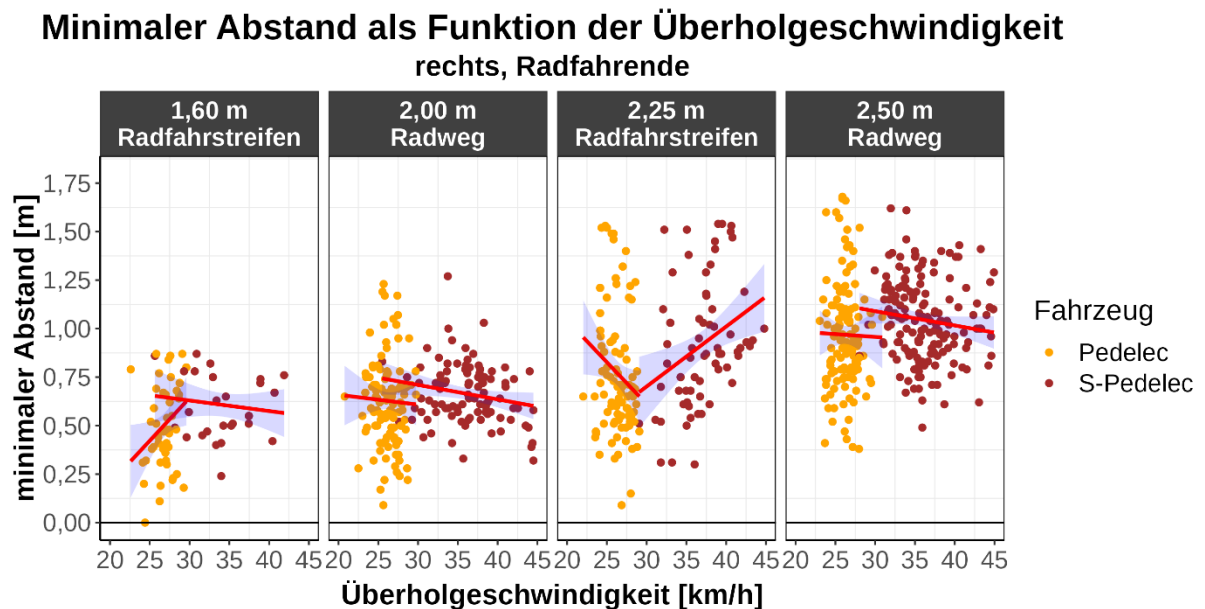


Abbildung 4.3.9-10: Minimaler Abstand und Überholgeschwindigkeit, Verteilung, getrennt nach Breite

Tabelle 4.3.9-2 zeigt die Produkt-Moment-Korrelation (Pearsons r) sowie eine Kategorisierung der Richtung und Stärke des Zusammenhangs zwischen Überholgeschwindigkeit und minimalem Überholabstand, getrennt nach Anlagebreite und Fahrzeug.

Tabelle 4.3.9-2: Minimaler Abstand und Überholgeschwindigkeit, Zusammenhang

Breite	Fahrzeug	Pearsons r	Zusammenhang	
			Richtung	Stärke (Cohens r)
1,60	Pedelec	0,29	positiv	schwach
1,60	S-Pedelec	0,13	positiv	schwach
2,00	Pedelec	-0,04	negativ	schwach
2,00	S-Pedelec	-0,20	negativ	schwach
2,25	Pedelec	-0,20	negativ	schwach
2,25	S-Pedelec	0,36	positiv	moderat
2,50	Pedelec	-0,02	negativ	schwach
2,50	S-Pedelec	-0,11	negativ	schwach

In der Pedelec-Bedingung zeigt sich, unabhängig von der Anlagenbreite, ein schwacher Zusammenhang zwischen Überholgeschwindigkeit und minimalen Überholabstand. In der S-Pedelec-Bedingung zeigt sich, bis auf Situationen mit breitem Radfahrstreifen, ebenfalls nur ein schwacher Zusammenhang zwischen Überholgeschwindigkeit und minimalen Überholabstand. In der Situation mit breitem Radfahrstreifen zeigt sich ein moderat positiver Zusammenhang.

Subjektive Sicherheit und subjektives Risiko

Abbildung 4.3.9-11 oben zeigt die relativen Häufigkeiten der subjektiven Sicherheitsbewertung getrennt nach Situation, Anlage, Anlagenbreite und Fahrzeug für die Szenarien mit Radfahrstreifen. Abbildung 4.3.9-11 unten zeigt die relativen Häufigkeiten der subjektiven Risikobewertung getrennt nach Situation, Anlage, Anlagenbreite und Fahrzeug für die Szenarien mit Radfahrstreifen. Zur Bewertung der subjektiven Sicherheit und des subjektiven Risikos wurde nur die Bedingung mit Benutzungspflicht der Radverkehrsanlage herangezogen. Innerhalb der entsprechenden Situation war der Radfahrstreifen bzw. der Radweg im ersten Drittel des Szenarios nicht verfügbar, weswegen dort die Straße bzw. Kernfahrbahn befahren werden musste (siehe Kapitel 4.3.5.1).

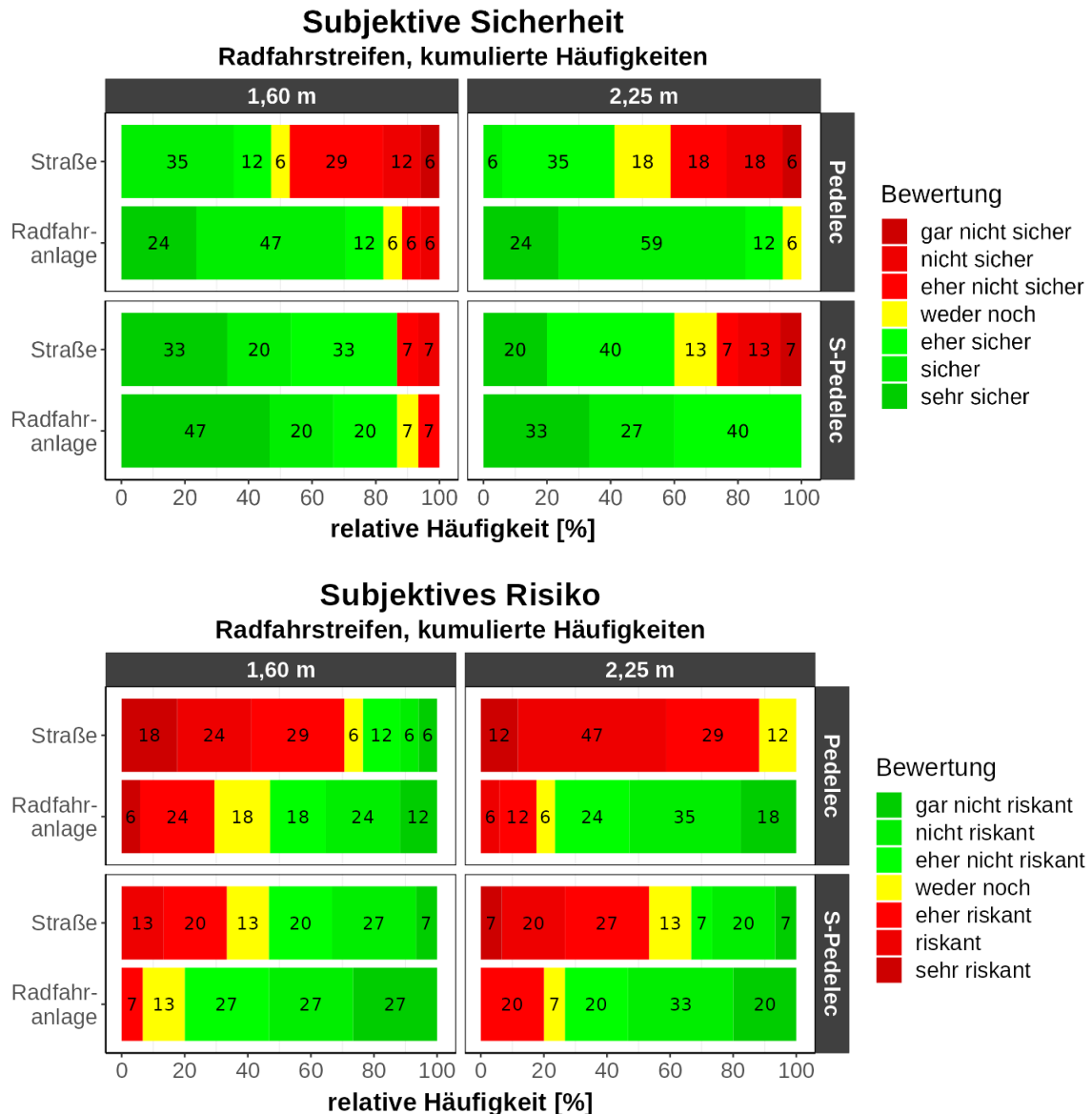


Abbildung 4.3.9-11: Subjektive Sicherheit und subjektives Risiko, Radfahrstreifen, relative Häufigkeit an Versuchsteilnehmenden, Benutzungspflicht

Das Befahren des **schmalen Radfahrstreifens (1,60 m)** wird in der Pedelec-Bedingung von 83 % der Versuchsteilnehmenden als sicher bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 87 %. Das Befahren der Straße/Kernfahrbahn wird hingegen von 47 % in der Pedelec-Bedingung als sicher bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 86 %.

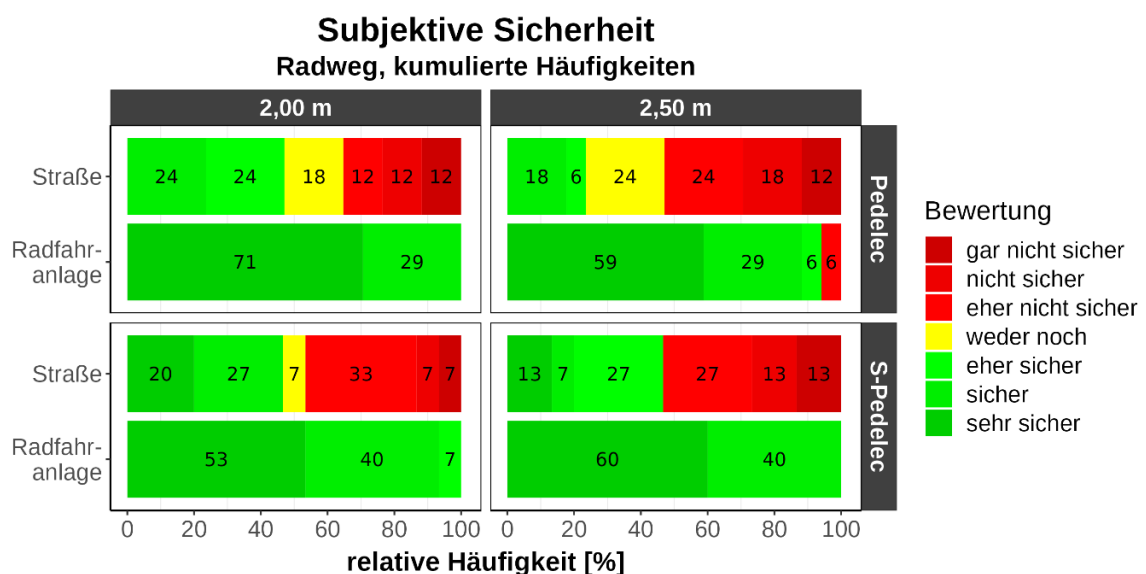
Das Befahren des Radfahrstreifens wird in der Pedelec-Bedingung von 30 % der Versuchsteilnehmenden als riskant bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 7 %. Das Befahren der

Straße/Kernfahrbahn wird hingegen von 71 % in der Pedelec-Bedingung als riskant bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 33 %.

Das Befahren des **breiten Radfahrstreifens (2,25 m)** wird in der Pedelec-Bedingung von 95 % der Versuchsteilnehmenden als sicher bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 100 %. Das Befahren der Straße/Kernfahrbahn wird hingegen von 41 % in der Pedelec-Bedingung als sicher bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 60 %.

Das Befahren des Radfahrstreifens wird in der Pedelec-Bedingung von 30 % der Versuchsteilnehmenden als riskant bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 7 %. Das Befahren der Straße/Kernfahrbahn wird hingegen von 71 % in der Pedelec-Bedingung als riskant bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 33 %.

Abbildung 4.3.9-12 oben zeigt die relativen Häufigkeiten der subjektiven Sicherheitsbewertung getrennt nach Situation, Anlage, Anlagenbreite und Fahrzeug für die Szenarien mit Radfahrstreifen. Abbildung 4.3.9-12 unten zeigt die relativen Häufigkeiten der subjektiven Sicherheitsbewertung getrennt nach Situation, Anlage, Anlagenbreite und Fahrzeug für die Szenarien mit Radfahrstreifen.



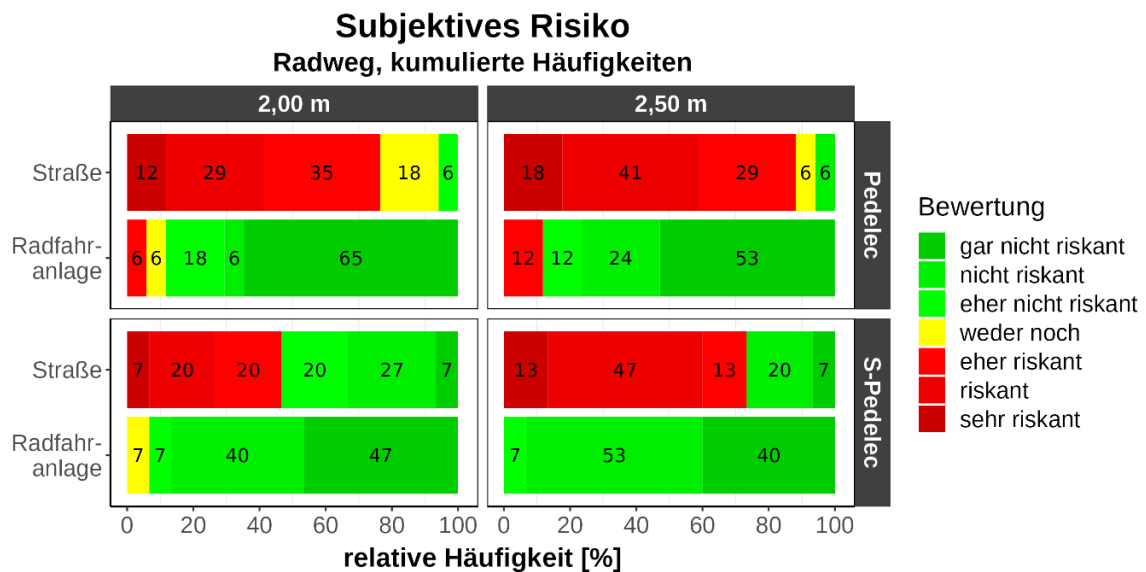


Abbildung 4.3.9-12: Subjektive Sicherheit und subjektives Risiko, Radweg, Benutzungspflicht

Das Befahren des **schmalen Radwegs (2,00 m)** wird in der Pedelec-Bedingung von 100 % der Versuchsteilnehmenden als sicher bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von ebenfalls 100%. Das Befahren der Straße/Kernfahrbahn wird hingegen von 48 % in der Pedelec-Bedingung als sicher bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 47 %.

Das Befahren des Radwegs wird in der Pedelec-Bedingung von 6 % der Versuchsteilnehmenden als riskant bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von keinem. Das Befahren der Straße/Kernfahrbahn wird hingegen von 76 % in der Pedelec-Bedingung als riskant bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 47 %.

Das Befahren des **breiten Radwegs (2,50 m)** wird in der Pedelec-Bedingung von 94 % der Versuchsteilnehmenden als sicher bewertet, bin der S-Pedelec-Bedingung von 100 %. Das Befahren der Straße/Kernfahrbahn wird hingegen von 44 % in der Pedelec-Bedingung als sicher bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 47 %.

Das Befahren des Radwegs wird in der Pedelec-Bedingung von 12 % der Versuchsteilnehmenden als riskant bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung keinem. Das Befahren der Straße/Kernfahrbahn wird hingegen von 88 % in der Pedelec-Bedingung als riskant bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 73 %.

4.3.9.2 Situationen mit Gefährdungspotential

Zur Bewertung des Gefährdungspotentials bzw. der Verkehrssicherheit werden die Szenarien mit expliziter Kollisionsgefahr herangezogen. Dies gilt für folgende Szenarien:

- Gemeinsam genutzter Geh- und Radwege: Begegnungssituationen mit Zufußgehenden, sowie
- Zweirichtungsradwege: Überholen mit Gegenverkehr auf Radvorrangrouten sowie Radschnellwegen.

Die Verkehrssicherheit wird hierbei anhand der mittleren Geschwindigkeit, der Überholgeschwindigkeit, der minimalen Abstände zu anderen Verkehrsteilnehmenden, sowie der Häufigkeit und Art von Kollisionen bewertet.

Gemeinsam genutzter Geh- und Radweg

Mittlere Geschwindigkeit und Überholgeschwindigkeit

Abbildung 4.3.9-13 zeigt die Verteilung der mittleren Geschwindigkeiten (*Mdn*) für drei unterschiedlich breite, gemeinsam mit Zufußgehenden genutzte Geh- und Radwege. Die 2,00 m breite Anlage stellt eine Engstelle zwischen zwei Radschnellwegsegmenten dar, die 2,50 m breite Anlage einen außerorts gemeinsam genutzten Geh und Radweg, die 3,00 m breite Anlage einen innerorts gemeinsam genutzten. Die Geschwindigkeiten werden getrennt nach Überholsituation / freie Fahrt ohne Überholen dargestellt.

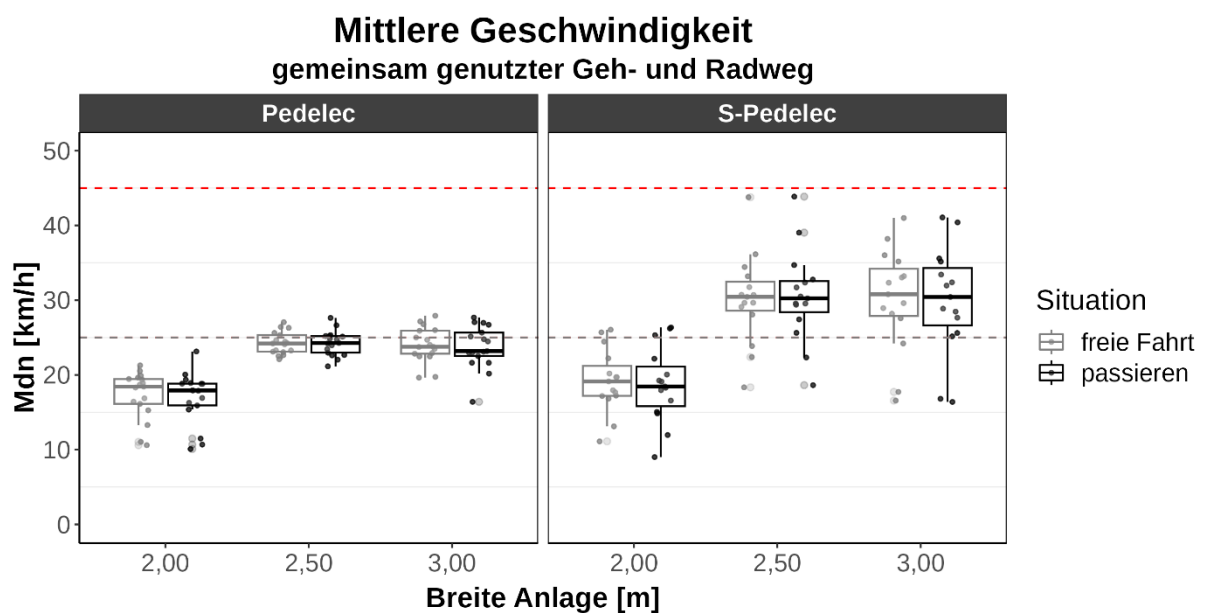


Abbildung 4.3.9-13: Mittlere Geschwindigkeit, Verteilung gemeinsam genutzter Geh- und Radweg

In der Engstelle (2,00 m) wird im Mittel, unabhängig von Situation und Fahrzeugtyp, eine Geschwindigkeit von 18 - 19 km/h erreicht. In der Pedelec-Bedingung werden in 75 % der Fälle, unabhängig von der Situation, Geschwindigkeiten von ca. 19 km/h erreicht, in der S-Pedelec Bedingung Geschwindigkeiten von ca. 21 km/h.

Beim 2,50 m und 3,00 m breiten, gemeinsam genutzten Geh- und Radweg werden in der Pedelec-Bedingung, unabhängig von der Situation, im Mittel Geschwindigkeiten von ca. 24 km/h erreicht, in 75 % der Fälle Geschwindigkeiten bis zu 25 – 27 km/h.

In der S-Pedelec Bedingung werden, unabhängig von Situation, im Mittel Geschwindigkeiten von 30 - 31 km/h erreicht. In 75 % der Fälle werden bei der 2,50 m breiten Anlage Geschwindigkeiten von 32 – 33 km/h erreicht, bei der 3,00 m breiten Anlage Geschwindigkeiten von ca. 34 km/h.

Minimale Abstände und Kollisionen

Kollisionen wurden durch eine Kollisionserkennung erkannt. Mittels der Kollisionserkennung wurden keine Kollisionen mit Zufußgehenden erkannt. In der Engstelle wurden in der Pedelec-Bedingung zwei Kollisionen, in der S-Pedelec-Bedingung eine Kollision jeweils mit Infrastruktur (bspw. Hecken, Büschen) detektiert. Auf den gemeinsam genutzten Geh- und Radwegen wurden in der Pedelec-Bedingung zwei, in der S-Pedelec-Bedingung vier Kollisionen jeweils mit Infrastruktur detektiert. Abbildung 4.3.9-14 zeigt die Verteilung der minimalen Abstände beim Überholen bzw. Passieren von Zufußgehenden, getrennt nach Anlagenbreite und Fahrzeug.

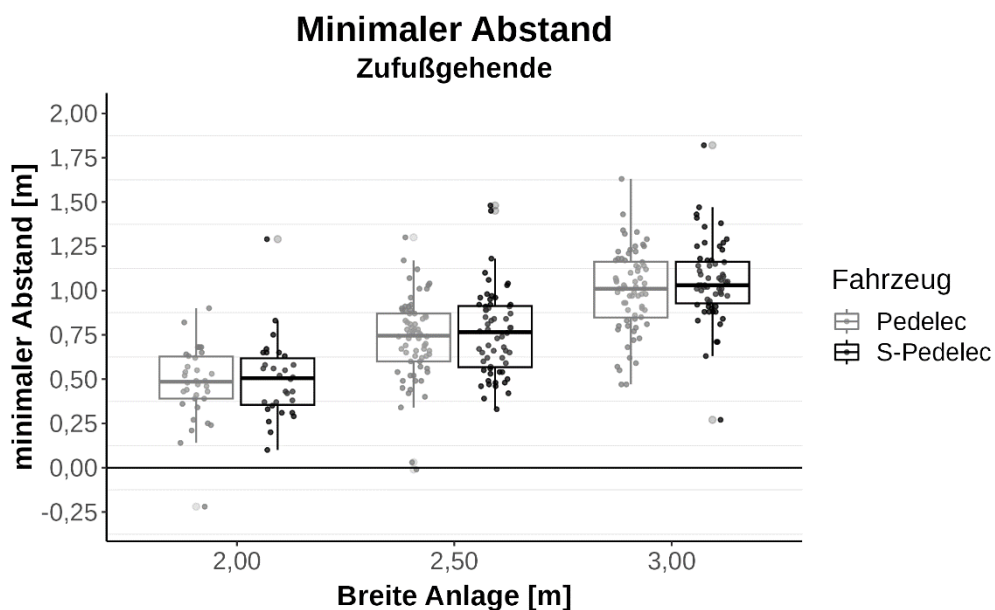


Abbildung 4.3.9-14: Minimaler Abstand, Zufußgehende, Verteilungen

Im Mittel (*Mdn*) beträgt der minimale Überholabstand innerhalb der Engstelle (2,00 m Breite) in der Pedelec-Bedingung 0,48 m, in der S-Pedelec-Bedingung 0,50 m. In der Pedelec-Bedingung sind die minimalen Passierabstände in 25 % der Fälle geringer als 0,39 m, in der S-Pedelec-Bedingung geringer als 0,36 m. In der Pedelec-Bedingung tritt zudem eine geringe negative minimale Distanz (-0,22 m) auf, d.h. eine zusätzliche Kollision mit einem Zufußgehenden. Die geringste minimale Distanz in der S-Pedelec-Bedingung beträgt 0,10 m.

Bei der 2,50 m breiten Anlage beträgt der minimale Überholabstand im Mittel (*Mdn*) in der Pedelec-Bedingung 0,74 m, in der S-Pedelec-Bedingung 0,76 m. In der Pedelec-Bedingung sind die minimalen Passierabstände in 25 % der Fälle geringer als 0,60 m, in der S-Pedelec-Bedingung geringer als 0,57 m. In der Pedelec-Bedingung tritt zudem eine geringe negative minimale Distanz (-0,01 m) auf, d.h. eine zusätzliche Kollision mit einem Fussgänger. Die geringste minimale Distanz in der S-Pedelec-Bedingung beträgt 0,33 m.

Bei der 3,00 m breiten Anlage beträgt der minimale Überholabstand im Mittel in der Pedelec-Bedingung 1,01 m, in der S-Pedelec-Bedingung 1,03 m. In der Pedelec-Bedingung sind die minimalen Passierabstände in 25 % der Fälle geringer als 0,85 m, in der S-Pedelec-Bedingung geringer als 0,93 m. Die geringste minimale Distanz in der Pedelec-Bedingung beträgt 0,47 m, in der S-Pedelec-Bedingung 0,27 m.

Zusammenhang von minimalem Überholabstand und Überholgeschwindigkeit

Abbildung 4.3.9-15 zeigt die Verteilung der minimalen Abstände beim Überholen von Zufußgehenden als Funktion der Überholgeschwindigkeit, getrennt nach Anlagenbreite und Fahrzeug.

Minimaler Abstand als Funktion der Überholgeschwindigkeit Zufußgehende

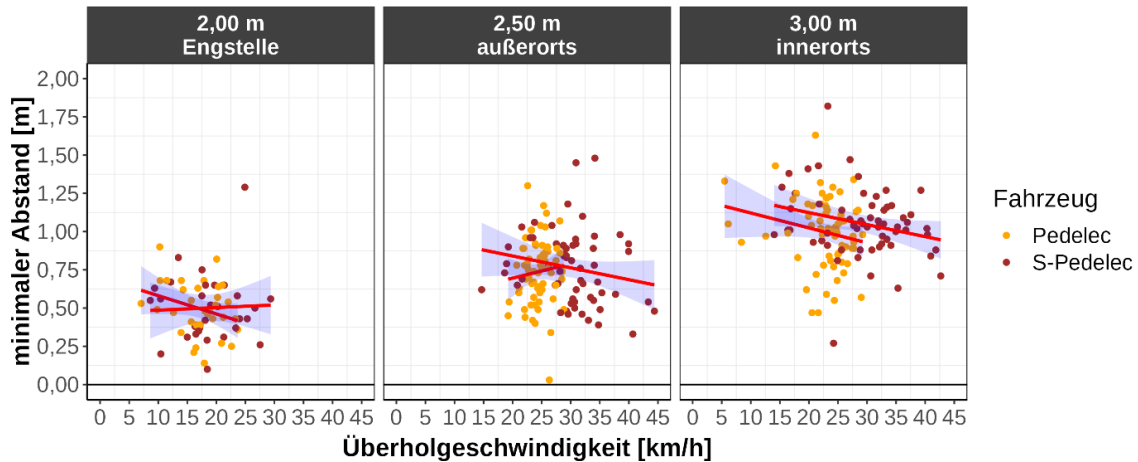


Abbildung 4.3.9-15: Minimaler Abstand und Überholgeschwindigkeit, Verteilung, getrennt nach Breite

Tabelle 4.3.9-3 zeigt die Produkt-Moment-Korrelation (Pearsons r) sowie eine Kategorisierung der Richtung und Stärke des Zusammenhangs zwischen Überholgeschwindigkeit und minimalem Überholabstand, getrennt nach Anlagenbreite und Fahrzeug.

Tabelle 4.3.9-3: Minimaler Abstand und Überholgeschwindigkeit, Zusammenhang

Breite	Fahrzeug	Zusammenhang		
		Pearsons r	Richtung	Stärke (Cohens r)
2,00	Pedelec	-0,31	negativ	moderat
2,00	S-Pedelec	0,04	positiv	schwach
2,50	Pedelec	0,11	positiv	schwach
2,50	S-Pedelec	-0,18	negativ	schwach
3,00	Pedelec	-0,20	negativ	schwach
3,00	S-Pedelec	-0,25	negativ	schwach

In der Pedelec-Bedingung zeigt sich, bis auf die Engstelle, ein schwacher Zusammenhang zwischen Überholgeschwindigkeit und minimalen Überholabstand. In der Engstelle zeigt sich ein moderat negativer Zusammenhang. In der S-Pedelec-Bedingung zeigt sich, unabhängig von der Anlagenbreite, ein schwacher Zusammenhang zwischen Überholgeschwindigkeit und minimalen Überholabstand.

Abbildung 4.3.9-16 zeigt die Verteilung der minimalen Abstände beim Überholen von Zufußgehenden als Funktion der Überholgeschwindigkeit, getrennt nach Anlagenbreite und Fahrzeug. Die roten gestrichelten Linien stellen unterschiedliche Kritikalitätsbereiche dar (vgl. Angemendt & Wilken, 1994). Demnach wären bei «Schwerstufe I (KS I) „Brems- und/oder Ausweichmanöver schwächerer bis mittlerer Intensität zur Vermeidung einer Kollision“ sowie Schwerstufe II (KS II) „Brems- und/oder Ausweichmanöver stärkerer Intensität zur Vermeidung einer Kollision“ nötig (ANGENENDT & WILKEN 1996)» (zitiert nach Hantschel, Gerike, & Enke, 2022, S. 66).

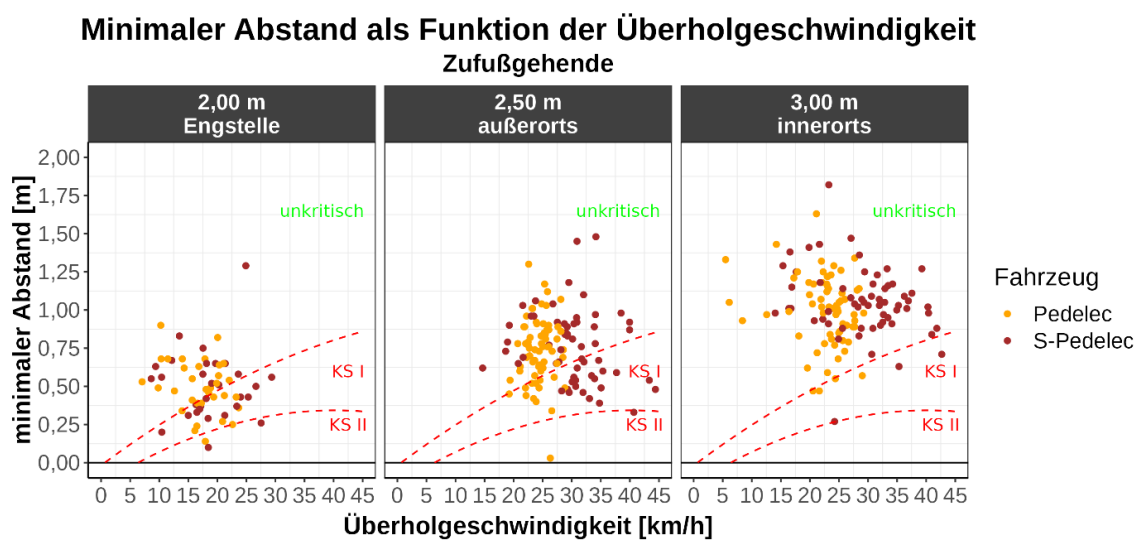


Abbildung 4.3.9-16: Minimaler Abstand und Überholgeschwindigkeit, Verteilung, Kritikalitätsbereiche

Abbildung 4.3.9-17 zeigt die relativen Häufigkeiten der drei kategoriellen Einstufung der Kritikalitätsbereiche getrennt nach Anlagenbreite und Fahrzeug.

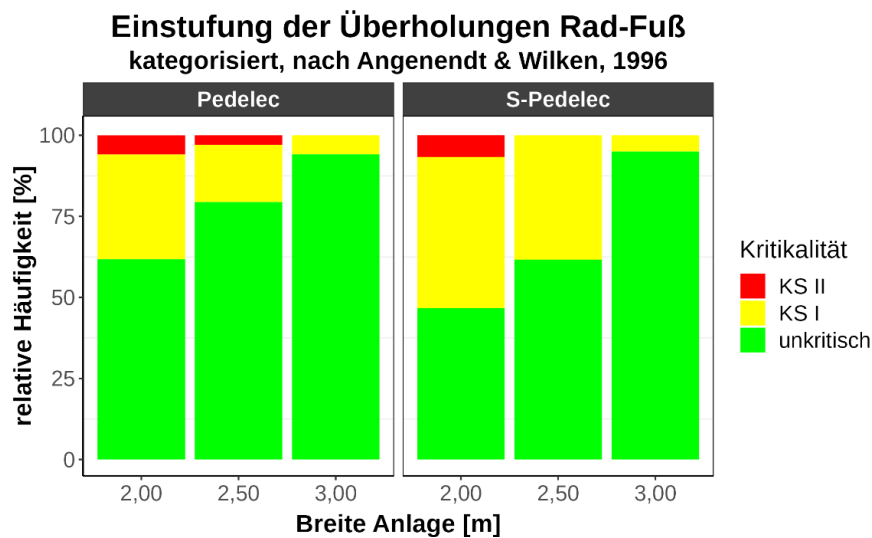


Abbildung 4.3.9-17: Einstufung Überholungen

In der Pedelec-Bedingung sind, nach Angenendt & Wilken (1996), auf der 3,00 m breiten Anlage (innerorts) die meisten Überholungen als unkritisch zu betrachten (94%). Bei 2,50 m breiter Anlage sind 79 % als unkritisch zu betrachten, 18 % als erste Schwerstufe (KS I) und 3 % als zweite Schwerstufe (KS II). In der 2,00 m breiten Engstelle sind 62 % als unkritisch zu betrachten, 32 % als erste Schwerstufe (KS I) und 6 % als zweite Schwerstufe (KS II).

In der S-Pedelec-Bedingung sind auf der 3,00 m breiten Anlage (innerorts) die meisten Überholungen als unkritisch zu betrachten (95%). Bei 2,50 m breiter Anlage sind 62 % als unkritisch zu betrachten und 38 % als erste Schwerstufe (KS I). In der 2,00 m breiten Engstelle sind 47 % als unkritisch zu betrachten, 47 % als erste Schwerstufe (KS I) und 7 % als zweite Schwerstufe (KS II).

Subjektive Sicherheit und subjektives Risiko

Abbildung 4.3.9-18 oben zeigt die relativen Häufigkeiten der subjektiven Sicherheitsbewertung getrennt nach Situation, Anlage, Anlagenbreite und Fahrzeug für die Szenarien mit gemeinsam genutzten Geh- und Radwegen. Abbildung 4.3.9-18 unten zeigt die relativen Häufigkeiten der subjektiven Risikobewertung getrennt nach Situation, Anlage, Anlagenbreite und Fahrzeug für die Szenarien mit gemeinsam genutzten Geh- und Radwegen. Zur Bewertung der subjektiven Sicherheit und des subjektiven Risikos wurde nur die Bedingung mit Benutzungspflicht gemeinsam genutzten Geh- und Radwegs herangezogen. Innerhalb der entsprechenden Situation war der Anlage im ersten Drittel des Szenarios nicht verfügbar, weswegen dort die Straße bzw. Kernfahrbahn befahren werden mußte (siehe Kapitel 4.3.5.1).

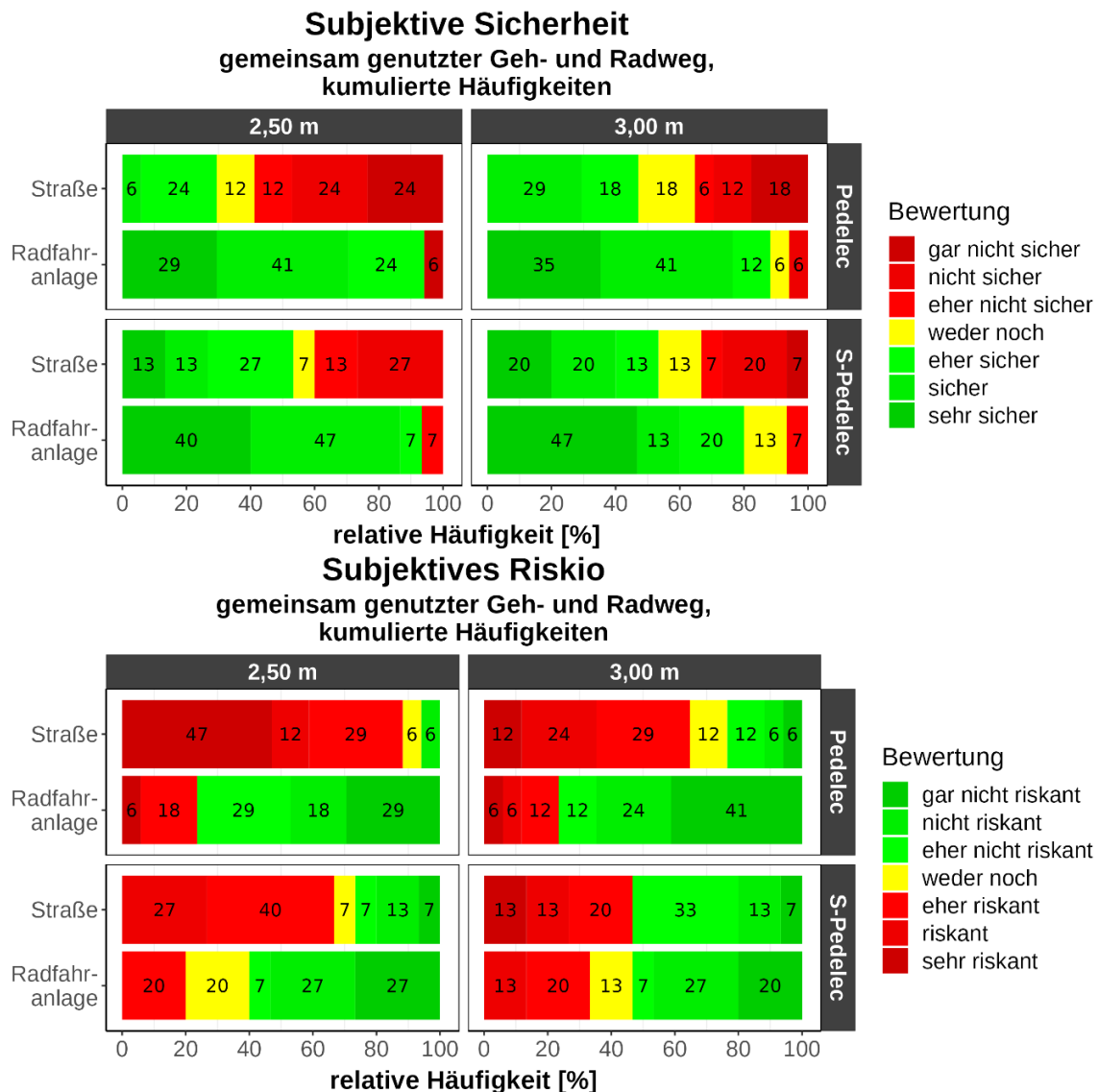


Abbildung 4.3.9-18: Subjektive Sicherheit und subjektives Risiko, gemeinsam genutzter Geh- und Radweg, Benutzungspflicht

Das Befahren des **schmalen gemeinsam genutzten Geh- und Radwegs (2,50 m)** wird in der Pedelec-Bedingung von 94 % der Versuchsteilnehmenden als sicher bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 93 %. Das Befahren der Straße/Kernfahrbahn wird hingegen von 30 % in der Pedelec-Bedingung als sicher bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 53 %. Das Befahren des Geh- und Radwegs wird in der Pedelec-Bedingung von 24 % der Versuchsteilnehmenden als riskant bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 20 %. Das Befahren der Straße/Kernfahrbahn wird hingegen von 88 % in der Pedelec-Bedingung als riskant bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 67 %.

Das Befahren des **breiten gemeinsam genutzten Geh- und Radwegs (3,00 m)** wird in der Pedelec-Bedingung von 88 % der Versuchsteilnehmenden als sicher bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 88 %. Das Befahren der Straße/Kernfahrbahn wird hingegen von 47 % in der Pedelec-Bedingung als sicher bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 53 %. Das Befahren des Geh- und Radwegs wird in der Pedelec-Bedingung von 24 % der Versuchsteilnehmenden als riskant bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 33 %. Das Befahren der Straße/Kernfahrbahn wird hingegen von 65 % in der Pedelec-Bedingung als riskant bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 46 %.

Zweirichtungsradverkehrsinfrastruktur: Überholen mit Gegenverkehr

Bei der Zweirichtungs-Radverkehrsinfrastruktur werden folgende Szenarien bewertet:

- Engstelle (2,00 m)
- Radschnellweg (4,00 m),
- Radvorrangroute (3,00 m)

Bei diesen Szenarien werden die Bedingungen mit und ohne Wahlfreiheit zusammengefasst, da hier keine Wahlfreiheit hinsichtlich der Anlagenbenutzung besteht.

Mittlere Geschwindigkeit

Abbildung 4.3.9-19 zeigt die Verteilung der mittleren Geschwindigkeiten (*Mdn*) für die drei Szenarien mit Zweirichtungs-Radverkehrsinfrastruktur mit Gegenverkehr. Die Geschwindigkeiten werden getrennt nach Passiersituation und freier Fahrt ohne Passieren dargestellt.

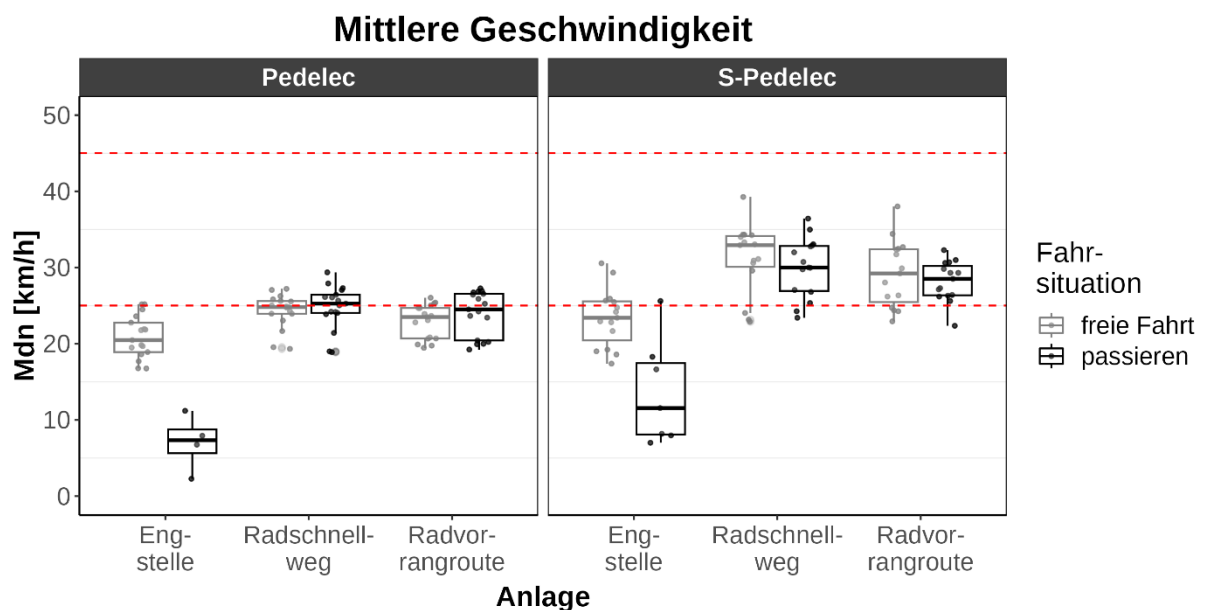


Abbildung 4.3.9-19: Mittlere Geschwindigkeiten, Verteilung, getrennt nach Situation und Anlage

In der Engstelle (2,00 m) wird in der Pedelec-Bedingung bei freier Fahrt eine mittlere Geschwindigkeit von 20 km/h erreicht, beim Passieren von 7 km/h. In der S-Pedelec-Bedingung wird eine mittlere Geschwindigkeit von 23 km/h bei freier Fahrt und von 12 km/h beim Passieren erreicht.

Auf dem Radschnellweg und der Radvorrangroute werden in der Pedelec-Bedingung sowohl bei freier Fahrt als auch beim Passieren Geschwindigkeiten von 23 - 25 km/h erreicht. In der S-Pedelec-Bedingung wird auf dem Radschnellweg bei freier Fahrt eine mittlere Geschwindigkeit von 33 km/h, beim Passieren von 30 km/h erreicht. Auf der Radvorrangroute wird sowohl bei freier Fahrt als auch beim Passieren eine mittlere Geschwindigkeit von ca. 29 km/h erreicht.

Überholverhalten

Abbildung 4.3.9-20 stellt die relativen Häufigkeiten an Versuchsteilnehmenden dar, die andere Radfahrende auf der Radvorrangroute und dem Radschnellweg überholten, getrennt nach Fahrzeugtyp und Anlagentyp. Unterschiedliche Farben stellen den Anteil an überholten Radfahrenden auf der Anlage dar (maximal zwei möglich). Der Anteil an Versuchsteilnehmenden, die keine anderen Radfahrenden auf dem Radweg überholten, ist in Rot dargestellt.

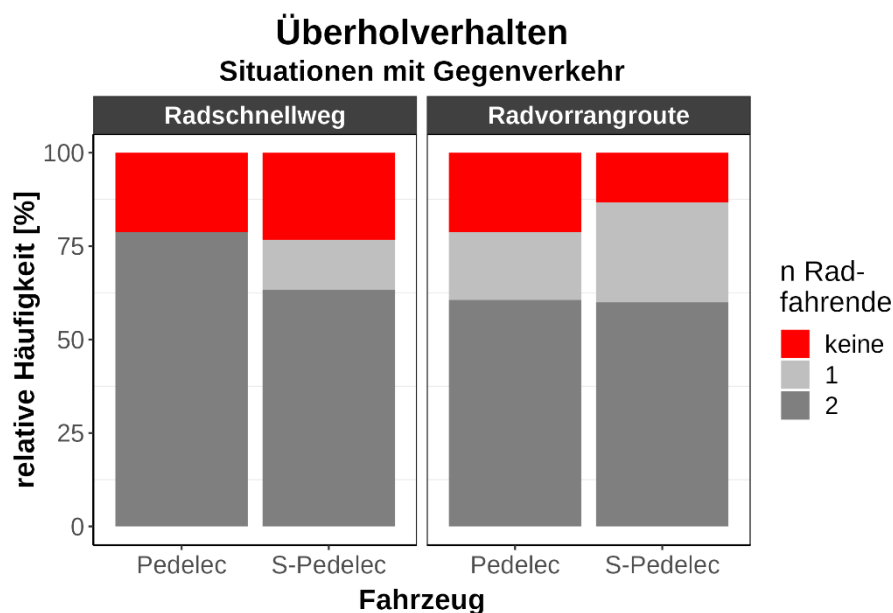


Abbildung 4.3.9-20: Anteil überholter Radfahrender

Auf dem Radschnellweg (4,00 m) überholten, unabhängig vom Fahrzeug, 79 % der Versuchsteilnehmenden andere simulierte Radfahrende. In der Pedelec-Bedingung wurden alle Radfahrende, die in die gleiche Richtung wie die Versuchsteilnehmenden fuhren, überholt. In der S-Pedelec-Bedingung überholten nur 63 % der Versuchsteilnehmenden alle Radfahrende, 13 % überholten nur einen simulierten Radfahrenden.

Auf der Radvorrangroute (3,00 m) überholten in der Pedelec-Bedingung 79 % der Versuchsteilnehmenden andere simulierte Radfahrende, in der S-Pedelec-Bedingung 87 %. Unabhängig vom Fahrzeug überholten jeweils 60 % der Versuchsteilnehmenden alle simulierten Radfahrenden.

In der Regel warteten die Versuchsteilnehmenden – mit Ausnahme von drei Fällen in der Pedelec-Bedingung auf dem Radschnellweg – bis der Gegenverkehr vorbei war.

Minimale Abstände und Kollisionen

Insgesamt traten 20 Kollisionen auf, 16 in der Engstelle und vier auf der Radvorrangroute. In der Engstelle lassen sich 14 Kollisionen als Frontalkollisionen klassifizieren, zwei als zu frühes Einscheren nach Überholen. Hier entfallen zehn Kollisionen auf die Pedelec-Bedingung, sechs Kollisionen auf die S-Pedelec-Bedingung.

Auf der Radvorrangroute traten alle Kollisionen in der Pedelec-Bedingung auf, zwei Kollisionen als Frontalkollisionen, zwei weitere als zu frühes Einscheren nach Überholen.

Abbildung 4.3.9-21 zeigt die Verteilung der minimalen Abstände beim Überholen bzw. Passieren von Radfahrenden, getrennt nach Anlagenbreite und Fahrzeug.

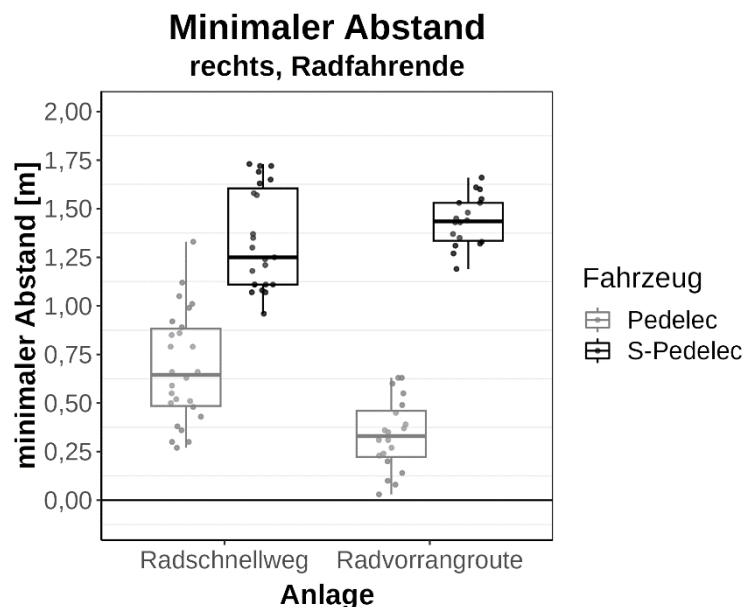


Abbildung 4.3.9-21: Minimaler Abstand, Verteilung, rechts, Radfahrende

Im Mittel (*Mdn*) beträgt der minimale Abstand auf dem Radschnellweg (4,00 m Breite) in der Pedelec-Bedingung 0,64 m, in der S-Pedelec-Bedingung 1,25 m. In der Pedelec-Bedingung sind die minimalen Abstände in 25 % der Fälle geringer als 0,48 m, in der S-Pedelec-Bedingung geringer als 1,11 m. Der geringste minimale Abstand in der Pedelec-Bedingung beträgt 0,27 m, in der S-Pedelec-Bedingung 0,96 m.

Auf der Radvorrangroute (3,00 m) beträgt der mittlere minimale Abstand auf dem Radschnellweg in der Pedelec-Bedingung 0,33 m, in der S-Pedelec-Bedingung 1,44 m. In der Pedelec-Bedingung sind die minimalen Abstände in 25 % der Fälle geringer als 0,22 m, in der S-Pedelec-Bedingung geringer als 1,33 m. Der geringste minimale Abstand in der Pedelec-Bedingung beträgt 0,03 m, in der S-Pedelec-Bedingung 1,19 m.

Abbildung 4.3.9-22 zeigt die Verteilung der minimalen Abstände beim Passieren von Radfahrenden im Gegenverkehr, getrennt nach Anlagenbreite und Fahrzeug. Falls Kollisionen auftraten wurden keine minimalen Abstände berechnet.

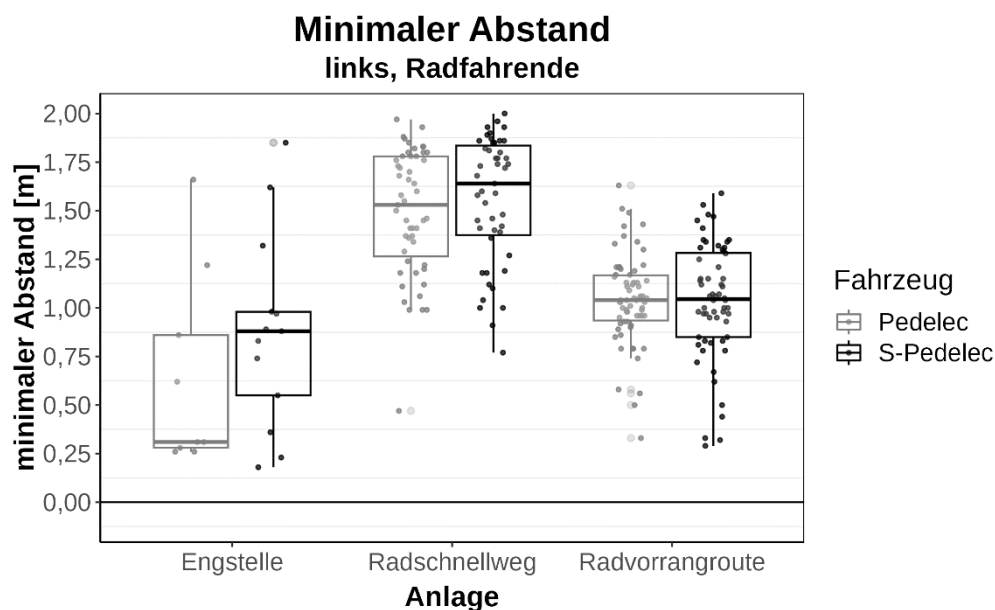


Abbildung 4.3.9-22: Minimaler Abstand, Verteilung, links, Radfahrende

Im Mittel (*Mdn*) beträgt der minimale Passierabstand in der **Engstelle (2,00 m Breite)** in der Pedelec-Bedingung 0,31 m, in der S-Pedelec-Bedingung 0,88 m. In der Pedelec-Bedingung sind die minimalen Passierabstände in 25 % der Fälle geringer als 0,28 m, in der S-Pedelec-Bedingung geringer als 0,55 m. Die geringste minimale Distanz in der Pedelec-Bedingung beträgt 0,26 m, in der S-Pedelec-Bedingung 0,18 m.

Auf der **Radvorrangroute (3,00 m)** beträgt der mittlere minimale Passierabstand in der Pedelec-Bedingung und der S-Pedelec-Bedingung 1,04 m. In der Pedelec-Bedingung sind die minimalen Passierabstände in 25 % der Fälle geringer als 0,94 m, in der S-Pedelec-Bedingung geringer als 0,85 m. Der geringste minimale Abstand in der Pedelec-Bedingung beträgt 0,33 m, in der S-Pedelec-Bedingung 0,29 m.

Auf dem **Radschnellweg (4,00 m)** beträgt der mittlere minimale Passierabstand in der Pedelec-Bedingung 1,71 m, in der S-Pedelec-Bedingung 1,75 m. In der Pedelec-Bedingung sowie der S-Pedelec-Bedingung sind die minimalen Passierabstände in 25 % der Fälle geringer als 1,41 m. Die geringste minimale Distanz in der S-Pedelec-Bedingung beträgt 0,47 m, in der S-Pedelec-Bedingung 0,77 m.

Zusammenhang von minimalem Überholabstand und Überholgeschwindigkeit

Abbildung 4.3.9-23 zeigt die Verteilung der minimalen Abstände beim Überholen anderer Radfahrender als Funktion der Überholgeschwindigkeit, getrennt nach Anlage und Fahrzeug. Die roten Linien stellen Regressionsgeraden dar.

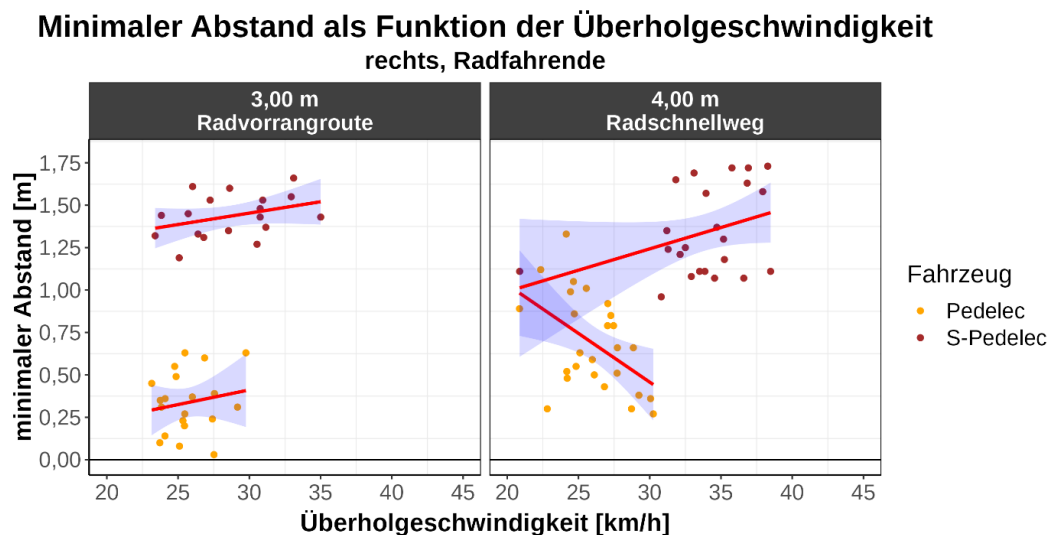


Abbildung 4.3.9-23: Minimaler Abstand und Überholgeschwindigkeit, Verteilung, getrennt nach Anlage

Tabelle 4.3.9-4 zeigt die Produkt-Moment-Korrelation (Pearsons r) sowie eine Kategorisierung der Richtung und Stärke des Zusammenhangs zwischen Überholgeschwindigkeit und minimalem Überholabstand, getrennt nach Anlage und Fahrzeug.

Tabelle 4.3.9-4: Minimaler Abstand und Überholgeschwindigkeit, Zusammenhang

Breite	Fahrzeug	Pearsons r	Zusammenhang	
			Richtung	Stärke (Cohens r)
3,00	Pedelec	0,18	positiv	schwach
3,00	S-Pedelec	0,35	positiv	moderat
4,00	Pedelec	-0,48	negativ	moderat
4,00	S-Pedelec	0,35	positiv	moderat

In der Pedelec-Bedingung zeigt sich bei der 3,00 m breiten Radvorrangroute ein schwach positiver Zusammenhang zwischen Überholgeschwindigkeit und minimalen Überholabstand. Beim 4,00 m breiten Radschnellweg zeigt sich ein moderat negativer Zusammenhang.

In der S-Pedelec-Bedingung zeigt sich bei der 3,00 m breiten Radvorrangroute ein moderat positiver Zusammenhang zwischen Überholgeschwindigkeit und minimalen Überholabstand. Beim 4,00 m breiten Radschnellweg zeigt sich ebenfalls ein moderat positiver Zusammenhang.

Subjektive Sicherheit und subjektives Risiko

Abbildung 4.3.9-24 oben zeigt die relativen Häufigkeiten der subjektiven Sicherheitsbewertung getrennt nach Anlagenbreite und Fahrzeug für die Szenarien Engstelle, Radvorrangroute und Radschnellweg. Abbildung 4.3.9-24 unten zeigt die relativen Häufigkeiten der subjektiven Risikobewertung getrennt nach Anlagenbreite und Fahrzeug für die Szenarien Engstelle, Radvorrangroute und Radschnellweg. Da die genannten Szenarien sowohl in der Bedingung mit als auch ohne Wahlfreiheit benutzt werden, mussten werden hier die Bewertungen aus beiden Bedingungen berichtet.

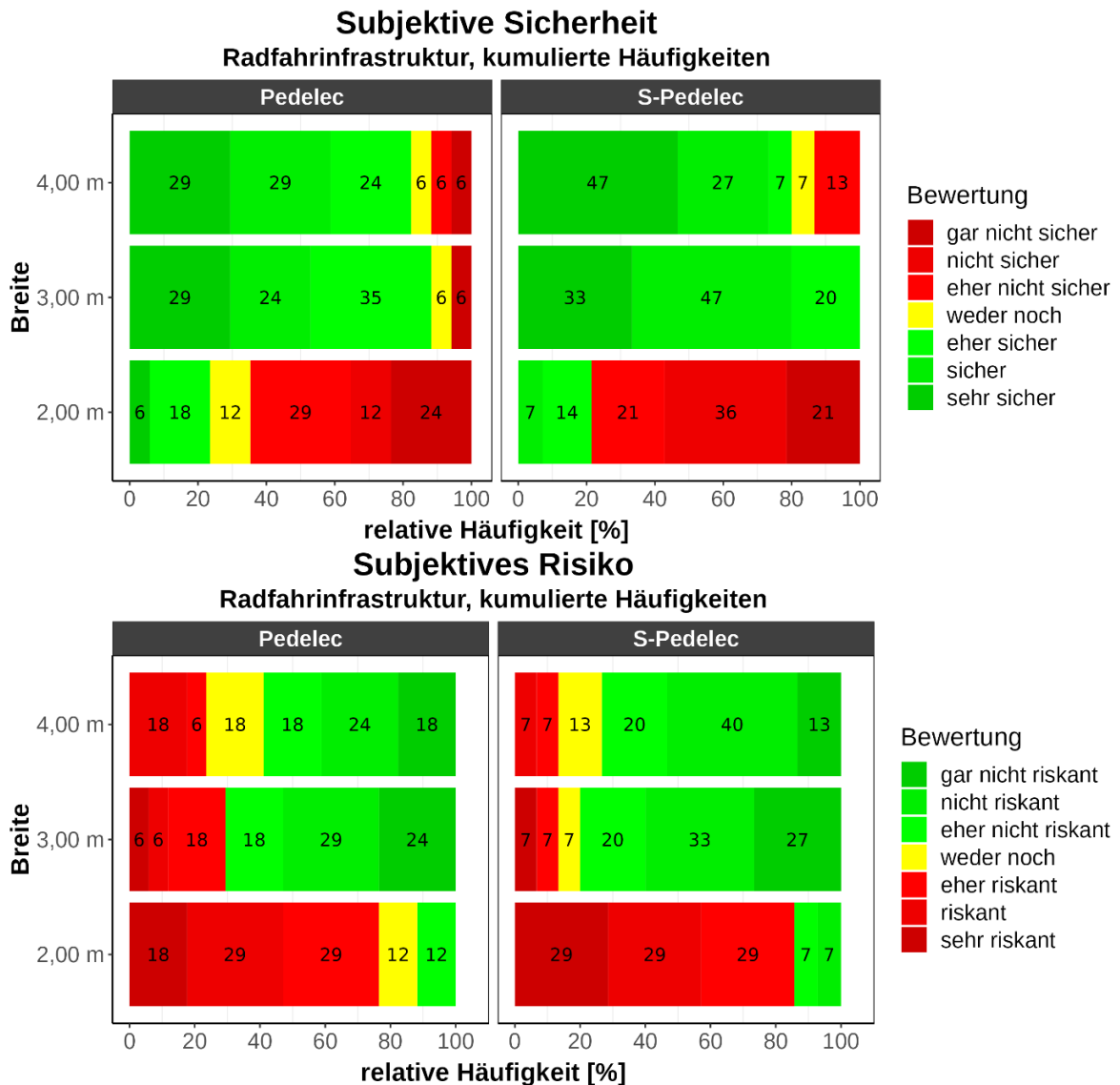


Abbildung 4.3.9-24: Subjektive Sicherheit und subjektives Risiko, Radfahrinfrastruktur

Das Befahren **der Engstelle (2,00 m)** wird in der Pedelec-Bedingung von 24 % der Versuchsteilnehmenden als sicher bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 21 %. Das Befahren der Engstelle wird in der Pedelec-Bedingung von 76 % der Versuchsteilnehmenden als riskant bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 87 %. Das Befahren **der Radvorrangroute (3,00 m)** wird in der Pedelec-Bedingung von 88 % der Versuchsteilnehmenden als sicher bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von allen Teilnehmenden. Das Befahren der Radvorrangroute wird in der Pedelec-Bedingung von 30 % der Versuchsteilnehmenden als riskant bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 14 %. Das Befahren **des Radschnellwegs (4,00 m)** wird in der Pedelec-Bedingung von 82 % der Versuchsteilnehmenden als sicher bewertet, bin der

S-Pedelec-Bedingung von 81 %. Das Befahren des Radschnellwegs wird in der Pedelec-Bedingung von 24 % der Versuchsteilnehmenden als riskant bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von 14 %.

4.3.9.3 Präferenz und Wegewahl

Zur Bewertung der Präferenz und Wegewahl wurden folgende Szenarien herangezogen:

- Radfahrstreifen: schmal (1,60 m), breiter (2,25 m)
- Radweg: eher schmal (2,00 m), breiter (2,50 m)
- Gemeinsamer Rad- und Fussweg: innerorts (3,00 m) und außerorts (2,50 m)

Diese Szenarien wurden von den Versuchsteilnehmenden sowohl mit als auch ohne Wahlfreiheit / Benutzungspflicht hinsichtlich der Nutzung der Radverkehrsanlage durchfahren. In der Fahrt mit Wahlfreiheit war somit die Benutzung der Radverkehrsanlage den Fahrenden freigestellt.

Abbildung 4.3.9-25 zeigt die relative Häufigkeit an Versuchsteilnehmenden in Abhängigkeit des relativen Benutzungsanteils der Radverkehrsanlage, der Anlagenbreite sowie des Fahrzeugs, getrennt nach Wahlfreiheit oder keiner Wahlfreiheit für die Benutzung der Radfahrstreifen.

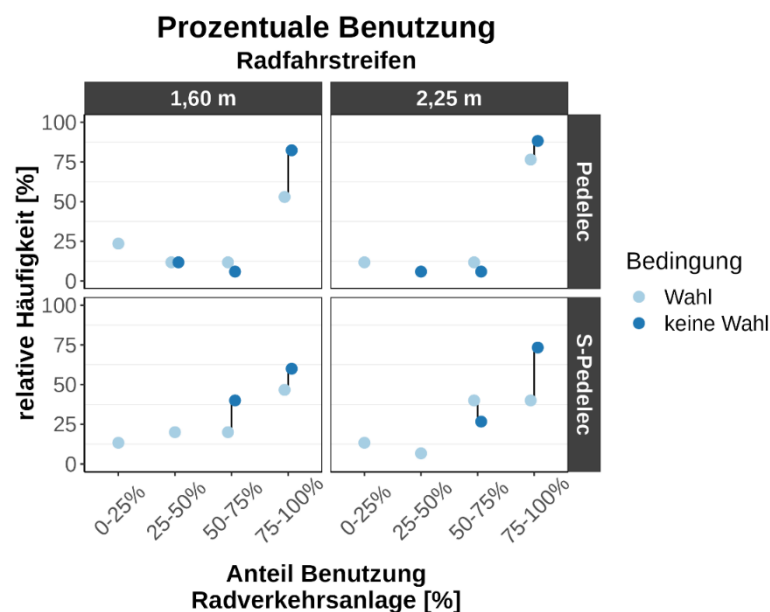


Abbildung 4.3.9-25: Anteilige Benutzung, Radfahrstreifen, relative Häufigkeit

In der Pedelec-Bedingung ohne Wahlfreiheit benutzen, unabhängig von der Anlagenbreite, 82 – 88 % der Versuchsteilnehmenden zu 75 - 100 % der Distanz den Radfahrstreifen. Ein geringer Prozentsatz an Versuchsteilnehmenden benutzt den Radfahrstreifen nur anteilmäßig. In der S-Pedelec-Bedingung ohne Wahlfreiheit benutzen bei geringerer Anlagenbreite (1,60 m) 60 % der Versuchsteilnehmenden zu 75 - 100 % der Distanz den Radfahrstreifen, 40 % zu 50 - 75 % der Distanz. Bei breiterer Anlagenbreite (2,25 m) benutzen 73 % der Versuchsteilnehmenden zu 75 - 100% der Distanz den Radfahrstreifen, 27 % zu 50 - 75% der Distanz.

Bei Wahlfreiheit benutzen in der Pedelec-Bedingung bei geringerer Anlagenbreite 52 % der Fahrenden die Anlage zu 75 -100 %, jeweils 12 % benutzen sie zu 25-50 % und 50-75 % der Distanz, 24 % zu 0 - 25 % der Distanz. Bei breiter Anlagenbreite und Wahlfreiheit ist das Benutzungsverhalten vergleichbar mit der Bedingung ohne Wahlfreiheit. Bei Wahlfreiheit benutzen in der S-Pedelec-Bedingung bei geringerer Anlagenbreite jeweils 40 % der Versuchsteilnehmenden die Anlage zu 75 - 100 % und zu 50 - 75% der Distanz, 7 % zu 25 - 50% der Distanz und 13 % zu 0 - 25 % der Distanz.

Abbildung 4.3.9-26 zeigt die relative Häufigkeit an Versuchsteilnehmenden in Abhängigkeit der relativen Benutzung der Radverkehrsanlage, der Anlagenbreite sowie des Fahrzeugs dar, getrennt nach Wahlfreiheit oder keiner Wahlfreiheit hinsichtlich der Radwegnutzung.

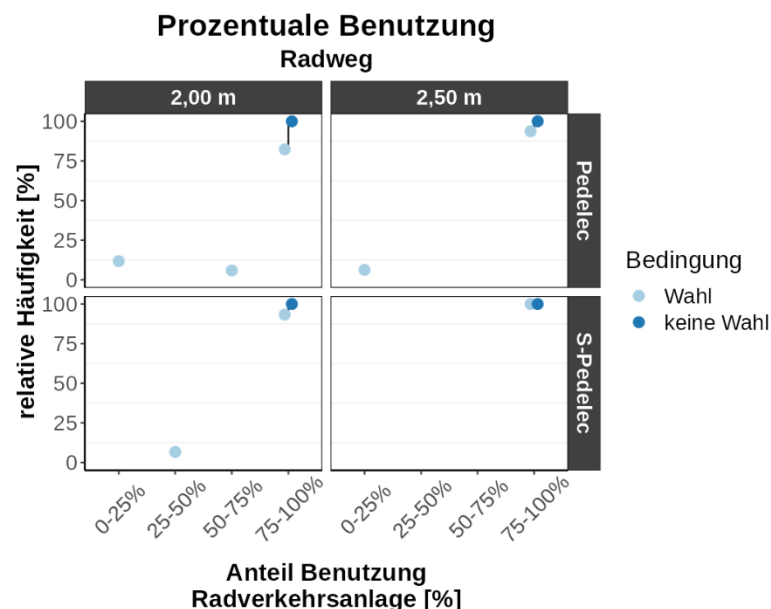


Abbildung 4.3.9-26: Prozentuale Benutzung, Radweg, relative Häufigkeit

Bei keiner Wahlfreiheit benutzen in der Pedelec- und S-Pedelec-Bedingung, unabhängig der Anlagenbreite, alle Versuchsteilnehmenden den Radweg. Bei Wahlfreiheit benutzen in der Pedelec-Bedingung bei geringerer Anlagenbreite 82 % der Versuchsteilnehmenden die Anlage zu 75 - 100 %, 6 % benutzen sie zu 50 - 75 % und 12 % zu 0-25% der Distanz. Bei breiterer Anlagenbreite benutzen, bis auf einen Versuchsteilnehmenden, alle den Radweg.

Bei Wahlfreiheit benutzen in der S-Pedelec-Bedingung bei geringerer Anlagenbreite 93 % der Versuchsteilnehmenden die Anlage zu 75 - 100 %, 7 % benutzen sie zu 25 - 50 % der Distanz. Bei breiterer Anlagenbreite benutzen alle Fahrenden zu 75-100 % der Distanz den Radweg.

Abbildung 4.3.9-27 zeigt die relative Häufigkeit an Versuchsteilnehmenden in Abhängigkeit der relativen Benutzung, der Anlagenbreite sowie des Fahrzeugs, getrennt nach Wahlfreiheit oder keiner Wahlfreiheit hinsichtlich der Nutzung gemeinsam genutzter Geh- und Radwege.

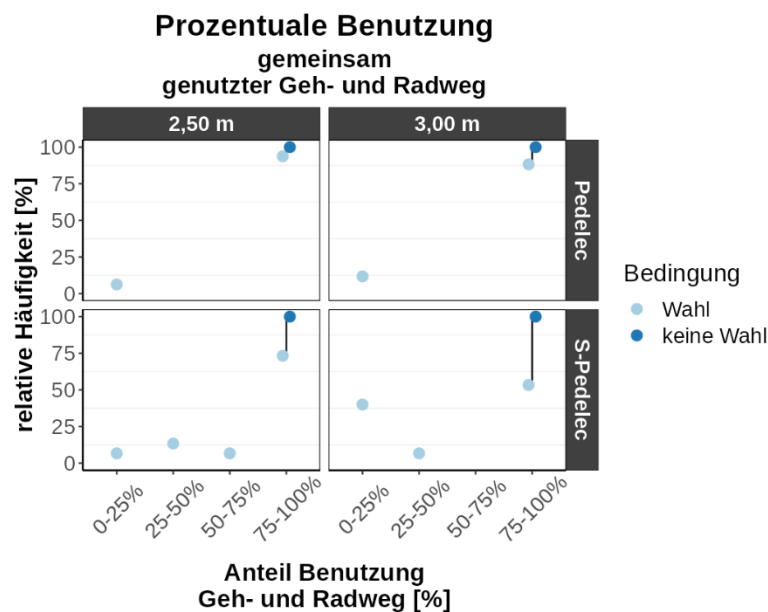


Abbildung 4.3.9-27: Prozentuale Benutzung, gemeinsam genutzter Geh- und Radweg, relative

In der Pedelec- wie auch der S-Pedelec-Bedingung benutzen bei keiner Wahlfreiheit bzw. Benutzungspflicht, wie instruiert, alle Fahrenden den gemeinsam genutzten Geh- und Radweg. In der Pedelec-Bedingung benutzen, unabhängig der Anlagenbreite, bei Wahlfreiheit fast alle Versuchsteilnehmenden zu 75 - 100 % die Anlage (88 - 94 %). Ein sehr geringer Prozentsatz benutzt bei Wahlfreiheit die Anlage nicht oder nur zu einem geringen Anteil, d.h. unter 0-25 %

der Distanz. In der S-Pedelec-Bedingung benutzen bei geringerer Anlagenbreite (2,50 m, außerhalb) nur 73 % der Versuchsteilnehmenden zu 75 - 100 % die Anlage, bei breiterer Anlagenbreite (3,00 m, innerorts) nur 53 %.

4.3.9.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt werden die wichtigsten Ergebnisse der Fahrradsimulatorstudie kurz stichpunktartig zusammengefasst und anschließend eingeordnet.

Geschwindigkeit

Hinsichtlich der Geschwindigkeit zeigt sich:

- Die mittlere Durchschnittsgeschwindigkeit **auf der Straße, dem Radfahrstreifen sowie dem Radweg** beträgt in der Pedelec Bedingung ca. 25 km/h (entspricht im Wesentlichen der Instruktion, allerdings auch in etwa dem Schwellenwert zur Beendigung der Tretunterstützung), in der S-Pedelec-Bedingung ca. 35 km/h (entspricht einer Durchschnittsgeschwindigkeit über der instruierten Mindestgeschwindigkeit, ist aber deutlich unter dem Schwellenwert zur Beendigung der Tretunterstützung, siehe Anhang xx). Die V85 in der Pedelec-Bedingung beträgt im Mittel 27 km/h, in der S-Pedelec-Bedingung 39 km/h. **Die Durchschnittsgeschwindigkeiten werden nicht oder nur geringfügig an die Anlagenbreite angepasst.**
- Die mittlere Durchschnittsgeschwindigkeit auf **gemeinsam genutzten Geh- und Radwegen** mit einer Breite von über zwei Metern beträgt in der Pedelec-Bedingung 24 km/h, in der S-Pedelec-Bedingung 30 - 31 km/h. Bei einer Breite von zwei Metern beträgt die mittlere Geschwindigkeit sowohl in der Pedelec- als auch der Pedelec-Bedingung 18 - 19 km/h. **Die Durchschnittsgeschwindigkeit wird somit nur auf sehr schmalen Anlagen deutlich angepasst, bei breiteren Anlagen nur minimal.**
- Die mittlere Durchschnittsgeschwindigkeit in Situationen **mit Zweirichtungsradverkehrsinfrastruktur (Radschnellweg, Radvorrangroute)** beträgt, bei freier Fahrt, in der Pedelec-Bedingung 23 - 25 km/h, in der S-Pedelec-Bedingung 29 - 33 km/h. In der Engstelle beträgt die Durchschnittsgeschwindigkeit in der Pedelec-Bedingung 20 km/h, in der S-Pedelec-Bedingung 23 km/h.

Zusammenfassend zeigt sich:

1. Die maximal unterstützte Geschwindigkeit wird in der S-Pedelec-Bedingung nicht ausgereizt: Die mittlere Durchschnittsgeschwindigkeit beträgt hier zwischen 29 - 35 km/h. Die mittlere Durchschnittsgeschwindigkeit in der Pedelec-Bedingung ist allerdings, da entsprechend instruiert, nur bedingt informativ.

2. Eine Anpassung der Geschwindigkeit an Anlagentyp und Anlagenbreite findet nur geringfügig statt.

Überholverhalten und Überholabstände

Da die simulierten Radfahrenden auf den Radverkehrsanlagen mit einer Geschwindigkeit von 5 m/s (18 km/h) parametrisiert waren, ergeben sich in der Studie zwangsweise Situationen, an denen diese überholt werden sollen oder müssen.

Hinsichtlich des Überholverhaltens zeigt sich:

- Auf **schmalen Radfahrstreifen** wird in der Pedelec-Bedingung deutlich weniger überholt als in der S-Pedelec-Bedingung. Bei **breiten Radfahrstreifen** wird in etwa gleich häufig überholt. Bei **schmalen Radfahrstreifen** wird sowohl in der Pedelec- als auch in der S-Pedelec-Bedingung **in der Regel auf der Straße oder dem Trennstreifen respektive Breitstrich überholt**.
- Bei **breiten Radfahrstreifen** wird in der Pedelec-Bedingung in der Regel auf der Radverkehrsanlage überholt, in der S-Pedelec-Bedingung auf der Straße oder dem Trennstreifen respektive Breitstrich.
- Auf **schmalen Radwegen** wird in der Pedelec-Bedingung weniger überholt als in der S-Pedelec-Bedingung. Auf **breiten Radwegen** wird in der Pedelec-Bedingung etwas weniger überholt als in der S-Pedelec-Bedingung. In der Pedelec- wie auch in der S-Pedelec-Bedingung wird in der Regel auf der Radverkehrsanlage überholt. Unabhängig von Fahrzeug und Anlagenbreite überholt ein geringer Prozentsatz jedoch auf dem Grün- bzw. Sicherheitsstreifen.
- Auf der **Radvorrangroute und dem Radschnellweg** ähnelt sich das Überholverhalten in der Pedelec- und S-Pedelec-Bedingung. Auf der Radvorrangroute wird etwas weniger überholt als auf dem Radschnellweg. Bis auf einen geringen Prozentsatz in der Pedelec-Bedingung warten die Versuchsteilnehmenden, bis der Gegenverkehr pasierte, bevor sie überholen.

Hinsichtlich der Überholabstände zeigt sich:

- Die mittleren Überholabstände sind in der S-Pedelec-Bedingung größer als in der Pedelec-Bedingung. Der Unterschied ist ausgeprägter auf Radwegen als auf Radfahrstreifen.

- Der mittlere Überholabstand ist in der in der Pedelec-Bedingung bei einer Anlagenbreite von 1,60 – 2,25 m in etwa auf gleichem Niveau. Bei einer Anlagenbreite von 2,50 m wird deutlich mehr Abstand gehalten. In der S-Pedelec-Bedingung sind die Überholabstände bis zu einer Anlagenbreite von 2,00 m sowie über einer Anlagenbreite von 2,00 m in etwa auf gleichem Niveau.
- Der mittlere Überholabstand zu Zufußgehenden ist in der Pedelec- und S-Pedelec-Bedingung vergleichbar und steigt mit der Anlagenbreite an.
- Der mittlere Überholabstand auf der Radvorrangroute und dem Radschnellweg (bei Gegenverkehr) unterscheidet sich deutlich in der Pedelec- und der S-Pedelec-Bedingung. In der S-Pedelec-Bedingung werden in der Regel Überholabstände von über einem Meter gehalten. In der Pedelec-Bedingung sind die Überholabstände auf dem Radschnellweg vergleichbar zu denen von Radfahrstreifen und Radwegen, auf der Radvorrangroute sind die Überholabstände teilweise sehr gering.

Objektive Sicherheit, subjektive Sicherheit und subjektives Risiko

Hinsichtlich der objektiven Sicherheit im Sinne von Kollisionen zeigt sich:

- Auf **Radfahrstreifen sowie Radwegen** trat eine geringe Anzahl an Kollisionen auf, die am wahrscheinlichsten auf zu frühes Einscheren zurückführbar sind und als Simulatorartefakt betrachtet werden und in der Realität bei besserer Raumwahrnehmung hinsichtlich der Länge des eigenen und der anderen Fahrzeuge nicht erwartbar wären. In der Pedelec- wie auch S-Pedelec-Bedingung wurde jeweils eine zusätzliche Kollision detektiert, die sich auf eine seitliche Berührung zurückführen lässt. In beiden Bedingungen trat dies auf dem schmalen Radfahrstreifen auf.
- Auf **gemeinsam genutzten Geh- und Radwegen** trat sowohl in der Pedelec- als auch S-Pedelec-Bedingung eine geringe Anzahl an Kollisionen mit Infrastruktur (bspw. Hecken) auf. In der Engstelle sowie auf dem schmalen Geh- und Radweg trat in der Pedelec-Bedingung jeweils eine Kollision mit einem Zufußgehenden auf. In der S-Pedelec-Bedingungen wurden keine Kollisionen mit Zufußgehenden detektiert.
- Auf **dem Radschnellweg** wurden in keiner Fahrzeugbedingung Kollisionen detektiert. Auf **der Radvorrangroute** traten vier Kollisionen auf, alle in der Pedelec-Bedingung.
- **In der Engstelle** traten insgesamt 16 Kollisionen auf, wobei 14 Kollisionen als Frontalkollisionen zu klassifizieren sind und zwei Kollisionen auf zu frühes Einscheren nach Abschluss eines Überholvorgangs. Zehn Kollisionen traten in der Pedelec-Bedingung auf, sechs Kollisionen in der S-Pedelec-Bedingung.

Hinsichtlich der subjektiven Sicherheit(sbewertung) zeigt sich:

- In **Situationen mit Radfahrstreifen** wird das Befahren der Straße in der Pedelec-Bedingung in etwa von einer Hälfte der Versuchsteilnehmenden als sicher und der anderen Hälfte als unsicher bewertet. In der S-Pedelec-Bedingung bewerten mehr Versuchsteilnehmer das Befahren der Straße als sicher als in der Pedelec-Bedingung. **Das Befahren der Radfahranlagen wird, unabhängig von Fahrzeug und Anlagenbreite, als sicher bewertet.**
- In **Situationen mit Radweg** wird das Befahren der Straße in der Pedelec-Bedingung bei schmalen Radweg (innerorts) von in etwa der Hälfte der Versuchsteilnehmenden als sicher bewertet, jedoch nur von einem Viertel bei breitem Radweg (außerorts). In der S-Pedelec-Bedingung bewertet in etwa die Hälfte der Versuchsteilnehmenden das Befahren der Straße als sicher. **Das Befahren der Radfahranlagen wird, unabhängig von Fahrzeug und Anlagenbreite, als sicher bewertet.**
- In Situationen mit **gemeinsam genutztem Geh- und Radweg** wird das Befahren der Straße in der Pedelec-Bedingung bei schmalen gemeinsam genutzten Geh- und Radweg (außerorts) von etwa einem Drittel als sicher bewertet, bei breitem Weg (innerorts) in etwa von der Hälfte. In der S-Pedelec-Bedingung wird das Befahren der Straße sowohl inner- als auch außerorts in etwa von der Hälfte als sicher bewertet. **Das Befahren des gemeinsam genutzten Geh- und Radwegs wird, unabhängig von Fahrzeug und Anlagenbreite, von den meisten Versuchsteilnehmenden als sicher bewertet.**
- Das Befahren der **Radvorrangroute sowie des Radschnellwegs** wird in der Regel und unabhängig vom Fahrzeug als sicher bewertet. Das Befahren der **Engstelle im Radschnellweg** wird, unabhängig vom Fahrzeug, von nur in etwa einem Fünftel der Versuchsteilnehmenden als sicher bewertet.
- Zusammenfassend lässt sich festhalten:
 - Das Befahren der Radverkehrsanlagen und/oder des gemeinsam genutzten Geh- und Radwegs wird in der Regel als sicher bewertet.
 - Das Befahren der Straße wird, augenscheinlich, u.a. in Abhängigkeit der Differenzgeschwindigkeit zum motorisierten Verkehr bewertet:
 - Innerorts bewerten mehr Versuchsteilnehmende das Befahren der Straße als sicher als außerorts.
 - Der Unterschied ist ausgeprägter in der Pedelec- als in der S-Pedelec-Bedingung.

- Das Befahren von Engstellen mit entgegenkommenden Radfahrenden, wird nur von einem geringen Anteil an Versuchsteilnehmenden als sicher bewertet, unabhängig vom Fahrzeug.

Hinsichtlich der subjektiven Risikobewertung zeigt sich:

- In **Situationen mit Radfahrstreifen** wird das Befahren der Straße in der Pedelec-Bedingung von der Mehrheit der Versuchsteilnehmenden als riskant bewertet. In der S-Pedelec-Bedingung bewerten etwa ein Drittel bis die Hälfte der Versuchsteilnehmenden das Befahren der Straße riskant. **Das Befahren der Radfahranlage wird in der Pedelec-Bedingung von etwa einem Fünftel bis einem Drittel als riskant bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von etwa einem Zehntel bis einem Fünftel.**
- In **Situationen mit Radweg** wird das Befahren der Straße in der Pedelec-Bedingung bei schmalem Radweg (innerorts) von in etwa drei Viertel der Versuchsteilnehmenden als riskant bewertet, beim breiten Radweg (außerorts) von fast allen Versuchsteilnehmenden. In der S-Pedelec-Bedingung bewertet in etwa die Hälfte der Versuchsteilnehmenden in Situationen mit schmalem Radweg (innerorts) das Befahren der Straße als riskant, bei breitem Radweg (außerorts) fast drei Viertel. Das Befahren der Radfahranlagen wird, unabhängig von Fahrzeug und Anlagenbreite, in der Regel als nicht riskant bewertet.
- In **Situationen mit gemeinsam genutztem Geh- und Radweg** wird in der Pedelec-Bedingung das Befahren der Straße bei schmalem Geh- und Radweg (außerorts) von fast allen Versuchsteilnehmenden als riskant bewertet, bei breitem Weg (innerorts) von etwas mehr als der Hälfte. In der S-Pedelec-Bedingung wird das Befahren des gemeinsamen Geh- und Radwegs bei schmaler Anlage (außerorts) von mehr als der Hälfte als riskant bewertet, bei breitem Radweg von etwas weniger als der Hälfte. Das Befahren des schmalen Radwegs wird in der Pedelec-Bedingung von in etwa einem Viertel als riskant bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung bei schmaler Anlage von in etwa einem Fünftel, bei breiter Anlage von etwa einem Drittel.
- Das **Befahren der Radvorrangroute sowie des Radschnellwegs** wird in der Pedelec-Bedingung von in etwa einem Viertel bis einem Drittel als riskant bewertet, in der S-Pedelec-Bedingung von in etwa einem Sechstel. Das Befahren der Engstelle im Radschnellweg wird, von drei Viertel der Versuchsteilnehmenden in der Pedelec- und sowie knapp über vier Fünftel in der S-Pedelec-Bedingung als riskant bewertet.
- Zusammenfassend lässt sich festhalten:

- Das Befahren der Radfahrstreifen, Radvorrangroute, Radschnellweg sowie der gemeinsam genutzten Geh- und Radwege wird von bis zu einem Drittel der Versuchsteilnehmenden als riskant bewertet, das Befahren der Radwege von fast niemandem.
- Das Befahren der Straße wird, augenscheinlich, u.a. in Abhängigkeit der Differenzgeschwindigkeit zum motorisierten Verkehr bewertet: Das Befahren der Straße wird in Situationen mit Radfahrstreifen, Radwegen sowie gemeinsam genutzten Geh- und Radwegen in der Pedelec-Bedingung von mehr Versuchsteilnehmenden als riskant bewertet als in der S-Pedelec-Bedingung.
- Das Befahren von Engstellen mit entgegenkommenden Radfahrenden, wird von einem sehr hohen Anteil an Versuchsteilnehmenden als riskant bewertet, unabhängig vom Fahrzeug

Präferenz und Wegewahl

Hinsichtlich der Wegewahl bei Wahlfreiheit, d.h. keinerlei Benutzungspflicht von Straße und/oder Radverkehrsanlage, zeigt sich:

- In der Pedelec-Bedingung wird, bei freier Wegewahl, der schmale Radfahrstreifen weniger häufig benutzt als bei Benutzungspflicht. Beim breiten Radfahrstreifen ist die Benutzungshäufigkeit in etwa vergleichbar mit der Fahrt mit Benutzungspflicht.
- In der S-Pedelec-Bedingung wird sowohl der schmale als auch der breite Radfahrstreifen weniger benutzt als in der Fahrt mit Benutzungspflicht.
- Unabhängig von Anlagenbreite und Fahrzeug wird bei freier Wegewahl von fast allen Versuchsteilnehmenden der Radweg benutzt.
- Bei freier Wegewahl wählen in der Pedelec-Bedingung fast alle Versuchsteilnehmenden ausschließlich den gemeinsam genutzten Geh- und Radweg, unabhängig von der Anlagenbreite bez. ob sich dieser inner- oder außerorts befindet. In der S-Pedelec-Bedingung bei freier Wegewahl benutzen sowohl weniger Fahrer ausschließlich wie auch anteilmäßig den gemeinsam genutzten Geh- und Radweg. Hier wird der schmale gemeinsam genutzte Geh- und Radweg (außerorts) häufiger benutzt als der breite (innerorts).

4.4 Einordnung der Ergebnisse und Fazit

Ein Kernunterschied von S-Pedelecs zu herkömmlichen Pedelecs besteht darin, dass das Treten bis zu einer Geschwindigkeit von 45 km/h unterstützt wird, anstatt nur bis zu 25 km/h. Dadurch sind höhere Durchschnittsgeschwindigkeiten bei gleicher Fahrbelastung möglich. In der Simulatorstudie zeigt sich, dass nur in der Pedelec-Bedingung, wie instruiert, die maximal unterstützte Geschwindigkeit ausgenutzt wird, nicht jedoch in der S-Pedelec-Bedingung. Hier werden, in etwa, Durchschnittsgeschwindigkeiten zwischen 30 – 35 km/h gefahren, als v85 wird in etwa eine Geschwindigkeit von knapp unter 40 km/h gefahren. Zudem zeigt sich, dass die Durchschnittsgeschwindigkeiten sowohl in der Pedelec- als auch der S-Pedelec-Bedingung nicht wesentlich in Abhängigkeit von Anlagentyp oder Anlagenbreite angepasst werden. Unterstellt man, dass bei aktuellen Radverkehrsanlagen die Entwurfs- respektive Projektierungsgeschwindigkeit auf Standard-Fahrräder bzw. Pedelecs angepasst ist (bspw. $v_e = 30$ km/h), stellen sich bei der Eingliederung von S-Pedelecs in Radverkehrsanlagen neue Herausforderungen v.a. bez. der Kurvenmindestradien sowie der Sichtweiten.

Eine weitere Herausforderung besteht hinsichtlich der Mindestbreite der Radverkehrsanlage. Aufgrund der erwartbaren höheren Durchschnittsgeschwindigkeiten bei S-Pedelecs im Vergleich sowohl zu Standard-Fahrrädern wie auch Pedelecs ist ebenfalls eine höhere Wahrscheinlichkeit von Überholmanövern erwartbar. Indikatoren hierfür sind in der Studie sowohl die Durchschnittsgeschwindigkeit als auch die aufgetretenen Überholhäufigkeiten. Um ein sicheres Überholen für alle Verkehrsteilnehmenden zu gewährleisten, sollte hierfür der Verkehrsraumbedarf der Radfahrenden Beachtung finden. In Deutschland wird beispielsweise der Verkehrsraumbedarf eines Fahrrads mit einem Meter bemessen, bei beengten Verhältnissen sogar nur mit 0,80 m (ERA, 2010). In der Forschungsliteratur (z.B. Huemer, 2023) wird darauf hingewiesen, dass dies zu schmal sein könnte, um sicheres Passieren noch zu ermöglichen. In der Simulatorstudie zeigt sich dies relativ deutlich beim Überholverhalten auf (breitstrichgetrennten) Radfahrstreifen: Hier überholen v.a. bei schmalen Radfahrstreifen (1,60 m Breite ohne Breitstrichmarkierung) ein Großteil der Versuchsteilnehmenden auf der Straße oder dem Trennstreifen. Dies kann potentiell zu Konfliktsituationen mit dem motorisierten Verkehr auf der Fahrbahn führen, v.a. wenn beim Überholen nicht nach hinten gesichert wird. Grundsätzlich ist dies auch unabhängig vom Fahrzeugtyp.

Hinsichtlich der Mindestbreite von Radverkehrsanlagen bei Eingliederung von S-Pedelecs lassen sich aufgrund der Divergenz von Norm- und empirisch ermitteltem Verkehrsraumbedarf keine festen bzw. allgemeingültigen Mindestbreiten festlegen.

Ein möglicher Anhaltspunkt könnten jedoch die in der Studie ermittelten Überholabstände darstellen: Hier zeigt sich, dass der mittlere Überholabstand bei S-Pedelec-Fahrenden auf Radfahrstreifen und Radwegen in etwa 0,80 - 0,90 m darstellt. Dies entspricht, in etwa, dem Verkehrsraumbedarf eines Radfahrenden bei beengten Verhältnissen.

Somit könnte eine Annäherung an die Mindestbreite von Radverkehrsanlagen, auf denen ein sicheres Überholen gewährleistet sein soll, der dreifache Verkehrsraumbedarf eines Radfahrenden darstellen. Dies würde, bei einem angenommenen Verkehrsraumbedarf von 0,80 m, eine Mindestbreite der Radverkehrsanlage von 2,40 m entsprechen, bei einem angenommenen Verkehrsraumbedarf von 1,00 m einer Mindestbreite von 3,00 m. Einschränkend ist zu erwähnen, dass in diesem Fall von entsprechend hohen Differenzgeschwindigkeiten zwischen S-Pedelec- und anderen Radfahrenden ausgegangen wird, und somit einer potentiell höheren Wahrscheinlichkeit für Überholmanöver.

Hinsichtlich der Eingliederung von S-Pedelecs bei gemeinsam genutzten Geh- und Radwegen ergeben sich letztlich die gleichen Herausforderungen wie bei den Radverkehrsanlagen, wobei u. U. hier ein höherer Verkehrsraumbedarf als bei Radfahrenden anzusetzen wäre. In Deutschland wird nach der Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen (RASt, 2006, S.29) der Verkehrsraumbedarf eines Zufußgehenden mit 0,90 m angegeben, bei Mobilitätsbehinderten jedoch deutlich darüber (bis zu 1,30 m). Bei Annäherung der Mindestbreite gemeinsam genutzter Geh- und Radwege ist somit der entsprechend höhere Verkehrsraumbedarf anzusetzen.

Hier zeigt sich in der Studie, dass bei schmalen Geh- und Radwegen (2,50 m Breite) ein mittlerer Überholabstand zu Zufußgehenden von ca. 0,75 m eingehalten wird, was in etwa dem Verkehrsraumbedarf eines Radfahrenden bei beengten Verhältnissen entspricht (0,80 m). Bei breiteren Geh und Radwegen wird in etwa ein Überholabstand von 1,00 m eingehalten, was dem Norm-Verkehrsraumbedarf eines Radfahrenden entspricht (1,00 m). Unterstellt man, wie bei Radverkehrsanlagen, den dreifachen Verkehrsraumbedarf, ergeben sich hierbei Mindestbreiten von 2,90 m (bei 0,80 m Verkehrsraumbedarf Radfahrende sowie einen Verkehrsraumbedarf von 1,30 m für den Fußverkehr) bzw. 3,30 m.

Hierbei ist kritisch anzumerken, dass die Ergebnisse der Simulatorstudie zeigen, dass die Geschwindigkeit auf gemeinsam genutzten Geh- und Radwegen im Mittel nicht wesentlich reduziert wird. Dies bedeutet, dass die Differenzgeschwindigkeit zu Zufußgehenden nochmals deutlich höher ist als zu anderen Radfahrenden, was u. U. Konfliktsituationen v.a. bei S-Pedelec-Fahrenden wahrscheinlicher machen könnte. Hierbei ist jedoch ebenfalls anzumerken, dass dies auch ein Studienartefakt bez. der Geschwindigkeitsinstruktion darstellen könnte-

Abschließend wird noch kurz auf die Präferenz bzw. Wegewahl sowie das subjektive Sicherheitsempfinden und die Risikobewertung eingegangen. Die subjektiven Sicherheitsbewertungen in der Studie zeigen, dass das Befahren der Radverkehrsanlagen sowie der gemeinsamen Geh- und Radwege in der Regel immer als sicherer bewertet wird als das Befahren der Straße. Hinsichtlich der Wegewahl könnte jedoch die Risikobewertung den entscheidenderen Parameter darstellen:

Für Radfahrstreifen, Radwege sowie gemeinsam genutzte Geh- und Radwege zeigt sich konsistent, dass die meisten Pedelec-Fahrenden anlagenübergreifend das Befahren der Straße als riskant bewerten. Der entsprechende Anteil bei S-Pedelec-Fahrenden ist teilweise deutlich geringer bzw. entspricht in etwa der Hälfte der Pedelec-Fahrenden. Eine Ausnahme stellt hier der Radweg außerorts dar sowie die gemeinsam genutzten Geh und Radwege. Hier ist der Anteil an Versuchsteilnehmenden, die das Befahren der Anlage als riskant bewerten, höher. Dies zeigt sich teilweise auch in den Fahrdaten: In der Pedelec-Bedingung wird, auch bei Wahlfreiheit bez. Aufhebung der Benutzungspflicht, in der Regel die Radverkehrsanlage bzw. der gemeinsam genutzte Geh- und Radweg benutzt. In Situationen mit Radfahrstreifen wird in der S-Pedelec-Bedingung bei Wahlfreiheit häufiger die Straße benutzt. In Situationen mit Radwegen wird auch bei Aufhebung der Benutzungspflicht der Radweg benutzt.

Kombiniert man diese Ergebnisse, könnte dies auf einen Zusammenhang von Anlagenbenutzung und Relativgeschwindigkeit in Bezug zu anderen Verkehrsteilnehmenden auf der entsprechenden Anlage hindeuten: Bei Pedelec-Fahrenden ist die Relativgeschwindigkeit zum motorisierten Verkehr relativ hoch, unabhängig ob inner- oder außerorts. Dies wird anscheinend als objektiv riskant bewertet und könnte somit zu einer entsprechend hohen Benutzung der Radverkehrsanlagen führen. Bei S-Pedelec-Fahrenden ist die Relativgeschwindigkeit, zumindest innerorts sowohl zum motorisierten als auch zum unmotorisierten Verkehr in etwa gleich. Hier besteht u.U. somit die Möglichkeit, im motorisierten Verkehr „mitschwimmen“ zu können, was in einer höheren Frequentierung der Straße, v.a. in Situationen mit Radfahrstreifen und gemeinsam genutzten Geh- und Radwegen, innerorts führen könnte. Außerorts, wo die Relativgeschwindigkeit zum motorisierten Verkehr auch bei S-Pedelec-Fahrenden deutlich höher als zu anderen Radfahrenden ist, benutzen auch S-Pedelec-Fahrende in der Regel den (baulich getrennten) Radweg.

Sowohl Pedelec- als auch S-Pedelec-Fahrende scheinen somit überwiegend dort zu fahren, wo das subjektive Risiko für sie und Andere am geringsten ist. Dies zeigt sich, nach Ansicht der Autoren, auch in der geringen Benutzung der Radfahrstreifen (potentiell um beim Überho-

len häufiges Verlassen der Radverkehrsanlage beim Überholen zu vermeiden) sowie des gemeinsam genutzten Geh- und Radwegs (potentiell zur Minimierung schwer vorhersagbaren Verhaltens von Zufußgehenden) innerorts.

Hierbei muss jedoch kritisch darauf hingewiesen werden, dass dies eine mögliche Interpretation der Ergebnisse der Simulatorstudie darstellt und die Intention zur Benutzung der Anlage nicht direkt erfasst wurde.

5 Abgeleitete Maßnahmen und Handlungsempfehlungen auf Basis der Studienergebnisse

Ziel der vorliegenden Studie ist die Erarbeitung von wissenschaftlich validierten infrastrukturellen und techno-sozialen Lösungen zur sicheren und effizienten Einbindung von S-Pedelec-Fahrenden in das Verkehrssystem, die in Empfehlungen für Maßnahmen münden.

Im folgenden Kapitel werden zuerst kurz die Kernbefunde der unterschiedlichen Studienteile zusammengefasst. Auf Basis der Befunde werden im nächsten Schritt Kriterien für die Auswahl von Anlagen und Vorschläge zur Dimensionierung gemacht. Abschließend werden konkrete Empfehlungen abgeleitet.

5.1 Zusammenfassung der Kernbefunde

Im Folgenden werden kurz die ableitbaren Maßnahmen aus der Umfeldanalyse vorgestellt, anschließend werden die Kernbefunde aus der Akzeptanz- sowie Präferenzanalyse und der Verhaltensbeobachtung in der Fahrradfahrsimulation kurz dargestellt

Die **Umfeldanalyse** fasst die rechtlichen, technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen und empirische Ergebnisse aus S-Pedelec-spezifischen Forschungsarbeiten als Grundlage für die zu erarbeitende Lösungsvorschläge, wie S-Pedelecs sicher in den allgemeinen Verkehr eingebunden werden können, zusammen.

Zusammenfassend wurden im Vorfeld folgende Kernmaßnahmenbereiche identifiziert:

- **Eingliederung in bestehende Radfahrinfrastruktur**
 - Außerorts: Freigabe von S-Pedelecs für baulich getrennte Radverkehrsanlagen (Benutzung ohne Geschwindigkeitsbegrenzung)
 - Innerorts: Freigabe von S-Pedelecs für, vom MIV getrennte, Radverkehrsanlagen (Benutzung mit Geschwindigkeitsbegrenzung zwischen 25 - 30 km/h)
- **Wahlfreiheit / (keine) Benutzungspflicht**
- **Geschwindigkeitsregulation**, Geschwindigkeitsreduktion
- **Grundsätzliche Maßnahmen zur Unfallprävention**

Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse befindet sich Kapitel Zusammenfassung: Ideen zur Eingliederung auf Basis der Umfeldanalyse.

In der **Akzeptanz- und Präferenzuntersuchung** wurden diese Maßnahmen von Mitgliedern betroffener Personengruppen evaluiert

Hierbei zeigte sich:

- Die **Eingliederung in Radverkehrsanlagen** wird grundsätzlich von allen Verkehrsteilnehmenden akzeptiert.
- Die **Eingliederung in gemischte Anlagen** (Straße und/oder gemeinsam genutzte Geh- und Radwege) wird von der Nutzergruppe am wenigsten akzeptiert, mit der die entsprechende Anlage geteilt werden müsste. Gleiches gilt für die **Wahlfreiheit** hinsichtlich Anlagenbenutzung.
- Hinsichtlich der **Präferenz von Anlagen innerorts** bei S-Pedelec-Fahrenden ist das Befahren der Straße eine Option, wenn die Straße ein Tempolimit von 30 km/h und/oder ein geringes Verkehrsaufkommen aufweist. In anderen Fällen lässt sich eine starke Präferenz für die Nutzung von Radverkehrsanlagen feststellen. Bei Radfahren besteht eine Präferenz für vom MIV getrennte Radverkehrsanlagen.
- **Außerorts besteht bei S-Pedelec-Fahrenden eine Präferenz** für das Befahren von Radverkehrsanlagen. Grundsätzlich besteht eine starke Präferenz für vom MIV getrennte Anlagen außerorts.
- In **Verbindung mit Privilegien** (bspw. Eingliederung in Radverkehrsanlagen) wird eine **Geschwindigkeitsregulierung von S-Pedelec-Fahrenden akzeptiert**, wobei eine automatische/technische Regulation als kontrovers zu betrachten ist

- Grundsätzlich **hohe Akzeptanz für Integration in ÖPV**, wenn es um Abstellplätze geht. Bei der **Mitnahme von S-Pedelecs im ÖPV** etwas geringere Akzeptanz bei Nutzenden des ÖPV.
- **Die Möglichkeit zu freiwilligem Sicherheitstraining** genießt hohe Akzeptanz. Eine **Helfpflicht** wird grundsätzlich ebenfalls akzeptiert.

Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse befindet sich Kapitel Synthese Akzeptanzanalyse (siehe Kapitel 3.4).

In der **Simulatorstudie** wurden Szenarien mit Radverkehrsanlagen unterschiedlicher Dimensionierung und Verortung erstellt und das Verhalten der Radfahrenden beobachtet.

Hierbei zeigte sich:

- S-Pedelec-Fahrende bevorzugen vom MIV **getrennte Radverkehrsanlagen**.
- Baulich getrennte **gemeinsam genutzte Geh- und Radwege werden außerorts**, also bei hoher Differenzgeschwindigkeit zum motorisierten Verkehr, **eher genutzt als innerorts**. Radfahrstreifen (nur innerorts) werden bei Wahlfreiheit ebenfalls weniger benutzt.
- Das **Befahren der Radverkehrsanlagen** sowie **gemeinsam genutzten Geh- und Radwege** wird in der Regel **als sicherer bewertet** als das Fahren im Mischverkehr.
- Das **Befahren der Straße wird von S-Pedelec-Fahrenden in der Regel als weniger riskant bewertet als von Pedelec-Fahrenden**. Ausnahmen stellen hier v.a. gemeinsam genutzte Geh- und Radwege dar⁵.
- **S-Pedelec-Fahrende fahren in Mittel etwa 10 km/h langsamer, als durch die Tretunterstützung (maximal 45 km/h unterstützt) erwartbar wäre**.

Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse befindet sich Kapitel Ergebnisse (siehe 4.3.9).

Zusammenfassend zeigen sich somit folgende Gemeinsamkeiten hinsichtlich Akzeptanz, Präferenz und Verhalten:

- Die Eingliederung in (bestehende) Radverkehrsanlagen wird akzeptiert, präferiert und ist in der Simulatorstudie auch beobachtbar.

⁵ Der Radweg außerorts wäre in der Realität mit hoher Wahrscheinlichkeit aufgrund seiner Dimensionierung ebenfalls ein gemeinsam genutzter Geh- und Radweg.

- Das Befahren der Straße bzw. das Fahren im Mischverkehr stellt für S-Pedelec-Fahrende innerorts, aber nicht außerorts, eine Option dar. Auch dies ist in der Simulatorstudie beobachtbar.
- Baulich getrennte Anlagen (bspw. Radwege und gemeinsame Geh- und Radwege) werden stärker bevorzugt und genutzt als nicht baulich getrennte Radverkehrsanlagen.

5.2 Kriterien für die Auswahl von Anlagen und Vorschläge zur Dimensionierung

Grundsätzlich ist eine Eingliederung in Radverkehrsanlagen auf Basis der in dieser Studie erhobenen Daten erwünscht. Kriterien für die Auswahl von Anlagen ergeben sich sowohl aus der Akzeptanz- als auch Präferenzanalyse wie auch der Verhaltensbeobachtung. Die notwendige Dimensionierung ergibt sich sowohl aus den gängigen Richtlinien wie auch der Verhaltensbeobachtung bzw. Simulatorstudie.

Vorgeschlagen werden somit Kriterien für die Eingliederung in unterschiedliche Anlagentypen sowie Kriterien hinsichtlich allgemeiner Verkehrssicherheit.

5.2.1 Aus den Studienergebnissen ableitbare Kriterien für die Eingliederung von S-Pedelecs in bestehende Verkehrswege

Folgende Kriterien werden zur Bewertung der Möglichkeit der Eingliederung von S-Pedelec-Fahrenden in bestehende Verkehrswege vorgeschlagen. Die Grundlage wird in Klammern⁶ angegeben.

Kriterien für Eingliederung in Mischverkehr mit Autofahrenden:

- Differenzgeschwindigkeit [A/P/V]
- Risiko durch fahrbahnbegleitende Infrastruktur (bspw. Stellplätze, Gefahr durch sog. „Dooring“) [A]
- Möglichkeit zum Mitfließen mit dem Verkehr [A/V]

Kriterien für Eingliederung in Radfahranlagen

- Art der Anlage für S-Pedelec-Fahrende nachrangig [A/P]
- Breite der Anlage [P/V]
- Verkehrsaufkommen [V]

⁶ A = Akzeptanz, P = Präferenz, V = Verhaltensbeobachtung]

- Geschwindigkeitsregulation [A/V]
- Ort der Anlage (innerorts/außerorts) [A/P/V]

Kriterien für Eingliederung Geh- und Radwege

- Breite der Anlage[V]
- Ort der Anlage [A/P/V]
- Bauliche Trennung [P]
- Verkehrsaufkommen [V]
- Geschwindigkeitsregulation [A/V]

Grundsätzlich erscheinen die Kriterien zur Auswahl an, für S-Pedelec-Fahrende geeignete, Anlagen sich unabhängig der Art der Anlage zu ähneln.

Zusammenfassend sind somit folgende Parameter von Relevanz:

- **Differenzgeschwindigkeit:**
 - Bei Eingliederung in Mischverkehr:
 - Differenzgeschwindigkeit
 - Möglichkeit zum Mitfließen mit dem Verkehr, d.h. Reduktion der Differenzgeschwindigkeit
 - Bei Eingliederung in Radfahranlagen sowie Eingliederung in gemeinsam genutzte Geh- und Radwege:
 - Geschwindigkeitsregulation, d.h. Reduktion der Differenzgeschwindigkeit
- **Art und Breite der Anlage:**
 - Bei Eingliederung in Mischverkehr:
 - Fahrbahnbegleitende Infrastruktur
 - Bei Eingliederung in Radfahranlagen sowie Eingliederung in gemeinsam genutzte Geh- und Radwege:
 - Breite und Ort der Anlage (innerorts/außerorts)
 - Bauliche Trennung
- **Verkehrsaufkommen:**
 - Bei Eingliederung in Radfahranlagen sowie Eingliederung in gemeinsam genutzte Geh- und Radwege.

5.2.2 Kriterien hinsichtlich Verkehrssicherheit

In dieser Studie grundsätzlich relevant hinsichtlich Verkehrssicherheit respektive der Vermeidung sicherheitskritischer Situationen ist die Dimensionierung der Anlage. Hier erscheinen bei S-Pedelecs v.a. zwei Faktoren von Relevanz zu sein:

Die **erwartbare (Durchschnitts-)Geschwindigkeit** sowie **der notwendige Verkehrsraum** zum Ermöglichen sicherer Überholmanöver.

Die **Durchschnittsgeschwindigkeit** hat, wenn man diese in eine Entwurfs- bzw. Projektierungsgeschwindigkeit überführt, zwangsweise einen Einfluss auf weitere Größen wie bspw. minimale Kurvenradien, Klothoiden usw. und ist somit relevant für ein grundsätzlich sicheres Befahren der entsprechenden Anlage.

Auf Anlagen mit Mischverkehr muss, wegen der erwartbaren Differenzgeschwindigkeiten, von einem erhöhten Aufkommen von Überholvorgängen ausgegangen werden. Die Anlage muss somit breit genug sein, damit diese für alle Verkehrsteilnehmenden sicher durchführbar sind. Die Vorgabe von festen Mindestbreiten scheint hierfür nicht zielführend zu sein, da hier weitere Parameter wie bspw. das Verkehrsaufkommen und die Art der anderen Verkehrsteilnehmenden auf der Anlage nicht flexibel genug berücksichtigt werden könnten. Deswegen wird hierfür eine Orientierung am **notwendigen Verkehrsraum** der die (Radverkehrs-)Anlagen benutzenden Fahrenden vorgeschlagen.

Hinsichtlich der **Gestaltung und Dimensionierung der Radverkehrsanlagen für S-Pedelec-Fahrende** wird somit folgendes vorgeschlagen:

1. Die Radverkehrsanlage entspricht in ihrer Auslegung im Wesentlichen einer **Entwurfs- bzw. Projektierungsgeschwindigkeit von 40 km/h**. Falls dies nicht der Fall ist, ist die zulässige Höchstgeschwindigkeit mindestens auf die tatsächliche Entwurfs- bzw. Projektierungsgeschwindigkeit zu begrenzen (bspw. 30 km/h). Dies gilt mindestens für die Streckenteile, die nicht der höheren Entwurfsgeschwindigkeit entsprechen (bspw. Engstellen, enge Kurven, usw.)
2. Die Mindestbreite der Radverkehrsanlagen entspricht mindestens **dem dreifachen Verkehrsraum der Benutzenden der Anlage** (vgl. Kapitel 4.4). Die **Dimensionierung des Verkehrsraums** ist zudem an das **erwartbare Verkehrsaufkommen** anzupassen.

3. Die Mindestbreite gemeinsam genutzter Geh- und Radwege entspricht mindestens dem dreifachen Verkehrsraum von Zufußgehenden mit Mobilitätseinschränkungen (vgl. Kapitel 4.4). Die Dimensionierung des Verkehrsraums ist zudem an das erwartbare Verkehrsaufkommen von Radfahrenden und Zufußgehenden anzupassen. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit ist ebenfalls dem erwartbaren Verkehrsaufkommen von Radfahrenden und Zufußgehenden anzupassen.

5.3 Abgeleitete Empfehlungsvorschläge auf Basis der Studienergebnisse

Auf Basis der Bewertung der Ergebnisse der Akzeptanz- und Präferenzbewertung sowie der Verhaltensbeobachtung werden, in Abhängigkeit der vorgeschlagenen Kriterien, folgende Empfehlungen abgeleitet:

Eingliederung in bestehende Radverkehrsanlagen und Geh- und Radwege

- Eine Eingliederung von S-Pedelec-Fahrenden in Radverkehrsanlagen wird empfohlen. Voraussetzung ist, dass die Anlage weitestgehend einer Entwurfs- / Projektierungsgeschwindigkeit von 40 km/h entspricht und, in Abhängigkeit des notwendigen Verkehrsraums sowie erwartbaren Verkehrsaufkommens, breit genug ist.
- Falls die Vorgabe bez. der Geschwindigkeit nicht erfüllt ist, wird eine Eingliederung mit Geschwindigkeitsbegrenzung auf die Entwurfsgeschwindigkeit der Anlage (bspw. 30 km/h) vorgeschlagen.
- Falls die Vorgabe bez. der Breite bzw. des Verkehrsraums, der sicheres Überholen / Passieren (für alle Verkehrsteilnehmenden) ermöglicht, nicht erfüllt ist, sollte bez. der Eingliederung in Abhängigkeit der erwartbaren Differenzgeschwindigkeit sowie des erwartbaren Verkehrsaufkommens erfolgen:
 - Bei niedrigem Verkehrsaufkommen auf der Radverkehrsanlage sollte eher eingegliedert werden als bei hohem Verkehrsaufkommen
 - Bei hoher Differenzgeschwindigkeit auf der Fahrbahn sollte eher eingegliedert werden als bei niedriger.
- Eine Eingliederung in gemeinsame Geh- und Radwege sollte innerorts dann erfolgen, wenn dieser 1) geschwindigkeitsbegrenzt ist/wird, 2) hinsichtlich des Verkehrsraums von Zufußgehenden ausreichend breit und 3) aufgrund von Verkehrsaufkommen und

Differenzgeschwindigkeit auf der Straße eine Gefährdung von S-Pedelec-Fahrenden erwartbar wäre.

- Eine Eingliederung in gemeinsame Geh- und Radwege sollte außerorts dann erfolgen, wenn 1) aufgrund von Verkehrsaufkommen und Differenzgeschwindigkeit auf der Straße eine Gefährdung von S-Pedelec-Fahrenden erwartbar wäre und 2) die Sichtweiten für sowohl Radfahrende als auch Zufußgehende groß genug ist, um gefahrloses Passieren zu ermöglichen.

Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Radverkehrsanlagen und Geh- und Radwegen

- Geschwindigkeitsbeschränkungen können erfolgen, wenn die Anlage nicht der geforderten Breite entspricht und/oder ein hohes Verkehrsaufkommen auf der Anlage erwartbar ist.
- Gemeinsam genutzte Geh- und Radwege sollten innerorts geschwindigkeitsbeschränkt werden, außerorts kann bei hohen Sichtweiten von einer Geschwindigkeitsbeschränkung abgesehen werden.

Wahlfreiheit / Benutzungspflicht der bestehenden Straßeninfrastruktur

- Wahlfreiheit wird empfohlen, falls S-Pedelec-Fahrende aufgrund der Differenzgeschwindigkeit im motorisierten Verkehr leichter „mitschwimmen“ können als im Radverkehr auf der Radverkehrsanlage.
- Falls die Radverkehrsanlage der notwendigen Entwurfs-/Projektierungsgeschwindigkeit sowie der notwendigen Breite entspricht, kann eine Benutzungspflicht empfohlen werden.
- Keine Benutzungspflicht wird bei gemeinsam genutzten Geh- und Radwegen empfohlen, v.a. innerorts.

Flankierende Maßnahmen hinsichtlich Prävention und Sensibilisierung sowie ÖPV

- Eine Helmpflicht für S-Pedelec-Fahrende wird empfohlen
- Freiwillige Fahrsicherheitstrainings (u.A. zur Sensibilisierung und Erhöhung des Risikobewußtseins) werden empfohlen
- Schaffung von Möglichkeiten zur Integration von S-Pedelecs in den ÖPV werden, als Beitrag zur Verkehrswende, ebenfalls empfohlen.

5.4 Ergebnisse des Expertenworkshops

Die im letzten Abschnitt formulierten Empfehlungsvorschläge wurden in einem weiteren Expertenworkshop (vgl. Kapitel 4.2) mit Experten aus Österreich, der Schweiz sowie Deutschland vorgestellt und länderspezifisch diskutiert.

Der Workshop fand online statt und dauerte zweieinhalb Stunden. Nach einer Einführung in das Projekt, der Präsentation der Ergebnisse aus Akzeptanz- sowie Soll-Analyse wurden die, auf Basis der Studienergebnisse formulierten, Empfehlungsvorschläge länderspezifisch in sog. Break-Out-Sessions diskutiert. Die Diskussionen wurden protokolliert.

Hierbei wurden die Empfehlungsvorschläge thematisch getrennt nach:

1. Eingliederung in bestehende Radverkehrsanlagen
2. Eingliederung in bestehende gemeinsam genutzte Geh- und Radwege
3. Empfehlungen zur Wahlfreiheit /Benutzungspflicht.

5.4.1 Diskussion: Eingliederung in bestehende Radverkehrsanlagen

Abbildung 5.4.1-1 zeigt die vorgestellten und diskutierten Empfehlungsvorschläge für die Eingliederung von S-Pedelec-Fahrenden in bestehende Radverkehrsanlagen. Im Folgenden werden die Kernergebnisse der Diskussion länderspezifisch dargestellt und anschließend zusammengefasst.



E1: Empfehlungsvorschlag auf Grundlage der Studienergebnisse, Eingliederung in bestehende Radverkehrsanlagen

- **E1.1:** Eine **Eingliederung von S-Pedelec-Fahrenden in Radverkehrsanlagen wird empfohlen**. Voraussetzung ist, dass die Anlage weitestgehend einer **Entwurfs- / Projektierungsgeschwindigkeit von 40 km/h** entspricht und, in Abhängigkeit des **notwendigen Verkehrsraums** sowie **erwartbaren Verkehrsaufkommens, breit genug** ist.
- **E1.2:** Falls die **Vorgabe bez. der Geschwindigkeit nicht erfüllt** ist, wird eine Eingliederung mit **Geschwindigkeitsbegrenzung** auf die **Entwurfsgeschwindigkeit der Anlage** (bspw. 30 km/h) vorgeschlagen.
- **E1.3:** Falls die **Vorgabe bez. der Breite bzw. des Verkehrsraums**, der sicheres Überholen / Passieren (für alle Verkehrsteilnehmenden) ermöglicht, nicht erfüllt ist sollte bez. der Eingliederung in **Abhängigkeit der erwartbaren Differenzgeschwindigkeit** sowie des **erwartbaren Verkehrsaufkommens** erfolgen:
 - Bei niedrigem Verkehrsaufkommen auf der Radverkehrsanlage kann eher eingegliedert werden als bei hohem Verkehrsaufkommen
 - Bei hoher Differenzgeschwindigkeit auf der Fahrbahn kann eher eingegliedert werden als bei niedriger.

Abbildung 5.4.1-1: Empfehlungsvorschläge, Eingliederung (S-Pedelec-Fahrender) in bestehende Radverkehrsanlagen

Schweizer Perspektive:

- Maßnahme der Eingliederung wird positiv bewertet. Keine Bedenken bei bestehender Regelung.
- Geschwindigkeitsbegrenzung sind lokal denkbar, aber nicht flächendeckend, Schwierigkeiten bei der Umsetzung und Handhabung sind zu erwarten.
- Sensibilisierung und Information sind zentral bez. Geschwindigkeitsbegrenzung (z.B. Velofahrende über Displays über Ihre Geschwindigkeit informieren).
- Bedingung ist eine gute Infrastruktur mit ausreichend breiten Radfahranlagen.

Österreichische Perspektive:

- Notwendige Anforderungen an Eingliederung werden gut abgebildet.
- Hohe Komplexität, daher u.U. anschließend nicht klar, welche Regeln wo genau gelten.

Deutsche Perspektive:

- Maßnahme der Eingliederung wird positiv bewertet, allerdings Befürchtung von Flickenteppich an Regelungen.
- Freigabe bei breiten und großzügig trassierten Routen, v.a. außerorts.
- Geschwindigkeitsbegrenzung innerorts und bei Benutzung der Radverkehrsanlage wünschenswert, aber schwer kontrollier- und durchsetzbar.
- Bestandsanlagen häufig innerorts nicht auf Geschwindigkeiten > 25 km/h ausgelegt, d.h. 30 km/h könnte bereits zu schnell sein.

Zusammenfassung:

Grundsätzlich wird hinsichtlich der Eingliederung eine gute Infrastruktur mit ausreichender Breite vorausgesetzt. Eine Freigabe von breiten und großzügig trassierten Routen kann erfolgen. Bei Freigaben, die nicht auf einheitlichen Vorgaben beruhen, ist ein Flickenteppich an Einzelregelungen erwartbar, was aufgrund der Komplexität eher vermieden werden sollte. Geschwindigkeitsbegrenzungen auf Radverkehrsanlagen sind v.a. innerorts denkbar und/oder u.U. auch notwendig, allerdings wird die Durchsetzbarkeit und Kontrolle angezweifelt.

5.4.2 Diskussion: Eingliederung in bestehende gemeinsam genutzte Geh- und Radwege

Abbildung 5.4.2-1 zeigt die vorgestellten und diskutierten Empfehlungsvorschläge für die Eingliederung von S-Pedelec-Fahrenden in bestehende, gemeinsam genutzte Geh- und Radwege. Im Folgenden werden die Kernergebnisse der Diskussion länderspezifisch dargestellt und anschließend zusammengefasst.



E2: Empfehlungsvorschlag auf Grundlage der Studienergebnisse, Eingliederung in bestehende gemeinsam genutzte Geh- und Radwege

- **E2.1:** Eine Eingliederung in **gemeinsame Geh- und Radwege** kann **innerorts dann erfolgen**, wenn dieser 1) **geschwindigkeitsbegrenzt** ist/wird, 2) hinsichtlich des **Verkehrsraums von Zufußgehenden ausreichend breit** und aufgrund von **Verkehrsaufkommen und Differenzgeschwindigkeit** auf der Straße eine Gefährdung von S-Pedelec-Fahrenden erwartbar wäre.
- **E2.2:** Eine Eingliederung in **gemeinsame Geh- und Radwege** kann **außerorts dann erfolgen**, wenn 1) **aufgrund von Verkehrsaufkommen und Differenzgeschwindigkeit** auf der Straße eine Gefährdung von S-Pedelec-Fahrenden erwartbar wäre und 2) die **Sichtweite für sowohl Radfahrende als auch Zufußgehende groß genug ist**, um gefahrloses Passieren zu ermöglichen.

Abbildung 5.4.2-1: Empfehlungsvorschläge, Eingliederung (S-Pedelec-Fahrender) in bestehende gemeinsam genutzte Geh- und Radwege

Perspektive Schweiz:

- Heterogenität von Geh- und Radwegen sollte beachtet werden.
- Bei engen Platzverhältnissen und unzureichender Infrastruktur eine notwendige Lösung (besser als Eingliederung in den Mischverkehr mit Autos)
- Kontroverse Voten:
 - 1) Maßnahme ist nicht ideal: Eine Trennung vom Fußverkehr ist auch für «normale» Fahrräder anzustreben vs.
 - 2) Integration von S-Pedelecs mit Fußverkehr ist besser als Eingliederung in den Mischverkehr mit Autos.

3) S-Pedelecs sollen innerorts auf keinen Fall auf gemischten Rad- und Gehwegen zugelassen werden.

- Eingliederung wird außerorts als akzeptable Maßnahme betrachtet.

Perspektive Österreich:

- Eingliederung in gemeinsam genutzte Geh- und Radwege wird kritisch gesehen, v.a. wegen den Geschwindigkeitsdifferenzen und dem potentiell unterschiedlichen Situationsbewußtsein von Zufußgehenden und Radfahrenden, unklare Situation.

Perspektive Deutschland:

- Eingliederung wäre außerorts denkbar, innerorts nicht.
 - Außerorts bei geringer Fußverkehrsstärke und ausreichender Breite, bspw. analog zu Mofafreigabe denkbar.
 - Geh- und Radwege u.U. selten, häufig eher Wirtschaftswege
 - Innerorts werden Konflikte erwartet, Überholabstände und Geschwindigkeiten sind problematisch. U. U. Verdrängungseffekte.
- Bezug auf Fuß- und Radverkehrszahlen u.U. problematisch, da nicht erhoben.
- Definierte Werte grundsätzlich wünschenswert, bspw. bez. der Breite
- Geschwindigkeit ist entscheidender Faktor
 - Nur bei deutlicher Geschwindigkeitsreduktion (bspw. auf unter 15 km/h)
 - Skepsis bez. der Umsetzung und Kontrolle der Geschwindigkeitsbegrenzungen
 - Hinweis auf Geschwindigkeitsüberschreitungen notwendig sowie Schärfung des Risikobewußtseins.

Zusammenfassung:

In Österreich und Deutschland wird eine Eingliederung in gemeinsam genutzte Geh- und Radwege als kritisch betrachtet. Dies bezieht sich v.a. auf die Geschwindigkeitsdifferenzen, aber auch auf das Situations- und Risikobewußtsein sowie dem Ort der Anlage. Während innerorts Konflikte und Verdrängungseffekte erwartet werden, wird eine Freigabe außerorts bei ausreichender Breite und geringer Fußverkehrsstärke als eher unproblematisch betrachtet. Bez. der Schweiz besteht Uneinigkeit hinsichtlich der Eingliederung in Geh- und Radwege, außerorts wird diese jedoch als akzeptable Maßnahme betrachtet.

5.4.3 Diskussion: Wahlfreiheit / Benutzungspflicht

Abbildung 5.4.3-1 zeigt die vorgestellten und diskutierten Empfehlungsvorschläge hinsichtlich Wahlfreiheit / Benutzungspflicht. Im Folgenden werden die Kernergebnisse der Diskussion länderspezifisch dargestellt und anschließend zusammengefasst.



E3: Empfehlungsvorschlag auf Grundlage der Studienergebnisse, Wahlfreiheit / Benutzungspflicht

- **E3.1:** Wahlfreiheit wird empfohlen, falls S-Pedelec-Fahrende aufgrund der Differenzgeschwindigkeit im motorisierten Verkehr leichter „mitschwimmen“ können als im Radverkehr auf der Radverkehrsanlage.
- **E3.2:** Falls die Radverkehrsanlage der notwendigen Entwurfs-/Projektierungsgeschwindigkeit sowie der notwendigen Breite entspricht kann eine Benutzungspflicht empfohlen werden.
- **E3.3:** Keine Benutzungspflicht wird bei gemeinsam genutzten Geh- und Radwegen empfohlen, v.a. innerorts.

Abbildung 5.4.3-1: Empfehlungsvorschläge, Wahlfreiheit / Benutzungspflicht

Perspektive Schweiz:

- Wahlfreiheit wird innerorts als optimale Lösung betrachtet, allerdings müssen noch Erfahrungen gesammelt werden, wo die S-Pedelecs fahren. U. U. müssten auch Maßnahmen hinsichtlich anderer Verkehrsteilnehmenden (bspw. Geschwindigkeitsbegrenzungen für motorisierten Verkehr) ergriffen werden.
- Außerorts keine Wahlfreiheit bzw. Benutzungspflicht der Radverkehrsanlage, wegen hohen Differenzgeschwindigkeiten.
- Verständlichkeit für alle Verkehrsteilnehmenden wird als Herausforderung betrachtet.
- In der Diskussion wurde Wahlfreiheit als weniger kontrovers betrachtet als gedacht.

Perspektive Österreich:

- Wahlfreiheit wird als einfach verständlich für Nutzer bewertet, muss aber klar an alle Verkehrsteilnehmenden kommuniziert werden.
- Wahlfreiheit realistischste Empfehlung, allerdings Notwendigkeit von rücksichtsvollem Verhalten auf Radverkehrsanlagen.
- Voraussetzung für Wahlfreiheit sind sichere Wechselmöglichkeiten.

Perspektive Deutschland:

- Präferenz für Wahlfreiheit innerorts, Benutzungspflicht der Radverkehrsanlage außerorts. Ähnliche Regelung wie in Belgien würde bevorzugt.
- Wahlfreiheit innerorts wird jedoch auch kritisch betrachtet, unklare Kriterien, Flickenteppich an Regelungen.
- Verhalten aller Verkehrsteilnehmenden sollte planbar sein, Stressreduktion für alle.

Zusammenfassung:

Im Allgemeinen wird Wahlfreiheit innerorts präferiert, außerorts sollte Benutzungspflicht der Radverkehrsanlage bestehen. Wahlfreiheit wird jedoch, bei uneinheitlicher Regelung, als kritisch betrachtet, da u.U. das Verhalten der entsprechenden Verkehrsteilnehmenden schwer vorhersagbar ist. Änderung der Benutzungspflicht muss somit gut und klar kommuniziert werden.

5.5 Länderspezifische und auf Studienbasis sowie Expertenworkshop angepasste Empfehlungsvorschläge

Im folgenden Abschnitt werden, länderspezifisch, die finalen Empfehlungen auf Studienbasis sowie Expertenworkshop hinsichtlich Maßnahmen für sichere und effiziente S-Pedelec-Infrastruktur dargestellt.

5.5.1 Empfehlungen Schweiz

In der Schweiz besteht aktuell eine Benutzungspflicht von Radverkehrsanlagen für S-Pedelec-Fahrende. Die Empfehlungen auf Studienbasis und Expertenworkshop in Bezug auf die Eingliederung in bestehende Radverkehrsanlagen beziehen sich daher auf zusätzliche Bedingungen für diese Eingliederung. Weiter werden auf Basis der vorliegenden Studienergebnisse Empfehlungen für die Eingliederung S-Pedelec-Fahrender in gemeinsam genutzte Geh- und Radwege sowie die Empfehlungen bez. Wahlfreiheit / Benutzungspflicht abgeleitet.

Eingliederung in bestehende Radverkehrsanlagen – zusätzliche Bedingungen

- Die Eingliederung von S-Pedelec-Fahrenden in Radverkehrsanlagen wird durch die Ergebnisse der vorliegenden Studie unterstützt. Es wird empfohlen zu prüfen, ob die Anlagen weitestgehend einer Entwurfs- / Projektierungsgeschwindigkeit von 40 km/h entsprechen und, in Abhängigkeit des notwendigen Verkehrsraums sowie erwartbaren Verkehrsaufkommens, mindestens drei Verkehrsraumbreiten (d.h. bei beengten Verhältnissen 2,40 m, sonst 3,00 m) breit ist.
 - Falls die Vorgabe bez. der Geschwindigkeit und der Breite nicht erfüllt ist, wird eine Eingliederung mit Geschwindigkeitsbegrenzung auf die Entwurfsgeschwindigkeit der Anlage vorgeschlagen.
 - Außerorts kann bei hohen Sichtweiten von einer Geschwindigkeitsbegrenzung abgesehen werden.

Eingliederung in bestehende gemeinsam genutzte Geh und Radwege

- Eine Eingliederung in gemeinsame Geh- und Radwege kann innerorts dann erfolgen, wenn diese 1) geschwindigkeitsbegrenzt sind/werden, 2) hinsichtlich des Verkehrsraums von Zufußgehenden ausreichend breit und aufgrund vom Verkehrsaufkommen und der Differenzgeschwindigkeit auf der Straße eine Gefährdung von S-Pedelec-Fahrenden erwartbar wäre.

- Eine visuelle Trennung von Radfahrenden und Zufußgehenden auf Geh- und Radverkehrsanlagen ist zu bevorzugen (bspw. Bodenmarkierungen, Piktogramme usw.), Sensibilisierung, Kommunikation und Kontrollen werden empfohlen.
- Eine Eingliederung in gemeinsame Geh- und Radverkehrsanlagen kann außerorts dann erfolgen, wenn 1) aufgrund des Verkehrsaufkommens und der Differenzgeschwindigkeit auf der Straße eine Gefährdung von S-Pedelec-Fahrenden erwartbar wäre und 2) die Sichtweite für sowohl Radfahrende als auch Zufußgehende groß genug ist, um gefahrloses Passieren zu ermöglichen.

Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Radverkehrsanlagen und Geh- und Radwegen

- Geschwindigkeitsbeschränkungen können erfolgen, wenn die Anlage nicht der geforderten Breite oder Beschaffenheit entspricht und/oder ein hohes Verkehrsaufkommen auf der Anlage erwartbar ist.
- Gemeinsam genutzte Geh- und Radwege sollten innerorts geschwindigkeitsbeschränkt werden, außerorts kann bei hohen Sichtweiten von einer Geschwindigkeitsbeschränkung abgesehen werden.

Wahlfreiheit / Benutzungspflicht der bestehenden Straßeninfrastruktur

- Wahlfreiheit wird innerorts empfohlen, außerorts wird eine Benutzungspflicht der Radverkehrsanlagen empfohlen.
- Außerorts wird, bei ausreichender Breite und/oder großen Sichtweiten, die Benutzung gemeinsam genutzter Geh- und Radwege empfohlen.
- Innerorts wird keine Benutzungspflicht bei gemeinsam genutzten Geh- und Radwegen empfohlen.
- Bei der Umsetzung der Wahlfreiheit für S-Pedelec-Fahrende wird empfohlen, Begleitmaßnahmen wie Sensibilisierung und Kommunikation einzusetzen.
- Außerdem wird empfohlen, Begleitstudien durchzuführen. In diesen Begleitstudien können u.a. die Nutzung der Wahlfreiheit bei unterschiedlichen Verkehrsmengen evaluiert und die Erfahrungen der verschiedenen Verkehrsteilnehmenden zu unterschiedlichen Zeiten nach der Einführung erhoben werden. Auch sollten die Unfallzahlen beachtet werden.
- Auch können die Erfahrungen von Ländern, wo Wahlfreiheit umgesetzt ist, erforscht werden.

Flankierende Maßnahmen hinsichtlich Prävention und Sensibilisierung sowie Möglichkeit zur Nutzung von ÖPV

- Helmpflicht für S-Pedelec-Fahrende wird empfohlen.
- Freiwillige Fahrsicherheitstrainings (u. A. zur Sensibilisierung und Erhöhung des Risikobewußtseins) werden empfohlen.
- Schaffung von Möglichkeiten zur Integration von S-Pedelecs in den ÖPV werden, als Beitrag zur Verkehrswende, ebenfalls empfohlen.

5.5.2 Empfehlungen Österreich und Deutschland

In Österreich und in Deutschland besteht aktuell ein Benutzungsverbot von Radverkehrsanlagen für S-Pedelec-Fahrende. Daher beziehen sich die Empfehlungen auf Studienbasis und Expertenworkshop auf die Eingliederung S-Pedelec-Fahrender in Radverkehrsanlagen, gemeinsam genutzte Geh- und Radwege sowie die Empfehlungen bez. Wahlfreiheit / Benutzungspflicht.

Eingliederung in bestehende Radverkehrsanlagen

- Eine Eingliederung von S-Pedelec-Fahrenden in Radverkehrsanlagen wird empfohlen. Voraussetzung ist, dass die Anlage weitestgehend einer Entwurfs- / Projektierungsgeschwindigkeit von 40 km/h entspricht und, in Abhängigkeit des notwendigen Verkehrsraums sowie erwartbaren Verkehrsaufkommens, mindestens drei Verkehrsraumbreiten (d.h. bei beengten Verhältnissen 2,40 m, sonst 3,00 m) breit ist.
 - Falls die Vorgabe bez. der Geschwindigkeit und der Breite nicht erfüllt ist, wird eine Eingliederung mit Geschwindigkeitsbegrenzung auf die Entwurfsgeschwindigkeit der Anlage vorgeschlagen.
 - Außerorts kann bei hohen Sichtweiten und in Abhängigkeit des Fahrbahnzustandes von einer Geschwindigkeitsbegrenzung abgesehen werden.

Eingliederung in gemeinsam genutzte Geh- und Radwege

- Eine Eingliederung in gemeinsame Geh- und Radwege kann innerorts dann erfolgen, wenn dieser
 - geschwindigkeitsbegrenzt ist/wird,
 - eine (visuelle) Trennung von Radweg und Fußweg existiert,

- der Radweg mindestens drei Verkehrsraumbreiten (d.h. bei beengten Verhältnissen 2,40 m, sonst 3,00 m) breit ist.
- Eine Eingliederung in gemeinsame Geh- und Radwege kann außerorts dann erfolgen, wenn
 - aufgrund von Verkehrsaufkommen und Differenzgeschwindigkeit auf der Straße eine Gefährdung von S-Pedelec-Fahrenden erwartbar wäre und
 - die Sichtweite für sowohl Radfahrende als auch Zufußgehenden groß genug ist, um gefahrloses Passieren zu ermöglichen.
- Gemeinsam genutzte Geh- und Radwege sollten innerorts geschwindigkeitsbeschränkt werden, außerorts kann bei hohen Sichtweiten von einer Geschwindigkeitsbeschränkung abgesehen werden.

Wahlfreiheit / Benutzungspflicht der bestehenden Straßeninfrastruktur

- Wahlfreiheit wird innerorts empfohlen, außerorts wird eine Benutzungspflicht der Radverkehrsanlagen empfohlen.
- Außerorts wird, bei ausreichender Breite und/oder großen Sichtweiten, die Benutzung gemeinsam genutzter Geh- und Radwege empfohlen.
- Innerorts wird keine Benutzungspflicht bei gemeinsam genutzten Geh- und Radwegen empfohlen.
- Bei der Umsetzung der Wahlfreiheit für S-Pedelec-Fahrende wird empfohlen, Begleitmaßnahmen wie Sensibilisierung und Kommunikation einzusetzen.
- Außerdem wird empfohlen, Begleitstudien durchzuführen. In diesen Begleitstudien können u.a. die Nutzung der Wahlfreiheit bei unterschiedlichen Verkehrsmengen evaluiert und die Erfahrungen der verschiedenen Verkehrsteilnehmenden zu unterschiedlichen Zeiten nach der Einführung erhoben werden. Auch sollten die Unfallzahlen beachtet werden.
- Auch können die Erfahrungen von Ländern, wo Wahlfreiheit umgesetzt ist, erforscht werden.

Flankierende Maßnahmen hinsichtlich Prävention und Sensibilisierung sowie Möglichkeit zur Nutzung von ÖPV

- Helmpflicht für S-Pedelec-Fahrende wird empfohlen.
- Freiwillige Fahrsicherheitstrainings (u. A. zur Sensibilisierung und Erhöhung des Risikobewußtseins) werden empfohlen.

- Schaffung von Möglichkeiten zur Integration von S-Pedelecs in den ÖPV werden, als Beitrag zur Verkehrswende, ebenfalls empfohlen.

6 Fazit und Ausblick

In der vorliegenden Studie wurden wissenschaftlich validierte infrastrukturelle und techno-soziale Lösungen zur sicheren und effizienten Einbindung von S-Pedelec-Fahrenden in das aktuelle Verkehrssystem erarbeitet, die in Empfehlungen für Maßnahmen mündeten. Dabei wurden Sicherheit und Akzeptanz durch andere Verkehrsteilnehmende mit einer breiten Einbindung von Stakeholderinnen und Stakeholdern sichergestellt und in der Erarbeitung der Maßnahmen auch Interaktionen zwischen verschiedenen Verkehrsteilnehmenden berücksichtigt.

Eine Einbindung von S-Pedelec-Fahrenden in bestehende Radverkehrsinfrastruktur wird begrüßt, allerdings unter Bedingungen. Im Wesentlichen wird erwartet, dass sich S-Pedelec-Fahrende auf Radverkehrsanlagen wie andere Radfahrende verhalten, was v.a. für die gefahrene Geschwindigkeit zu gelten scheint. Erwartungsgemäß wird eine Eingliederung in gemeinsam genutzte Geh- und Radwege (von Zufußgehenden) genauso skeptisch betrachtet wie eine Eingliederung in den motorisierten Individualverkehr (von motorisierten Fahrenden).

Auf diesen gemischten Verkehrsflächen bedarf es u. U. nicht nur einer höheren Vorsicht (bspw. aufgrund der unterschiedlichen Geschwindigkeiten) und Sensibilisierung hinsichtlich anderer Verkehrsteilnehmenden, sondern auch Empathie und Rücksichtnahme. Geht man davon aus, dass sowohl die Fahrradwelt hinsichtlich unterschiedlicher Fahrradtypen vielfältiger wird (bspw. Lastenräder), aber auch mehr Elektrokleinstfahrzeuge (wie bspw. E-Roller) Verkehrsflächen befahren, ist von neuen Herausforderungen hinsichtlich eines konfliktarmen Miteinanders auszugehen. Diese könnten nicht nur die Integration unterschiedlicher und neuer Fahrzeuge in bestehende Verkehrsanlagen betreffen, sondern u. U. auch neue Typen von Verkehrsanlagen notwendig machen. Und auch hier wird, wenn unterschiedliche Typen an Verkehr zwangsweise aufeinandertreffen, wie bereits aktuell, gegenseitige Empathie und Rücksichtnahme für ein sicheres und effizientes Miteinander notwendig sein.

7 Literaturverzeichnis

- Apasnore, P., Ismail, K. & Kassim, A. (2017). Bicycle-vehicle interactions at mid-sections of mixed traffic streets: Examining passing distance and bicycle comfort perception. In: Accident Analysis and prevention 106, S. 141-148.
- ASTRA, Bundesamt für Strassen; Velokonferenz (2021; 1.Aufl.). Veloverkehr in Kreuzungen: Handbuch Infrastruktur. Verfügbar unter: <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/themen/langsamverkehr/veloverkehr.html> letzter Aufruf am 18/10/2024)
- Aumann, A. (2022). Alle speed pedelec regels op een rijtje ("Alle Speed-Pedelec-Regeln auf einen Blick"). Verfügbar unter: <https://www.cyclobility.be/nl/blog/speed-pedelec-regels> (letzter Aufruf am 31.01.2024)
- Becker, S., & Renn, O. (2019). Akzeptanzbedingungen politischer Maßnahmen für die Verkehrswende: Das Fallbeispiel Berliner Mobilitätsgesetz. In Akzeptanz und politische Partizipation in der Energietransformation: Gesellschaftliche Herausforderungen jenseits von Technik und Ressourcenausstattung (pp. 109–130). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-24760-7_6.
- Bimberg, P., Weissker, T. & Kulik, A. On the Usage of the Simulator Sickness Questionnaire for Virtual Reality Research, *2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, Atlanta, GA, USA, 2020, pp. 464-467, doi: 10.1109/VRW50115.2020.00098.
- BMDV (2022). Nationaler Radverkehrsplan 3.0.
- Bosch (n.d.). *Performance Line Speed*. Online verfügbar: <https://www.bosch-ebike.com/de/produkte/performance-line-speed> (letzter Zugriff am 21.05.2024)
- Bundesamt für Strassen (2023). Veloweggesetz, in der Fassung vom 1. Januar 2023, verfügbar unter: <https://www.fedlex.admin.ch/eli/oc/2022/790/de>
- Caulfield, B., Brick, E., & McCarthy, O. T (2012). Determining Bicycle Infrastructure Preferences – A Case Study of Dublin. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 17 (5): 413–17. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2012.04.001>.
- Chataway, E. S., Kaplan, S., Nielsen, T. A. S. & Prato, C. G. (2013). Safety perceptions and reported behavior related to cycling in mixed traffic: A comparison between Brisbane and Copenhagen. In: *Transportation Research Part F* 23, S. 32-43.
- ChoiceMetrics (2021) Ngene 1.3 User manual & Reference guide, Sydney
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155–159. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.1.155>
- Dowle, M. & Srinivasan, A. (2023). data.table: Extension of `data.frame`. R package version 1.14.8. <https://CRAN.R-project.org/package=data.table>

- Der Standard. (2020). Pendlerkonzept mit S-Pedelecs für Amsterdams Flughafen. Abgerufen von <https://www.derstandard.de/story/2000115598221/pendlerkonzept-mit-s-pedelecs-fuer-amsterdams-flughafen>
- Deutscher Bundestag (2021). Sachstand: S-Pedelecs im Straßenverkehrsrecht. Verfügbar unter <https://www.bundestag.de/resource/blob/866106/e13510c38f04741a60a25a99a7398ab8/WD-7-090-21-pdf-data.pdf>
- Dörnenburg, K.; Grob, D.; Kanizaj, O. (2007). Konfliktanalyse beim Mischverkehr. Konflikte bei typischen Mischverkehrssituationen und Ansätze zur Minimierung der Auswirkungen
- Dutch Cycling Embassy (2021). Best Practices Dutch Cycling.
- Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Strassen ASTRA (1995). Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge. Online verfügbar: https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1995/4425_4425_4425/de
- Europäische Union (2013). Verordnung (EU) Nr. 168/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Januar 2013 über die Genehmigung und Marktüberwachung von zwei- oder dreirädrigen und vierrädrigen Fahrzeugen. Online verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex:32013R0168>
- FGSV (2006): Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen. RASt, FGSV-Verlag, Köln.
- FGSV (2008): Richtlinien für integrierte Netzgestaltung. RIN, FGSV-Verlag, Köln.
- FGSV (2010): Empfehlungen für Radverkehrsanlagen. ERA, FGSV-Verlag, Köln.
- FGSV (2021): Hinweise zu Radschnellverbindungen und Radvorrangrouten, In: Straßenverkehrstechnik 2021, H. 10, S. 739-752
- Fietzersbond (2019). The Speed Pedelec rules at a glance. Online verfügbar unter: <https://www.fietzersbond.be/speedpedelec>.
- FSV (2022) Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr (FSV), „RVS 03.02.13 - Radverkehr,“ in Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Wien, 2022.
- FGSV (2012). Empfehlungen für Verkehrserhebungen. EVE, FGSV-Verlag, Köln.
- GDV Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Unfallforschung der Versicherer (2014). Neues Risiko Pedelec? In: Unfallforschung kompakt, Nr. 46.
- Gnambs, T., Batinic, B. (2011). Qualitative Online-Forschung. In: Naderer, G., Balzer, E. (eds) Qualitative Marktforschung in Theorie und Praxis. Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-8349-6790-9_19.
- Gohel, D. (2023). officer: Manipulation of Microsoft Word and PowerPoint Documents. R package version 0.6.3. <https://CRAN.R-project.org/package=officer>
- Gohel, D. & Skintzos, P. (2023). flextable: Functions for Tabular Reporting. R package version 0.9.4. <https://CRAN.R-project.org/package=flextable>
- Gössling, S., & McRae, S. 2022. "Subjectively Safe Cycling Infrastructure: New Insights for Urban Designs." Journal of Transport Geography 101 (May): 103340. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103340>.

- Hantschel, S., Gerike, R., & Enke, M. (2020). RVP 2020 – Radfahrende und zu Fuß Gehende auf gemeinsamen und getrennten selbstständigen Wegen. Verträglichkeit, Verkehrsablauf und Gestaltung. Online verfügbar unter: https://www.mobilitaetsforum.bund.de/DE/Themen/Wissen-spool/Projekte/Projektbeispiele/Projekte/Downloads/19517_Download.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- Harrell, F. E. (2021). Hmisc: Harrell Miscellaneous. R package version 4.6-0.
<https://CRAN.R-project.org/package=Hmisc>
- Hertach P.; Achermann Stürmer, Y.; Allenbach R.; Huwiler K.; Niemann S.; Uhr A. (2023). Sicherheitsniveau und Unfallgeschehen im Strassenverkehr 2022. Bern: BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2023. DOI:10.13100/BFU.2.501.01.2023
- Herteleer, B.; Van den Steen, N.; Vanhaverbeke, L.; Cappelle, J. (2022). Analysis of initial speed pedelec usage for commuting purposes in Flanders. In: Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, Volume 14, June 2022.
- Hess S, Palma D (2019). "Apollo: a flexible, powerful and customisable freeware package for choice model estimation and application." Journal of Choice Modelling, 32. doi:10.1016/j.jocm.2019.100170.
- Hijmans, R. J. (2023). raster: Geographic Data Analysis and Modeling. R package version 3.6-14.
<https://CRAN.R-project.org/package=raster>
- Huemer, A.K. (2023). Vielfalt wahren - Konflikte vermeiden. In Kühl, J. (Hrsg.), Mehr Vielfalt im Radverkehr - entdecken - gestalten - vermitteln. Tagungsband 13. Forum Mobilität, 06.05.22, Online. Salzgitter: Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften Braunschweig / Wolfenbüttel.
- Ivancsits, K. (2022) Praterstraße neu: Radhighway von der City in die Donaustadt. Online verfügbar unter: <https://www.fahrradwien.at/2022/02/04/praterstrasse-neu-radhighway-von-der-city-in-die-donaustadt> (letzter Zugriff am 20.12.2022).
- Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness. The International Journal of Aviation Psychology, 3(3):203–220, 1993. doi: 10.1207/s15327108ijap0303_3
- Koninkrijk der Nederlanden (2016). Besluit van 27 oktober 2016, houdende wijziging van het Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990 en het Warenwetbesluit motor- en bromfietshelmen in verband met het vaststellen van regels inzake de speed-pedelec, Stadsblad 427 ("Verordnung vom 27. Oktober 2016 zur Änderung der Straßenverkehrsordnung und der Verkehrszeichenverordnung von 1990 sowie der Verordnung zum Gesetz über Helme für Motorräder und Mopeds im Zusammenhang mit der Festlegung von Vorschriften über die Geschwindigkeit von Pedelecs"), verfügbar unter: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stb-2016-427.pdf>
- Mayring, P. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. In: Mey, G., Muck, K. (eds) Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie. VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92052-8_42.

- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Radkompetenz (2020a). Elf Radschnellweg-Regionen für Niederösterreich, online verfügbar unter: <https://radkompetenz.at/4319/elf-radschnellweg-regionen-fuer-niederoesterreich> (letzter Zugriff am 20.12.2022).
- Reinders, H., Ditton, H., Gräsel, C. & Gniewosz, B. (2015). Empirische Bildungsforschung: Strukturen und Methoden. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-19992-4>
- Rissel, C., Campbell, F., Ashley, B., Jackson, L. (2002) Driver Road Rule Knowledge and Attitudes towards Cyclists. Australian Journal of Primary Health 8, 66-69.
- Rose, J. M. & Bliemer, M. C. J. (2009). Constructing Efficient Stated Choice Experimental Designs, Transport Reviews, 29:5, 587-617, DOI: 10.1080/01441640902827623.
- Rosenthal, R., Rosnow, R. L., & Rubin, D. B. (2000). *Contrasts and effect sizes in behavioral research: A correlational approach*. Cambridge University Press.
- Schutten, G. J., Chan, C.H., Brohan, P., Steuer, D. & Leeper, T. J. (2023). readODS: Read and Write ODS Files. R package version 2.1.1. <https://github.com/ropensci/readODS>
- Schäfer, K., Freyer, L. Bohl, M., Winkler, Z. (2021). Duale Radlösung 2.0: Nutzungsverhalten der Radfahrenden bei dualer Radinfrastruktur durch Befragung. Research Lab der Frankfurt University of Applied Sciences.
- Schüller, H., Niestegge, M, Hantschel, S., Kühn, B., Gerike, R. & Huber, S. (2020). Akzeptanz und Verkehrssicherheit des Radverkehrs im Mischverkehr auf Hauptverkehrsstraßen. Schlussbericht FE70.0907/2015. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen. Stuttgart, Dresden.
- SILAB (2023) [Computer Software]. Würzburger Institut für Verkehrswissenschaften. Veitshöchheim, Germany. URL <https://wivw.de/de/silab>
- Stelling, A., Vlakveld, W., Twisk, D. (2021). Influencing factors of observed speed and rule compliance of speed-pedelec riders in high volume cycling areas: Implications for safety and legislation, Accident Analysis & Prevention, Volume 159, 2021, 106239.
- Stromer (n.d.). *Swiss Technology*. Online verfügbar: <https://www.stromerbike.com/de/swiss-technology#power> (letzter Zugriff am 21.05.2024)
- SuperCycleHighways. (2020). Cycle Superhighway Bicycle Account 2020. Abgerufen von <https://supercyclistier.dk/wp-content/uploads/2016/03/Cycle-Superhighway-Bicycle-Account-2020.pdf> (Zugriff am 15.12.2022)
- SWOV (2022). Pedelecs and speed pedelecs. SWOV fact sheet, May 2022, SWOV, The Hague, online verfügbar unter: <https://swov.nl/en/fact-sheet/pedelecs-and-speed-pedelecs> (letzter Zugriff 20.12.2022).
- Travel Information (2023). Denmark Traffic Rules, verfügbar unter: <https://travelinformation.eu/denmark-traffic-rules/>
- Treiber, M., Hennecke, A., & Helbing, D. (2000). Congested traffic states in empirical

- observations and microscopic simulations. *Physical review. E, Statistical physics, plasmas, fluids, and related interdisciplinary topics*, 62 2 Pt A, 1805-24.
- Twisk et al. (2021). Speed characteristics of speed pedelecs, pedelecs and conventional bicycles in naturalistic urban and rural traffic conditions, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 150, 2, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105940>.
- Velosuisse (2022). 2021 Veloverkaufsstatisik Schweiz https://www.velosuisse.ch/wp-content/uploads/2022/03/2021_Veloverkaufsstatisik_Schweizer_Markt.pdf.
- Vlakveld, W., Mons, C., Kamphuis, K., Stelling, S., Twisk, D. (2021). Traffic conflicts involving speed-pedelecs (fast electric bicycles): A naturalistic riding study, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 158, 2021, 106201, ISSN 0001-4575, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106201>.
- Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS). (1994). SN 640 060 Leichter Zweiradverkehr. Zürich: VSS.
- VSS, (2016). Grundlagen für die Dimensionierung von sicheren Veloverkehrsanlagen. Forschungsprojekt VSS 2010/207
- VSSÖ, Verband der Sportartikelerzeuger und Sportausrüster Österreichs (2023). Fahrradmarktzahlen. <https://www.vssö.at/fahrradmarktzahlen-2022-e-bikes-und-dienstfahrradmodelle-als-umsatz-treiber/>.
- Walther, B. (2023), Friedman-Test in R rechnen, Verfügbar unter <https://bjoernwalther.com/friedman-test-in-r-rechnen/> (Zugriff am 5.2.2024).
- Wasserman, D. (2015). Complete Street Rule. GitHub repository, https://github.com/d-wasserman/Complete_Street_Rule.
- Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L. D., François, R., Golemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T. L., Miller, E., Bache, S. M., Müller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D.P., Spinu, V., Takahashi, K., Vaughan, D., Wilke, C., Woo, K., Yutani, H. (2019). Welcome to the tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43), 1686. doi:10.21105/joss.01686 (URL: <https://doi.org/10.21105/joss.01686>).
- Wilson, D. G. (2004). *Bicycling Science* (3rd ed.). MIT Press.
- Zuser, V., Breuer, C., Blass, P., Braun, E. & Senitschnig, N. (2021). S-Pedelecs als Alternative für Arbeitswege? In: ZVR 07/08, 270 - 278.

8 Anhang

8.1 S-Pedelec Soll-Analyse

8.1.1 S-Pedelec-spezifische Anpassungen der Fahrrad-Fahrsimulation

Da bei Fahrrädern mit und ohne Tretunterstützung der Radfahrende zumindest einen Teil der Fahrleistung selbst erbringen muss ist hinsichtlich des Erreichens realistischer Geschwindigkeiten in der Simulation eine gute Passung von Fahrbelastung und Geschwindigkeit von Relevanz. Der Simulator besitzt hierfür eine entsprechende Längsfahrdynamiksimulation, die u. A. auf Basis der Sensorgeschwindigkeit des „Hinterrads“ unter Berücksichtigung von Umweltparametern (bspw. Rollwiderstände, Steigung/Gefälle, usw.) die zum Erreichen der Geschwindigkeit notwendige Fahrbelastung berechnet und mittels eines Aktuators stellt. Diese ist als Eigenleistung vom Radfahrenden aufzubringen. Da bei einem Fahrrad die Fortbewegung vom Radfahrenden selbst erzeugt werden muss, begrenzt die mit der Geschwindigkeit korrespondierende Fahrbelastung sowie die physischen Fähigkeiten des Fahrenden die erreichbare Geschwindigkeit.

8.1.1.1 Vorüberlegungen

In ihrer Grundfunktion reduzieren Pedelec-Motoren die zum Erreichen einer bestimmten Geschwindigkeit notwendige Fahrbelastung, indem sie die Eigenleistung mit einen entsprechenden Unterstützungsfaktor beaufschlagen. Dies führt zu einer entsprechend höheren Systemleistung. Die Unterstützung wird begrenzt durch die gesetzlich erlaubte Unterstützungsleistung (als Maximalwert oder Nenndauerleistung) und die maximal unterstützte Geschwindigkeit

Hinsichtlich Pedelecs und S-Pedelecs regelt innerhalb der Europäischen Union die EU-Verordnung Nr. 168/2013 die maximale Nenndauerleistung sowie die maximal erlaubte, unterstützte, Geschwindigkeit. Danach werden Pedelecs als „Fahrrad mit Antriebssystem“ (L1e-A) klassifiziert. Die maximale Nenndauerleistung ist auf 1000 Watt begrenzt. Die „Leistung des Hilfsantriebs wird beim Erreichen einer Fahrzeuggeschwindigkeit von 25 km/h unterbrochen“ (vgl. EU-Verordnung Nr. 168/2013).

S-Pedelecs werden als „Leichtes zweirädriges Kraftfahrzeug“ (L1e-B) klassifiziert. Hierbei stellt die „bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs ≤ 45 km/h“ und die „maximale Nenndauerleistung ($\dots$) ≤ 4000 W“ dar (vgl. EU-Verordnung Nr. 168/2013).

Dies bedeutet, dass die maximale unterstützte Fahrgeschwindigkeit bei Pedelecs 25 km/h beträgt und die Eigenleistung um maximal 1000 Watt beaufschlagt werden darf. Bei S-Pedelecs beträgt demnach die maximal unterstützte Fahrgeschwindigkeit 45 km/h und die Eigenleistung darf um maximal 4000 Watt beaufschlagt werden.

In der Schweiz wird zwischen „Leicht-Motorfahrrad“ und „Motorfahrrad“ unterschieden (vgl. Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge, VTS, 1995).

Leicht-Motorfahrräder entsprechend hinsichtlich der maximal unterstützten Geschwindigkeit sowie der Nenndauerleistung Pedelecs. Hier beträgt die Höchstgeschwindigkeit mit Tretunterstützung 25 km/h, die Nenndauerleistung respektive Beaufschlagung der Eigenleistung maximal 500 Watt. Motorfahrräder entsprechen hinsichtlich der maximal unterstützten Geschwindigkeit sowie der Nenndauerleistung S-Pedelecs. Hier beträgt die Höchstgeschwindigkeit mit Tretunterstützung 45 km/h, die Nenndauerleistung respektive Beaufschlagung der Eigenleistung maximal 1000 Watt.

Für eine sinnvolle und realitätsnahe Simulation der Tretunterstützung sind jedoch nicht nur die gesetzlichen Vorgaben zu beachten, sondern auch und v.a. die Nenndauerleistungen/Motorleistungen von gängigen S-Pedelec-Motorsystemen. Diese sind teilweise deutlich niedriger als die erlaubten Maximalwerte aus den entsprechenden Verordnungen. So gibt bspw. Bosch für den S-Pedelec-(Mittel-)Motor Performance Line Speed eine Nenndauerleistung von 250 Watt sowie eine Maximalleistung von 600 Watt (Bosch, n.d.) an. An der oberen Leistungsspitze gibt bspw. Stromer für ihre S-Pedelec-Nabenmotoren einen Leistungsbereich von 670 - 940 Watt an (Stromer, n.d.).

Aufgrund des Wunschs nach Verallgemeinerbarkeit der Studienergebnisse v.a. bezüglich der durchschnittlichen Geschwindigkeit sollte in der Studie kein spezifisches Motorsystem respektive ein spezifischer Motor simuliert werden, sondern eine möglichst generische Tretunterstützung. Hierfür erscheinen weder die Maximalwerte aus den Verordnungen noch die angegebenen Werte der Pedelec-Motorenhersteller als zielführend. Deswegen wurde eine, für die Studie sinnvolle, Nenndauerleistung der generischen Tretunterstützung auf Basis der erwartbaren Eigenleistung eines generischen Fahrers zuzüglich eines Unterstützungsfaktors geschätzt.

8.1.1.2 Herleitung und Bestimmung der Nenndauerleistung

Im ersten Schritt wurde hierfür die notwendige (Eigen-)Leistung eines nicht unterstützten Radfahrenden mit Fahrrad ohne Tretunterstützung zum Erreichen einer bestimmten Geschwindigkeit anhand folgender physikalischer Parameter berechnet:

- Luftdichte: $1,226 \text{ kg/m}^3$ (entspricht der Standardatmosphäre)
- Strömungswiderstandskoeffizient: 1,125 (entspricht einem Commuter / Pendler-Fahrrad bzw. einer relativ aufrechten Sitzposition, siehe Wilson, 2004)
- Stirnfläche: $0,55 \text{ m}^2$
- Rollwiderstandskoeffizient: 0,0075
- Systemgewicht: 95 kg (80 kg Mensch +15 kg Fahrrad)

Abbildung 8.1.1-1 zeigt die notwendige Eigenleistung in Abhängigkeit der gefahrenen Geschwindigkeit.

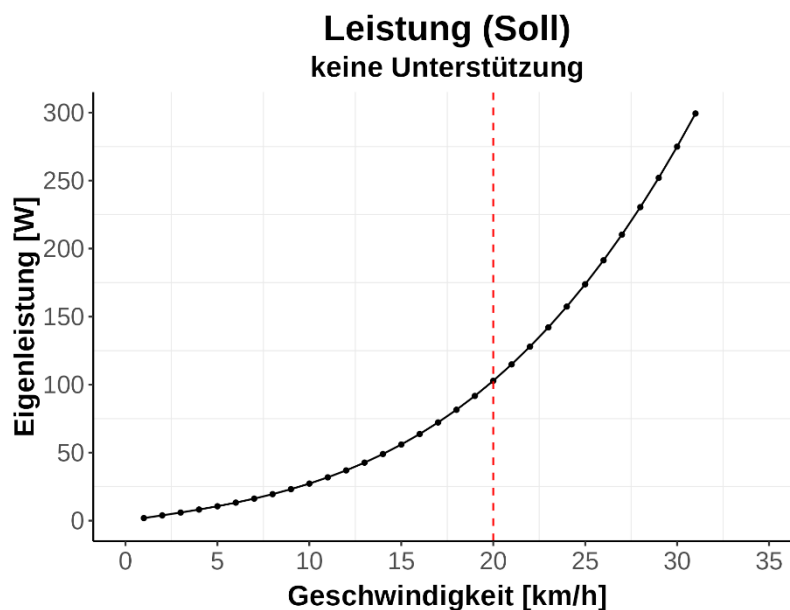


Abbildung 8.1.1-1: Eigenleistung (Soll) in Abhängigkeit der gefahrenen Geschwindigkeit

Unterstellt man eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 20 km/h müßte der Radfahrende hierfür, im Mittel, eine Eigenleistung von ca. 100 Watt aufbringen.

Da der Pedelec-Motor die Eigenleistung mit einem entsprechenden Faktor beaufschlagt resultiert dann eine, für die Studie sinnvolle, generische, Nenndauerleistung aus der Eigenleistung multipliziert mit einem Unterstützungsfaktor.

Bei den oben genannten Bosch Performance Line Speed Motor beträgt der maximale Unterstützungsgrad 340 %, d.h. Eigenleistung x 3,4. Dies ergibt, bei 100 Watt Eigenleistung, eine Beaufschlagung von 340 Watt. Die entsprechende Systemleistung würde demnach 440 Watt betragen.

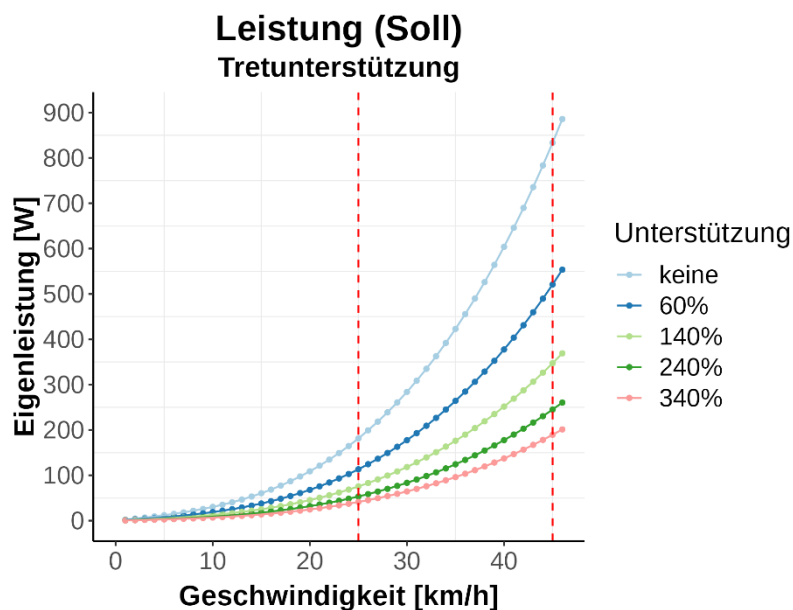


Abbildung 8.1.1-2: Eigenleistung (Soll) in Abhängigkeit der Unterstützungsstufe und der Fahrgeschwindigkeit

Abbildung 8.1.1-2 zeigt die für das oben genannte Beispiel die notwendige Eigenleistung in Abhängigkeit des Unterstützungsgrads und der gefahrenen Geschwindigkeit für ein S-Pedelec. Bei einer Eigenleistung von ca. 100 Watt und einer Unterstützung von 340 % wäre demnach eine Geschwindigkeit von ca. 36 km/h erwartbar. Zum Erreichen einer Geschwindigkeit von 45 km/h wäre demnach im nicht unterstützten Fall eine Eigenleistung von ca. 830 Watt notwendig, bei höchster Unterstützungsstufe noch ca. 190 Watt. Dies würde dann einer Beaufschlagung von ca. 640 Watt entsprechen, was allerdings über der Maximalleistung des Motors liegen würde (600 Watt, siehe Beispiel oben). Demnach entspräche, bei einer maximalen Unterstützung von zusätzlich 600 Watt, die tatsächliche maximale unterstützte Eigenleistung ca. 176 Watt, was einer Geschwindigkeit von 44 km/h entspräche.

Im Beispiel wird jedoch ignoriert, dass die Unterstützung bei Erreichen von 45 km/h unterbrochen werden muss und sich, bei Fahrrädern mit elektromotorischem Hilfsantrieb bis dahin progressiv verringern soll. Dies lässt sich u. A. dadurch erreichen, dass ab einer bestimmten Geschwindigkeit zwar noch unterstützt wird, die Unterstützung sich aber nicht mehr erhöht. Da die Fahrbelastung mit ansteigender Geschwindigkeit aufgrund des Luftwiderstands exponentiell ansteigt reduziert sich bei gleichbleibender Unterstützung somit deren Anteil an der Systemleistung. Unterstellt man, dass mit dieser progressiven Reduktion der Unterstützung bei 40 km/h begonnen wird, dann entspräche dies einer Eigenleistung von ca. 137 Watt und einer Beaufschlagung von ca. 460 Watt.

Somit ist davon auszugehen, dass eine Nenndauerleistung von ca. 500 Watt für die Studie als ausreichend einzuschätzen ist.

8.1.1.3 Funktion und Parametrierung des Pedelec-Fahrdynamikmodells

Die Fahrdynamik des Fahrradfahrersimulators besitzt ein Pedelec-Fahrdynamikmodell, welches die Unterstützungsleistung durch eine Reduktion der notwendigen Eigenleistung anstatt einer Beaufschlagung simuliert. Zum Erreichen einer Geschwindigkeit, für die bspw. in der Realität im nicht-unterstützten Fall eine Eigenleistung von 100 Watt notwendige wäre, ist im Simulator bei einem Unterstützungsfaktor von 2 bzw. 200 % nur noch $100 \text{ W} / (1 (\text{Eigenleistung}) + 2 (\text{Unterstützungsfaktor})) = 33,33 \text{ Watt}$ notwendig.

Das Pedelec-Modul wurde zur Simulation von S-Pedelec-Fahren mit einer Nenndauerleistung von 500 Watt und einem maximalen Unterstützungsfaktor von 400 % parametrierung. Die Unterstützung verringert sich zweistufig: Ab einer Geschwindigkeit von etwa 40 km/h wird nur noch mit der maximalen Nenndauerleistung unterstützt. Dadurch verringert sich der Anteil der Unterstützungsleistung an der Systemleistung progressiv bis etwa 47 km/h. Ab 47 km/h wird die Unterstützungsleistung selbst reduziert und ab 49 km/h beendet. Die Geschwindigkeitsschwelle wurde im Simulator höher gesetzt als gesetzlich vorgeschrieben, damit die maximal unterstützte Geschwindigkeit (d.h. 45 km/h) auch sicher erreicht werden kann.

Zur Simulation von Pedelec-Fahren wurde das Pedelec-Modul mit einer Nenndauerleistung von 250 Watt und einem maximalen Unterstützungsfaktor von 250 % parametrierung. Bei Pedelec wurde ein niedrigerer Unterstützungsfaktor als bei S-Pedelec gewählt, da ansonsten die Eigenleistung in der Simulation zu gering werden würde. Die Unterstützung verringert sich einstufig: Ab 27 km/h wird die Unterstützungsleistung reduziert und ab 29 km/h beendet. Die

Geschwindigkeitsschwelle wurde im Simulator höher gesetzt als gesetzlich vorgeschrieben, damit die maximal unterstützte Geschwindigkeit (d.h. 25 km/h) auch sicher erreicht werden kann.

8.1.1.4 Validität des Pedelec-Fahrdynamikmodells

Zur Überprüfung der Validität des (S-)Pedelec-Fahrdynamikmodells wurde vor Versuchsbeginn das implementierte Fahrdynamikmodell des Fahrradsimulators mit Realfahrdaten eines echten S-Pedelecs verglichen.

Hierzu wurde ein Riese & Müller Supercharger GT S-Pedelec (Drive Unit/Motor: Bosch Performance Line Speed) mit Geschwindigkeits-/ Kadenzmesssensorik sowie Leistungsmesspedalen ausgestattet (siehe Abbildung 8.1.1-3). Die Sensordaten wurden mittels eines Wahoo Elemnt Roam Fahrradcomputers aufgezeichnet (Aufzeichnungsfrequenz: 1 Hz). Die Eigenleistung wurde für unterschiedliche Geschwindigkeitsbereiche (~20 / ~30 / ~40 km/h) und vier Unterstützungsstufen („Eco“ (60 %), „Tour“ (140 %), „Sport“ (240 %), „Turbo“ (340 %)) eingefahren bzw. gemessen.

Als Versuchsstrecke wurde ein verkehrsberuhigtes flaches Wegstück zwischen Lauda und Königshofen (Baden-Württemberg / Deutschland) genutzt. Das Streckenstück weist keine messbare Steigung auf, wurde jedoch in beide Richtungen befahren. Das S-Pedelec wurde der WIVW GmbH von der E-Bike Erlebniswelt Erhard Mott (Lauda-Königshofen / Deutschland) zu entsprechenden Testzwecken kostenlos zur Verfügung gestellt.



Abbildung 8.1.1-3: S-Pedelec, Leistungsmesspedale, Kadenzsensoren, Geschwindigkeitssensoren

Im nächsten Schritt wurde das Fahrdynamikmodell des Simulators auf die Unterstützungsstufen des im S-Pedelec eingebauten Motors parametrisiert und die theoretisch notwendige Eigenleistung in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit berechnet.

Abbildung 8.1.1-4 zeigt die berechnete, im Simulator notwendige Eigenleistung in Abhängigkeit der gefahrenen Geschwindigkeit und der auf den Motor des S-Pedelecs angepassten Unterstützungsstufe.

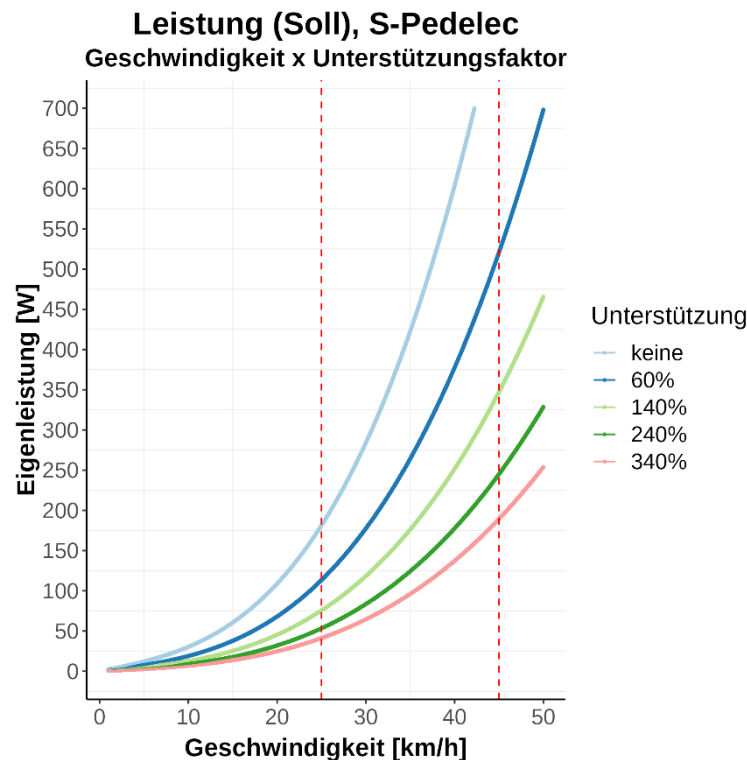


Abbildung 8.1.1-4: Eigenleistung (Soll) in Abhängigkeit der Unterstützungsstufe und der Fahrgeschwindigkeit, S-Pedelec

Anschließend wurden die vorhergesagten Werte aus dem Simulator-Fahrdynamikmodell mit den aufgezeichneten Messwerten aus den Messfahrten zusammengeführt und verglichen. Falls für den Vergleich mehr als ein Messwert zur Verfügung stand, wurde der Median der Messwerte gebildet.

Abbildung 8.1.1-5 zeigt die Eigenleistung in Abhängigkeit der Geschwindigkeit, getrennt nach Unterstützungsfaktor und Datenbasis.

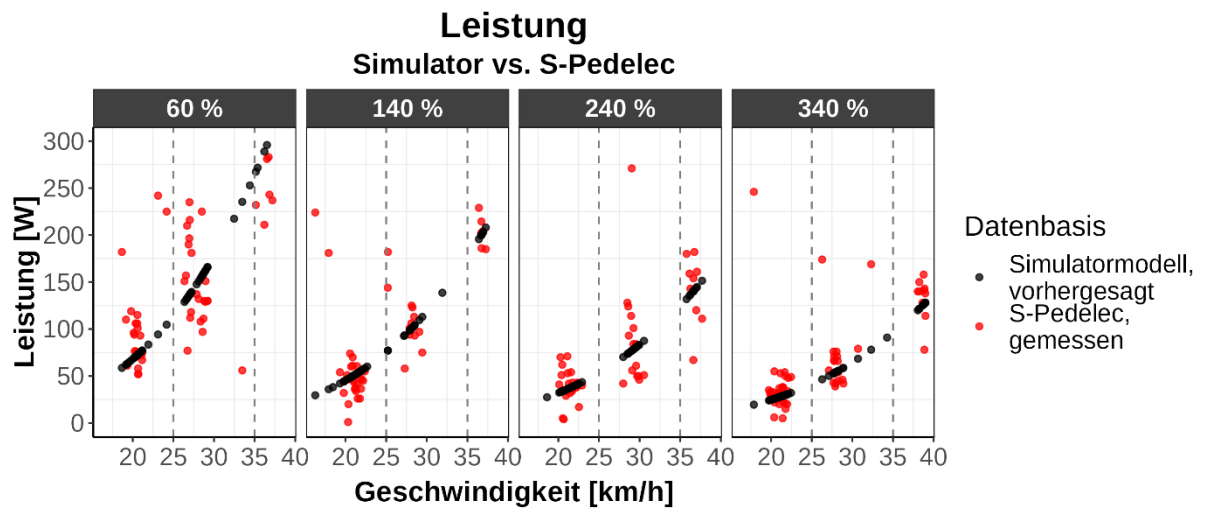


Abbildung 8.1.1-5: Leistung in Abhängigkeit der Geschwindigkeit, Simulator vs. S-Pedelec

Tabelle 8.1.1-1 zeigt die Verteilung der Abweichungen der Leistung von Fahrdynamikmodell und S-Pedelec, in Abhängigkeit des Unterstützungsfaktors.

Tabelle 8.1.1-1: Abweichung Leistung (W), getrennt nach Unterstützungsfaktor, Verteilung

Faktor / Prozent	M	SD	Min	Q1	Mdn	Q3	Max	n
0.6 / 60 %	-28.87	94.08	-327.62	-54.35	-3.21	21.30	179.32	58
1.4 / 140 %	-44,27	100,67	-385,41	-33,32	-2,46	12,30	45,98	53
2.4 / 240 %	-17.03	72.71	-404.56	-20.52	-2.00	13.00	73.13	51
3.4 / 340 %	-18.77	55.08	-328.04	-18.04	-8.69	2.22	49.01	64

Im Mittel (*Mdn*) beträgt die Abweichung von Messung und Fahrdynamikmodell hinsichtlich der Leistung zwischen 2 und 9 Watt.

Abbildung 8.1.1-6 zeigt die Geschwindigkeit in Abhängigkeit der Leistung, getrennt nach Unterstützungsfaktor und Datenbasis.

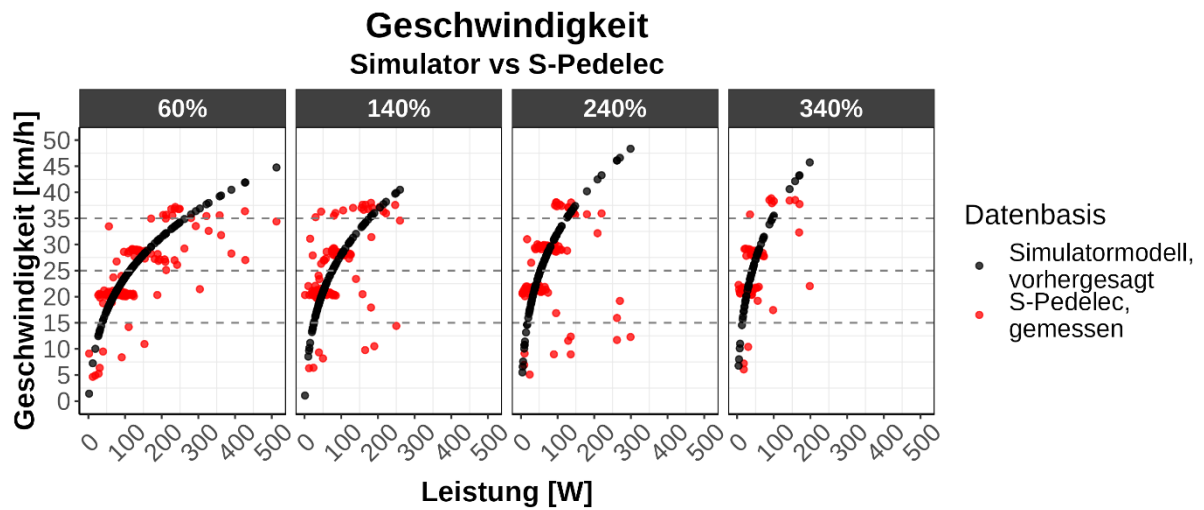


Abbildung 8.1.1-6: Geschwindigkeit in Abhängigkeit der Leistung, Simulator vs. S-Pedelec

Tabelle 8.1.1-2 zeigt die Verteilung der Abweichungen in der Geschwindigkeit in Abhängigkeit des Unterstützungsfaktors.

Tabelle 8.1.1-2: Abweichung Geschwindigkeit (km/h), getrennt nach Unterstützungsfaktor, Verteilung

Faktor / Prozent	M	SD	Min	Q1	Mdn	Q3	Max	n
0,6 / 60 %	0,92	4,90	-15,22	-2,55	0,14	3,79	17,34	135
1,4 / 140 %	-0,91	7,70	-19,95	-4,29	-1,51	2,21	25,50	100
2,4 / 240 %	1,16	9,66	-16,37	-4,10	-0,78	3,32	36,05	100
3,4 / 340 %	0,05	7,31	-15,47	-4,17	0,39	4,06	23,68	60

Die mittlere Abweichung (*Mdn*) der Geschwindigkeit bei vergleichbarer Leistung beträgt ca. 1-2 km/h. In der für die Studie relevanten Unterstützungsstufe (3,4 bzw. 340% oder „Turbo“) beträgt die Differenz im Mittel (*Mdn*) unter 1 km/h.

Abschließend wurde verglichen, wie präzise die im Simulator gemessene Eigenleistung mit der vom Simulator angeforderten Leistung korrespondiert. Hierzu wurden die notwendigen Leistungswerte des Fahrdynamikmodells berechnet und mit der gemessenen Leistung über alle Versuchsteilnehmenden verglichen. Falls mehr als ein Wert pro Geschwindigkeits- oder Leistungsdatum zur Verfügung stand wurde der Median gebildet.

Abbildung 8.1.1-7 zeigt die mittlere Eigenleistung in Abhängigkeit der Geschwindigkeit, getrennt für angeforderte und gemessene Geschwindigkeit

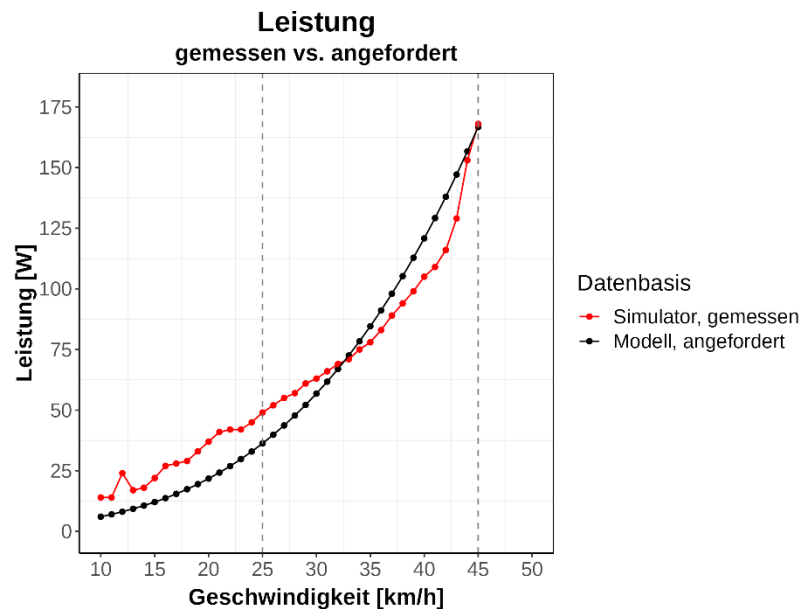


Abbildung 8.1.1-7: Leistung in Abhängigkeit der Geschwindigkeit, Modell vs. Messung im Simulator

Abbildung 8.1.1-8 zeigt die mittlere Geschwindigkeit in Abhängigkeit der Eigenleistung, getrennt für angeforderte und gemessene Eigenleistung.

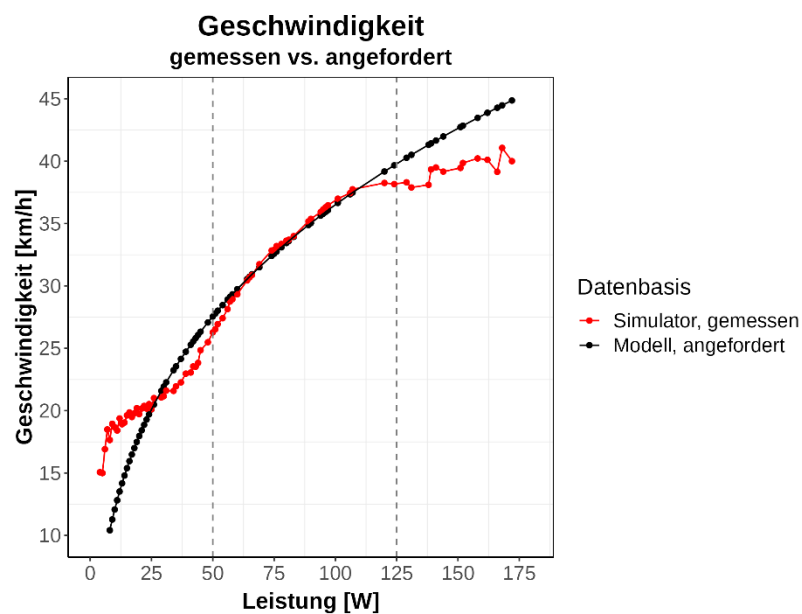


Abbildung 8.1.1-8: Geschwindigkeit in Abhängigkeit der Leistung, Modell vs. Messung im Simulator

Tabelle 8.1.1-3 zeigt die Verteilung der Abweichungen der mittleren Leistung in Abhängigkeit des Geschwindigkeitsbereichs. Im Geschwindigkeitsbereich unter 25 km/h (Pedelec) beträgt die mittlere Abweichung in der gemessenen Leistung ca. 12 Watt, im, für die Studie relevanten Geschwindigkeitsbereich größer 25 km/h (S-Pedelec) ca. 3 Watt.

Tabelle 8.1.1-3: Verteilung Abweichung der mittleren Leistung (W), getrennt nach Geschwindigkeitsbereich

Geschwindigkeitsbereich	M	SD	Min	Q1	Mdn	Q3	Max	n
< 25 km/h	-11,86	3,25	-16,75	-14,29	-12,18	-8,92	-6,96	15
>= 25 km/h	3,12	11,09	-12,72	-6,19	3,39	11,23	21,94	21

Tabelle 8.1.1-4 zeigt die Verteilung der Abweichungen der mittleren Geschwindigkeit in Abhängigkeit des Leistungsbereichs. Im Leistungsbereich unter 50 Watt sowie über 125 Watt beträgt die mittlere Abweichung in der gemessenen Geschwindigkeit ca. 3 km/h, im Leistungsbereich von 50 – 125 Watt beträgt die mittlere Abweichung der Geschwindigkeit unter 1 km/h.

Tabelle 8.1.1-4: Verteilung Abweichung der mittleren Geschwindigkeit (km/h), getrennt nach Leistungsbereich

Leistungsbereich	M	SD	Min	Q1	Mdn	Q3	Max	n
1) < 50 W	-3,24	4,06	-9,01	-7,34	-2,90	0,69	2,29	44
2) >= 50 W & < 125 W	0,15	0,60	-0,44	-0,30	-0,10	0,40	1,50	30
3) >= 125 W	3,20	0,97	1,96	2,61	3,21	3,41	5,13	13

Zusammenfassend wird festgehalten, dass die Abweichungen von Simulatormodell und Realfahrdaten im Mittel als relativ gering zu bewerten sind. Die Abweichungen der Messung lassen sich im für die Studie relevanten Leistungsbereich ebenfalls als gering bewerten. Das Fahr-dynamikmodell wird hinsichtlich der (S-)Pedelec-Funktionalität als valide betrachtet.

8.1.2 Instruktionen

8.1.2.1 Allgemeine Instruktion

„Guten Tag Frau/Herr...

- Vielen Dank für die Teilnahme!
- Als erstes bitte ich Sie, die den Einwilligungs- und Datenschutzerklärung aufmerksam zu lesen und auszufüllen sowie einen kurzen Fragebogen zu ihren demografischen Daten am Tablet auszufüllen.
- **Gegenstand der Studie ist** es, Lösungsmöglichkeiten für eine sichere und von allen Verkehrsteilnehmenden akzeptierte Integration von S-Pedelecs (Fahrräder mit Tretkraftunterstützung bis 45 km/h) in die Verkehrsinfrastruktur zu finden und zu untersuchen.
- Die folgende Studie besteht aus mehreren Fahrten in unserem Fahrradsimulator, die jeweils ca. 5 - 10 min dauern. Ihre Aufgabe ist es dabei, mit einem Fahrrad mit Tretkraftunterstützung einfach nur der Strecke zu folgen, auf der sie verschiedene Situationen erleben werden.
- Nach bestimmten Situationen sowie nach allen Fahrten erfolgt eine kurze Befragung. Die Befragung während der Fahrt wird mündlich über die Gegensprechanlage erfolgen. Die Nachbefragung wieder auf dem Tablett.
- Zwischen den Fahrten können Sie nach Bedarf Pause machen. Insgesamt dauert die Studie ca. 1,5 Stunden.
- Sie werden zunächst die Möglichkeit haben, sich erneut an die Simulation zu gewöhnen und mit den Testfahrten vertraut zu machen. Hierzu werden sie eine Eingewöhnungsfahrt von mehreren Minuten absolvieren.“

8.1.2.2 Instruktion Eingewöhnungsfahrt

- „Im ersten Teil geht's darum, dass Sie sich wieder an das Fahren im Simulator gewöhnen. Sie werden nun ein Stück innerorts fahren.
- Ich möchte Sie bitten, **mit Unterstützung zu fahren, d.h. in den TURBO zu schalten.**
- Beginnen Sie bitte erst langsam. Wenn Sie sich sicher fühlen, steigern Sie bitte die Geschwindigkeit.“

8.1.2.3 Instruktion Prüffahrten, S-Pedelec, keine Wahlfreiheit

„Wir beginnen nun mit den Prüffahrten. Insgesamt durchfahren Sie 4 Prüffahrten, jeweils inner- als auch außerorts.

Ihre Aufgaben sind:

- Den Navigationsansagen zu folgen
- Stellen Sie sich vor, sie fahren mit dem Rad zur Arbeit. Fahren Sie im Schnitt, wenn möglich, mindestens 30 km/h. Fahren Sie bitte zügig und so, dass es für Sie gerade noch bequem ist.
- Falls es die Verkehrssituation verlangt können Sie auch langsamer oder schneller fahren.
- Bitte befahren Sie in diesem Versuchsteil, sobald verfügbar, die Radverkehrs- bzw. Rad- und Fußverkehrsanlagen.
- Falls die Verkehrssituation dies erfordert können Sie diese auch kurzfristig verlassen (bspw. um langsamere Radfahrende zu überholen)
- Bitte fahren Sie sicher und unfallfrei und gefährden Sie weder sich noch andere!

Ich werde Sie nach bestimmten Situationen bitten kurz anzuhalten und mir ein paar Fragen zu beantworten. Grundsätzlich können Sie nach jeder Fahrt Pause machen. Eine Fahrt dauert ca. 10 min. Falls Ihnen schlecht werden sollte, teilen Sie mir das bitte frühzeitig mit. Vielen Dank!“

8.1.2.4 Instruktion Prüffahrten, S-Pedelec, Wahlfreiheit

„Sie haben nun 2 Prüffahrten absolviert. In den nächsten zwei Fahren können Sie sich selbst entscheiden, ob, wann und wie lange Sie die Radverkehrsanlage benutzen. Bedeutet: Sie können, aber müssen Sie in diesen Fahrten nicht benutzen.

Ihre Aufgaben sind:

- Den Navigationsansagen zu folgen
- Stellen Sie sich vor, sie fahren mit dem Rad zur Arbeit. Fahren Sie im Schnitt, wenn möglich, mindestens 30 km/h. Fahren Sie bitte zügig und so, dass es für Sie gerade noch bequem ist.
- Falls es die Verkehrssituation verlangt können Sie auch langsamer oder schneller fahren.
- Bitte fahren Sie sicher und unfallfrei und gefährden Sie weder sich noch andere!

Ich werde Sie nach bestimmten Situationen bitten kurz anzuhalten und mir ein paar Fragen zu beantworten. Grundsätzlich können Sie nach jeder Fahrt Pause machen. Eine Fahrt dauert ca. 10 min. Falls Ihnen schlecht werden sollte, teilen Sie mir das bitte frühzeitig mit. Vielen Dank!

8.1.2.5 Instruktion Prüffahrten, Pedelec, keine Wahlfreiheit

„Wir beginnen nun mit den Prüffahrten. Insgesamt durchfahren Sie 4 Prüffahrten, jeweils inner- als auch außerorts.

Ihre Aufgaben sind:

- Den Navigationsansagen zu folgen

- Stellen Sie sich vor, sie fahren mit dem Rad zur Arbeit. Fahren Sie im Schnitt, wenn möglich, 25 km/h. Fahren Sie bitte zügig und so, dass es für Sie gerade noch bequem ist.
- Falls es die Verkehrssituation verlangt können Sie auch langsamer oder schneller fahren.
- Bitte befahren Sie in diesem Versuchsteil, sobald verfügbar, die Radverkehrs- bzw. Rad- und Fußverkehrsanlagen.
- Falls die Verkehrssituation dies erfordert können Sie diese auch kurzfristig verlassen (bspw. um langsamere Radfahrende zu überholen)
- Bitte fahren Sie sicher und unfallfrei und gefährden Sie weder sich noch andere!

Ich werde Sie nach bestimmten Situationen bitten kurz anzuhalten und mir ein paar Fragen zu beantworten. Grundsätzlich können Sie nach jeder Fahrt Pause machen. Eine Fahrt dauert ca. 10 min. Falls Ihnen schlecht werden sollte, teilen Sie mir das bitte frühzeitig mit. Vielen Dank!

8.1.2.6 Instruktion Prüffahrten, Pedelec, Wahlfreiheit

„Sie haben nun 2 Prüffahrten absolviert. In den nächsten zwei Fahren können Sie sich selbst entscheiden, ob, wann und wie lange Sie die Radverkehrsanlage benutzen. Bedeutet: Sie können, aber müssen Sie in diesen Fahrten nicht benutzen.

Ihre Aufgaben sind:

- Den Navigationsansagen zu folgen
- Stellen Sie sich vor, sie fahren mit dem Rad zur Arbeit. Fahren Sie im Schnitt, wenn möglich, 25 km/h. Fahren Sie bitte zügig und so, dass es für Sie gerade noch bequem ist.
- Falls es die Verkehrssituation verlangt können Sie auch langsamer oder schneller fahren.
- Bitte fahren Sie sicher und unfallfrei und gefährden Sie weder sich noch andere!

Ich werde Sie nach bestimmten Situationen bitten kurz anzuhalten und mir ein paar Fragen zu beantworten. Grundsätzlich können Sie nach jeder Fahrt Pause machen. Eine Fahrt dauert ca. 10 min. Falls Ihnen schlecht werden sollte, teilen Sie mir das bitte frühzeitig mit. Vielen Dank!

8.1.3 Szenarienbemaßung

Tabelle 8.1.3-1 stellt die Fahrbahnquerschnitte bzw. Fahrbahnbreiten, die Anzahl und Position an Radfahrenden/ Zufußgehenden sowie deren Geschwindigkeit dar.

Tabelle 8.1.3-1: Fahrbahnquerschnitte

Szenario	KF [m]	TS [m]	RVA/ GRA [m]	n RF/FG links	n RF/FG rechts	v mot [m/s]	V rad/fg [m/s]
Radfahrstreifen, schmal	6,00	0,25	1,60	0	6	14	5
Radfahrstreifen, breit	6,00	0,25	2,25	0	6	14	5
Radweg, schmal	6,00	1,75	2,00	0	6	14	5
Radweg, breit	6,00	1,75	2,50	0	6	18	5
Geh- und Radweg, schmal	6,00	2	2,50	2	2	18	1,5
Geh- und Radweg, breit	6,00	2	3,00	2	2	14	1,5
Radschnellweg	-	-	4,00	2	2	-	5
Radvorrangroute	-	-	3,00	2	2	-	5
Engstelle mit zu Zufußgehenden	-	-	2,00	1	1	-	1,5
Engstelle mit Radfahrenden	-	-	2,00	2	0	-	5

Anmerkung: KF: Kernfahrbahn, TS: Trennstreifen/Grünstreifen, RVA: Radverkehrsanlage, GRA: Geh- und Radverkehrsanlage, RF: Radfahrende, FG: Zufußgehende, v mot: Geschwindigkeit motorisierter Verkehr (Kernfahrbahn), v rad/fg: Geschwindigkeit simulierter Radverkehr bzw. Zufußgehende.

Tabelle 8.1.3-2 stellt die Längen und Kurvenradien der Einzelszenarien, getrennt nach Fahrzeug, dar. Aufgrund geringerer Planungsgeschwindigkeit ist ein Teil der Szenarien in der Pedelec-Bedingung kürzer als in der S-Pedelec-Bedingung.

Tabelle 8.1.3-2: Längen und Kurvenradien

Szenario	Anfahrt Straße Länge, Radius, [m]		RVA/GRA Länge, Radius, [m]	
	S-Pedelec	Pedelec	S-Pedelec	Pedelec
Radfahrstreifen, schmal	500, 400	350, 400	600, -800	420, -800
Radfahrstreifen, breit	500, 400	350, 400	600, -800	420, -800
Radweg, schmal	500, 400	350, 400	600, -800	420, -800
Radweg, breit	400, -700	350, -700	600, -800	420, -800
Geh- und Radweg, schmal	400, -700	350, -700	270, -	270, -
Geh- und Radweg, breit	200, -	200, -	200, -	200, -
Radschnellweg	-	-	300, 250	300, 250
Radvorrangroute	-	-	300, 250	300, 250
Engstelle mit zu Zufußgehende	-	-	-80, -	-80, -
Engstelle mit Radfahrenden	-	-	-80, -	-80, -

Anmerkung: Negative Kurvenradien sind Linkskurven, positive Kurvenradien Rechtskurven

8.2 S-Pedelec-Akzeptanzanalyse

8.2.1 Stimulusmaterial für die Fokusgruppen



Abbildung 8.2.1-1: Stimulusbild zum Themenbereich Eingliederung schneller E-Bikes in Mischverkehr mit Autos, Quelle: <https://www.bosch-ebike.com/us/everyday>



Abbildung 8.2.1-2: Stimulusbilder zum Themenbereich Eingliederung schneller E-Bikes Radfahranlagen, Quellen von links nach rechts: https://auto.itheorie.ch/de/autotheory/2/slide/pa_015/radstreifen, <https://eagle-tours.de/>, <https://schweizmobil.ch/de/veloland>



Abbildung 8.2.1-3: Stimulusbild zum Themenbereich Eingliederung in Geh- und Radwege,
Quelle: <https://www.fahrradvien.at/2016/03/31/radwegebauprogramm-fuer-2016-praesentiert/>



Abbildung 8.2.1-4: Stimulusbild zum Themenbereich Geschwindigkeitsregulation und Überholvorgänge, Quelle: <https://blog.veloplus.ch/2022/01/06/neue-gesetze-fuer-e-bikes-in-der-schweiz/>



Abbildung 8.2.1-5: Stimulusbild zum Themenbereich geschützte Kreuzung (Bild gespiegelt um gängigen Rechtsverkehr abzubilden), Quelle <https://www.richmond-news.com/local-news/update-richmond-councillor-says-protected-bike-lanes-are-a-no-brainer-3114436>



Abbildung 8.2.1-6: Stimulusbilder zum Themenbereich Bauliche Gestaltungselemente, Quellen von links nach rechts: Salzburg Research, <https://ob-mh.adfc.de/artikel/sharrow>, Salzburg Research, <https://www.bicycling.com/news/a20020370/pre-fab-protected-bike-lanes/>



Abbildung 8.2.1-7: Stimulusbild zum Themenbereich Mitnahme von S-Pedelec im öffentlichen Verkehr, Quelle <https://company.sbb.ch/de/ueber-die-sbb/verantwortung/die-sbb-und-ihre-kunden/kundenstimme/projekte-und-erfolge/customer-journey-velo.html>



Abbildung 8.2.1-8: Stimulusbild zum Themenbereich Abstellplatz an Bahnhöfen, Quelle FHNW

8.2.2 Drehbuch der Fokusgruppen

Zeit	Aktivität	Begrüßung	Hilfsmittel/ Methode
17:00	Begrüßung	- Begrüßung zur Diskussionsrunde rund um das Thema S-Pedelec/schnelle E-Bikes. - Um Bedürfnisse von Verkehrsteilnehmenden rund um die Eingliederung von S-Pedelecs ins Verkehrssystem. - Vorstellung der Moderation Ziel dieser Fokusgruppe: - In der Fokusgruppe werden die Bedürfnisse von S-Pedelec-Nutzenden (schnelle E-Bikes mit Tretunterstützung bis 45km/h und Nummernschild) und weiteren Verkehrsteilnehmenden an bestehende und neue Verkehrsregeln sowie an die (Rad)Infrastruktur erhoben. Hierzu diskutieren die Teilnehmenden verschiedene mögliche Maßnahmen und Regelungen zur Erhöhung der Sicherheit von S-Pedelec-Fahrenden und anderen Verkehrsteilnehmenden. Ziel ist es, unterschiedliche Perspektiven auf Maßnahmen zur Integration von S-Pedelecs zu erfassen. Die Ergebnisse bilden eine Grundlage für die abschließenden Empfehlungen des Projekts. - Die Fokusgruppen sind Teil des Projekts SESPIN, das von der Hochschule für Angewandte Wissenschaften der FHNW mit Kooperationspartnern in Österreich und Deutschland durchgeführt wird. Die Studie wird von der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) finanziert. Info zum Ablauf: - Die Fokusgruppe dauert ca. 120 Minuten. Sie beinhaltet die Diskussion über verschiedene rechtliche Regelungen, Infrastruktur und Maßnahmen zur effizienten und sicheren Eingliederung von schnellen E-Bikes. In der Diskussion	Leitung Name Präsentation teilen Name Mural-Link posten Name Aufnahme Name Technische Unterstützung Name Protokollierung Name

		steht stets die eigene, subjektive Einschätzung im Vordergrund; es gibt <u>keine</u> richtigen oder falschen Antworten. - Die Fokusgruppe besteht aus folgenden Teilen: ➤ Begrüßung ➤ Warm-up ➤ Diskussion über rechtliche Regelungen, ➤ Abschluss - Vor allem im Diskussionsteil geht es darum, dass eine Diskussion untereinander entsteht. Eure Meinung ist uns wichtig. - Online-Meetings haben viele Vorteile. Datenschutz Sie haben alle die Einverständniserklärung erhalten. Rücktritt von der Teilnahme oder Widerrufen der Einwilligung ▪ Die Teilnahme an der Fokusgruppe ist freiwillig. Sie haben während der Fokusgruppe jederzeit das Recht, von der Teilnahme zurückzutreten, ohne dafür einen Grund anzugeben. Ein Abbruch der Fokusgruppe hat keinerlei Nachteile für Sie zur Folge. Sie haben ebenfalls das Recht, Ihre Einwilligung während der Fokusgruppe zu widerrufen. Aufnahmen und Datenauswertung ▪ Die Fokusgruppen werden aufgezeichnet und in Schriftform gebracht. Für die weitere wissenschaftliche Auswertung des Textes werden alle Angaben, die zu einer Identifizierung der Person führen könnten, verändert oder aus dem Text entfernt. Datenschutz, Vertraulichkeit und zukünftige Nutzung ▪ Die im Rahmen des Interviews gesammelten Daten werden nur für diese Studie genutzt. Sie räumen den Projektverantwortlichen das längerfristige Nutzungsrecht Ihrer Daten zu Forschungszwecken ein. Dies umfasst das Recht auf Bearbeitung und Auswertung von Daten sowie Darstellung, Berichterlegung und Publikationen von Ergebnissen im Rahmen des Forschungsprojektes.	
--	--	---	--

		▪ Informationen zu Ihrer Identität (persönliche Daten z.B. Name, Emailadresse) werden vertraulich behandelt, nicht publiziert, nicht an Dritte weitergegeben und nach Abschluss der Studie gelöscht. Ihre Daten werden in anonymisierter Form sicher aufbewahrt und ausgewertet. Es sind keinerlei Rückschlüsse auf Ihre Person möglich. - Zu Beginn TN zusichern, dass ihre Aussagen nur in anonymisierter Form weiterverwendet werden - Wir würden die Diskussion per Du führen. Passt das für alle?	
17:05	Warm-up	Vorstellungsrunde: • S-Pedelec-Gruppe: Jetzt kommt kurz eine Vorstellungsrunde. • Stellt euch gerne mit Namen vor, welches schnelle E-Bike besitzt und wofür ihr euer schnelles E-Bikes nutzt. ? ▪ Weitere Verkehrsteilnehmende: Jetzt kommt kurz eine Vorstellungsrunde. Stellt euch gerne mit Namen vor und nennt mit welchen Verkehrsmitteln ihr im Alltag unterwegs seid. NUR Weitere Verkehrsteilnehmende: Definition von schnellem S-Pedelecs: Inhalt Folie 7 In dieser Fokusgruppe geht es verschiedene Maßnahmen und Regelungen zu S-Pedelecs.	PPP Folie 3 und 5
		Zum Einstieg • Welches Potential und welche Herausforderungen seht ihr mit schnellen E-Bikes/S-Pedelec im Verkehrsalltag?	PPP Folie 8
	Hauptteil Übersicht	Fragekomplexe Übersicht 1. Regeln im Straßenverkehr 2. Infrastruktur 3. Verkehrsrechtliche Regelungen (Halter) 4. Prävention und Sensibilisierung	
17:15	Regeln im Straßenverkehr	Einstieg allgemein in Regeln im Straßenverkehr	PPP Folien 9 vielleicht

	Überblick	- In diesem Themenblock geht es darum, wo schnelle E-Bikes/ S-Pedelec fahren dürfen und warum. - In CH, DE, AT bestehen unterschiedliche Regelungen. - Beispielsweise ist die Nutzung von Fahrradinfrastruktur in CH obligatorisch für S-Pedelecs. In DE und AT teilen sich S-Pedelec-Fahrende in der Regel Straßeninfrastruktur mit Autos und anderen motorisierten Fahrzeugen. - Andere Länder, wie NL und BE verfügen über eine fortgeschrittenere Fahrradinfrastruktur. Dies war ein kurzer Überblick. - Die folgende Diskussion möchten wir allerdings unabhängig von den bestehenden Regeln führen.	
		Wir besprechen als erstes Regeln im Straßenverkehr. Hier geht es darum, wo schnelle E-Bikes/ S-Pedelec fahren dürfen. NÄCHSTE FOLIE	PPP Folie 10 - 14
17:17	Regeln im Straßenverkehr mit Mural	Anleitung Mural - Als Erstes verschaffen wir uns einen Überblick über wichtige Fragen in diesem Themenblock Regeln im Straßenverkehr. - Dafür nutzen wir Mural. - Hier bitte ich euch verschiedene Fragen zu beurteilen: A. Wie würdet ihr es finden, wenn S-Pedelecs im Mischverkehr, also auf der Straße mit Autos etc. fahren müssten? B. Wie würdet ihr es finden, wenn S-Pedelecs auf Radfahranlagen, also mit anderen Fahrrädern fahren müssten? C. Wie würdet ihr es finden, wenn S-Pedelec gemischte Geh und Radwege mit anderen Fußgänger*innen nutzen würden? - Für die Beurteilung findet ihr oben Fahrrad-Piktogramme. - Jede Person hat eine eigene Farbe. Welche Farbe ihr habt, seht ihr in der Liste rechts oben. - Bitte beurteilt jede Frage danach ob ihr sie für nicht gut oder sehr gut haltet. - Bzw. für wie fair ihr sie für Fahrer*innen von schnellen E-Bikes/ S-Pedelec und	Mural-Link erst nach Einführung posten

		andere Verkehrsteilnehmende haltet – überhaupt nicht fair oder sehr fair. - Bitte klickt auf den Link .	
17:20	Regeln im Straßenverkehr Mischverkehr mit Autos	Einleitung - Eingliederung S-Pedelec in Mischverkehr mit Autos Nun fokussieren wir uns auf die erste Frage betreffend dem Mischverkehr mit dem Auto und starten gleich die Diskussion. (A. Wie würdet ihr es finden, wenn S-Pedelecs im Mischverkehr , also auf der Straße mit Autos etc. fahren müssten?) - Möchte vielleicht die Person die ihr Piktogramm weit ... links rechts gesetzt hat, anfangen?	Mural erste Frage zeigen
17:25		Offene Diskussion zu Eingliederung S-Pedelec in Mischverkehr mit Autos - Warum würdet ihr diese Regelung positiv sehen? Warum negativ? - Für wen ist die Regelung fair und für wen vielleicht nicht? Nachfragen zu Bedingungen: - Welche Rolle spielt es, wenn die <u>Regelung</u> nur für innerorts / außerorts gilt? - Welche Rolle spielt das <u>Verkehrsaufkommen</u> für eure Beurteilung? - Welche Rolle spielt die <u>Geschwindigkeit</u> für Eure Beurteilung? Vertiefungsfragen Akzeptanz: - Würde sich ein typischer S-Pedelec-Fahrender daranhalten? - Welche Vor- oder Nachteile hat diese Regelung für Euch als Fahrradfahrende / Fußgänger*in / Autofahrer*in ? - Welche Vor- und Nachteile hat diese Regelung für S-Pedelec-Fahrende ? - Welche Vor- und Nachteile hat diese Regelung für die Verkehrssicherheit allgemein? - Ist es eine gerechte Regelung? - Welche Risiken und Chancen hätte Regelung? - S-Pedelecs: Würdet Ihr das nutzen?	Wir bleiben auf Mural.
17:35	Regeln im Straßenverkehr	Einleitung	Wir bleiben auf Mural.

	Nutzung von Radfahranlagen	Als nächsten Punkt besprechen wir die Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen (Fahrradstreifen oder Fahrradwege). Hierzu teilen wir nochmals das Mural-Board, damit wir gemeinsam sehen, wo die Gruppe die Nutzung von Radfahranlagen sieht. - Hier lautete die Frage: B. Wie würdet ihr es finden, wenn S-Pedelecs auf Radfahranlagen, also mit anderen Fahrrädern fahren müssten? (M2) - Möchte vielleicht die Person die ihr Piktogramm weit ... links rechts gesetzt hat, anfangen?	
17:37		Offene Diskussion zu Eingliederung S-Pedelec in (Fahrradstreifen oder Fahrradwege) Radfahranlagen? - Warum würdet ihr diese Regelung positiv sehen? Warum negativ? - Für wen ist die Regelung fair und für wen vielleicht nicht? Fragen nach Bedingungen: - Was denkt ihr über eine Geschwindigkeitsbeschränkung auf diesen Wegen? (M3) - Gibt es einen Unterschied je nach Art (Fahrradweg und -streifen) - Wie steht ihr dazu, wenn schnelle E-Bikes/ S-Pedelec auch wie Fahrräder die Erlaubnis zur Durchfahrt von Einbahnstraßen haben? (M5) - Welche Rolle spielt es, wenn die Regelung nur für innerorts / außerorts gilt? - Welche Rolle spielt das Verkehrsaufkommen für eure Beurteilung? Vertiefungsfragen Akzeptanz: - Würde sich ein typischer S-Pedelec-Fahrender daranhalten? - Welche Vor- oder Nachteile hat diese Regelung für Euch als Fahrradfahrende / Fußgänger*in / Autofahrer*in? - Welche Vor- und Nachteile hat diese Regelung für s-Pedelec-Fahrende?	

		- Welche Vor- und Nachteile hat diese Regelung für die Verkehrssicherheit allgemein? - Ist es eine gerechte Regelung? - Welche Risiken und Chancen hätte Regelung? Z.B. Überholen?	
17:47	Regeln im Straßenverkehr Nutzung von Geh- und Radwegen (falls in Zeitnot diesen Punkt streichen oder kürzen)	Einleitung Als nächsten Punkt besprechen wir die Nutzung von Geh- und Radwegen. Hierzu teilen wir nochmals das Mural-Board, damit wir gemeinsam sehen, wo die Gruppe die Nutzung von Radfahranlagen sieht. - Hier lautete die Frage: C. Wie würdet ihr es finden, wenn S-Pedelec Geh- und Radwegen mit anderen Fußgänger*innen nutzen würden? - Möchte vielleicht die Person die ihr Piktogramm weit ... links rechts gesetzt hat, anfangen?	Wir bleiben auf Mural.
17:50		Offene Diskussion zu Eingliederung S-Pedelec in gemischten Geh- und Radwegen - Warum würdet ihr diese Regelung positiv sehen? Warum negativ? - Für wen ist die Regelung fair und für wen vielleicht nicht? Fragen nach Bedingungen: - Welche Rolle spielt es, wenn die Regelung nur für innerorts / außerorts gilt? - Welche Rolle spielt das Verkehrsaufkommen für eure Beurteilung? - Welche Rolle spielt die Geschwindigkeit für Eure Beurteilung? Vertiefungsfragen Akzeptanz: - Würde sich ein typischer S-Pedelec-Fahrender daranhalten? - Welche Vor- oder Nachteile hat diese Regelung für Euch als Fahrradfahrende / Fußgänger*in / Autofahrer*in? - Welche Vor- und Nachteile hat diese Regelung für s-Pedelec-Fahrende? - Welche Vor- und Nachteile hat diese Regelung für die Verkehrssicherheit allgemein? - Ist es eine gerechte Regelung?	

		- Welche Risiken und Chancen hätte Regelung?	
17:55	Regeln im Straßenverkehr – Wahlfreiheit (Falls noch nicht besprochen)	Einleitung Bisher haben wir darüber diskutiert, wo ein schnelles E-Bike/ S-Pedelec fahren darf. Offene Diskussion/ Abschluss zu Wahlfreiheit Wie wäre es, wenn für schnelle E-Bikes/ S-Pedelec eine Wahlfreiheit besteht. Das heißt, dass sie frei wählen dürfen, wo sie fahren - auf Radweg/-anlage oder Straßen. Der S-Pedelec-Fahrer*in hätte auch selbst die Verantwortung sich an die Infrastruktur und das Verkehrsaufkommen anzupassen. - Was wären die Vor- und Nachteile? - Für wen ist die Regelung fair und für wen vielleicht nicht? Vertiefungsfragen Akzeptanz: - Wie würde sich ein typischer S-Pedelec-Fahrender verhalten? - Welche Vor- oder Nachteile hat diese Regelung für Euch als Fahrradfahrende / Fußgänger*in / Autofahrer*in? - Welche Vor- und Nachteile hat diese Regelung für s-Pedelec-Fahrende? - Welche Vor- und Nachteile hat diese Regelung für die Verkehrssicherheit allgemein? - Ist es eine gerechte Regelung? Welche Risiken und Chancen hätte Regelung?	Wir bleiben auf Mural.
18:00	Regeln im Straßenverkehr Geschwindigkeit	Einleitung Bis jetzt haben wir die Eingliederung von S-Pedelec in unterschiedliche Verkehrsanlagen besprochen. Nun geht es um Maßnahmen der Geschwindigkeitsregulation ganz spezifisch.	
18:01		Maßnahmen zur Geschwindigkeitsregulation/ Überholvorgänge - Anleitung Mural 2 - Wir nutzen nochmals Mural.	Mural Erst die Einführung machen und dann

		- Nun geht gerne zum zweiten Feld. Hier steht eine einzelne Frage. Diese lautet: D. Wie würdet ihr es finden, wenn man in die Geschwindigkeitsregulation von S-Pedelecs eingreift? - Für die Beurteilung nutzt bitte wieder die Fahrrad-Piktogramme. - Bitte beurteilt die Frage wieder danach, ob ihr sie für nicht gut oder sehr gut haltet. - Bzw. für wie fair ihr sie für Fahrer*innen von schnellen E-Bikes/ S-Pedelec und andere Verkehrsteilnehmende haltet – überhaupt nicht fair oder sehr fair. - Bitte klickt auf den Link.	erst den Link posten
18:05		Einstiegsfrage Alle Teilnehmenden haben ihr Piktogramm gesetzt. Nun diskutieren wir die Frage: D. Wie würdet ihr es finden, wenn man in die Geschwindigkeitsregulation von S-Pedelecs eingreift? - Wer möchte beginnen?	
18:07		Offene Diskussion zu Geschwindigkeitsregulation Vertiefungsfragen Bedingungen: - Was denkt ihr darüber, wenn man die Geschwindigkeit bei Überholvorgang verpflichtend reduzieren muss? (M4) - Was denkt ihr darüber, wenn eine Geschwindigkeitskontrolle automatisch in bestimmten Bereichen, bspw. innerorts, durch einen Chip erfolgt? (M6) Vertiefungsfragen Akzeptanz: - Würde sich ein typischer S-Pedelec-Fahrender daranhalten? - Welche Vor- oder Nachteile hat diese Regelung für Euch als Fahrradfahrende / Fußgänger*in / Autofahrer*in? - Welche Vor- und Nachteile hat diese Regelung für s-Pedelec-Fahrende? - Welche Vor- und Nachteile hat diese Regelung für die Verkehrssicherheit allgemein? - Ist es eine gerechte Regelung? - Welche Risiken und Chancen hätte Regelung?	

18:15	Infrastruktur und bauliche Maßnahmen - Kreuzungen	Einleitung Als nächstes besprechen wir die Infrastruktur und baulichen Maßnahmen. Hier werden wir zwei Bereiche genauer betrachten: - Gestaltung von Kreuzungen - Bodenmarkierungen, Signalisierungen und bauliche Trennung von Radwegen	
18:16		Kreuzungen Erklärung der PPP-Folie: - Auf der Folie sieht man eine geschützte Kreuzung. (M9) - Die geschützte Kreuzung rechts verfügt über ein sicherheits-erhöhendes Design für Radfahrende, besonders für Abbiege- und Überquerungs-Situationen. - Farblich abgesetzte Bodenflächen; bauliche Erhebungen (Bodenniveau) erhöhen die Sicherheit Vertiefungsfragen Bedingungen: - Welche Vor- und Nachteile seht ihr bei diesen Kreuzungen? Vertiefungsfragen Akzeptanz - Würde sich ein typischer S-Pedelec-Fahrender daranhalten? - Welche Vor- oder Nachteile hätte diese Kreuzung für Euch als Fahrradfahrende / Fußgänger*in / Autofahrer*in? - Welche Vor- und Nachteile entstehen für S-Pedelec-Fahrende? - Welche Vor- und Nachteile hat diese Regelung für die Verkehrssicherheit allgemein? - Ist es eine gerechte Regelung? - Welche Risiken und Chancen hätte Regelung?	PPP-Folie Nr 19
18:21	Infrastruktur und bauliche Maßnahmen – sonstige (bauliche) Gestaltungselemente	Sonstige (bauliche) Gestaltungselemente, wie Bodenmarkierungen, Signalisierungen und bauliche Trennung von Radwegen Erklärung der PPP-Folie: Hier sieht man - Baulich geschützte Radstreifen - Bodenbegrenzungen, wie bspw. Noppen, Stufen	PPP-Folie Nr 20

		- S-Pedelec-Piktogramm/Sharrows-Piktogramm - Überholkorridore bei engen Fahrbahnen - Farbliche Kennzeichnung von Radwegen und Knotenpunkten Vertiefungsfragen Bedingungen: - Welche baulichen Gestaltungselemente erscheinen euch als Fahrende schneller E-Bikes/ S-Pedelec hilfreich um die Sicherheit zu erhöhen? - Welche Vor- und Nachteile seht ihr? Vertiefungsfragen Akzeptanz - Würde sich ein typischer S-Pedelec-Fahrender daranhalten? - Welche Vor- oder Nachteile hätten diese Elemente für Euch als Fahrradfahrende / Fußgänger*in / Autofahrer*in? - Welche Vor- und Nachteile entstehen für S-Pedelec-Fahrende? - Welche Vor- und Nachteile hat diese Regelung für die Verkehrssicherheit allgemein? - Ist es eine gerechte Regelung?	
18:30	Regelungen für die S-Pedelecs-Halter*innen oder fahrende Personen	Einleitung Als nächstes besprechen Regelungen für die S-Pedelecs-Halter*innen oder fahrende Personen.	
18:31	Mitnahme im öffentlichen Verkehrs	S-Pedelec-Fahrende: Einstiegsfrage - Welche Erfahrungen habt ihr insgesamt rund um die Haltung von S-Pedelecs? Spezifische Frage zur Mitnahme - Welche Vorteile und Nachteile hat die Mitnahme von S-Pedelec im öffentlichen Verkehrs (Zug)? - Welche Regelungen empfindet ihr als sinnvoll/ nicht sinnvoll? Andere Verkehrsteilnehmende: • Es wird diskutiert, ob die Mitnahme von S-Pedelecs in öffentlichen Verkehrsmitteln zugelassen sein soll. Welche Vor- und Nachteile würdet ihr sehen? Fragen zur Akzeptanz - Würde sich ein typischer S-Pedelec-Fahrender daranhalten?	PPP Folie 22

		- Welche Auswirkungen hätte die Regelung auf euch selbst und andere Verkehrsteilnehmende? (Bedingung für Akzeptanz: individuell/Bedingung für Akzeptanz: kollektiv) - Welche Verkehrsteilnehmenden würden von der Regelung XY profitieren? (Wahrgenommene Fairness der Verteilung der Auswirkungen) - Welche Risiken und Chancen hätte Regelung XY? (Positive Risiko-Nutzen-Bilanz) - (nachfragen, falls nicht verstanden: Welche Vorteile hätte XY? Welche Nachteile seht ihr für XY?)	
18:40	Regelungen für die S-Pedelecs-Halter*innen oder fahrende Personen Abstellanlagen	S-Pedelec-Fahrende: - Welche Erfahrung habt ihr mit Abstellanlagen an Haltestellen des öffentlichen Verkehrs (Zug)? - Welche Regelungen empfindet ihr als sinnvoll/ nicht sinnvoll? Weitere Verkehrsteilnehmende: - Ebenfalls wird diskutiert, ob S-Pedelecs bei den Abstellanlagen bei Haltestellen des öffentlichen Verkehrs abgestellt werden dürfen. Welche Vor- und Nachteile würdet ihr sehen? Fragen zur Akzeptanz - Würde sich ein typischer S-Pedelec-Fahrender daranhalten? - Welche Auswirkungen hätte die Regelung auf euch selbst und andere Verkehrsteilnehmende? (Bedingung für Akzeptanz: individuell/Bedingung für Akzeptanz: kollektiv) - Welche Verkehrsteilnehmenden würden von der Regelung XY profitieren? (Wahrgenommene Fairness der Verteilung der Auswirkungen) - Welche Risiken und Chancen hätte Regelung XY? (Positive Risiko-Nutzen-Bilanz) - (nachfragen, falls nicht verstanden: Welche Vorteile hätte XY? Welche Nachteile seht ihr für XY?)	PPP Folie 27
18:48		Einleitung	

	Prävention und Sensibilisierung - Fahrsicherheitstraining	Als letztes Thema besprechen wir Prävention und Sensibilisierung.	
18:49		Hier steigen wir auch gleich direkt in die Diskussion ein: - Was haltet ihr von einem Fahrsicherheitstraining für S-Pedelec-Fahrende? - Sollte dieses eine rechtliche Aufklärung beinhalten? Fragen zur Akzeptanz - Würde ein typischer S-Pedelec-Fahrender ein Training machen?	
18:54		Abschlussrunde: - Welche Maßnahme für schnelle E-Bikes/ S-Pedelec ist aus Eurer Sicht die wichtigste für die Verkehrssicherheit?	
18:58		Debriefing VERTRAULICH - In diesem Projekt geht es um die sichere und effiziente Eingliederung von S-Pedelecs in die Verkehrsinfrastruktur. - Das Projekt besteht aus mehreren Teilbereichen, u.a. diese Fokusgruppen. - Insgesamt machen wir Fokusgruppen mit S-Pedelec-Fahrenden und anderen Verkehrsteilnehmenden, wie Fußgänger*innen, Autofahrer*innen und Fahrradfahrer*innen. - Ziel ist die Erhebung der Akzeptanz von Regelungen und Infrastruktur von verschiedenen Verkehrsteilnehmenden. - Die Fokusgruppen ermöglichen uns einen direkten Einblick in diese verschiedenen Perspektiven zu erhalten. - Die Erkenntnisse fließen in Empfehlungen für Gesetzgebende ein. - Nachhaltigkeit der Nutzung der S-Pedelec - Sicherheit Incentivierung - Ihr alle habt eine E-Mail erhalten. Im Anschluss werden wir euch das Geld überweisen/twinten. Wir bitten euch uns umgehend die Quittung zuzustellen.	

Total

Total
A

Total
SP

Total
DE

Total
CH

Total
AT

DE
A

DE
SP

CH
A

Alter



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr



Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Strassen ASTRA



18 - 29 Jahre	287	100%	99	34%	188	66%	107	23%	84	16.3%	96	19.9%	31	18.7%	76	25.3%	33	14.4%	51	17.8%	35	16.7%	61	22.3%
30 - 44 Jahre	437	100%	148	34%	289	66%	142	30.5%	158	30.7%	137	28.4%	42	25.3%	100	33.3%	57	24.9%	101	35.3%	49	23.4%	88	32.2%
45 - 59 Jahre	489	100%	200	41%	289	59%	144	30.9%	185	35.9%	160	33.2%	54	32.5%	90	30%	72	31.4%	113	39.5%	74	35.4%	86	31.5%
60 Jahre und älter	250	100%	157	63%	93	37%	73	15.7%	88	17.1%	89	18.5%	39	23.5%	34	11.3%	67	29.3%	21	7.3%	51	24.4%	38	13.9%
Geschlecht																								
Frau	782	100%	305	39%	477	61%	234	50.2%	300	58.3%	248	51.5%	77	46.4%	157	52.3%	130	56.8%	170	59.4%	98	46.9%	150	54.9%
Mann	681	100%	299	44%	382	56%	232	49.8%	215	41.7%	234	48.5%	89	53.6%	143	47.7%	99	43.2%	116	40.6%	111	53.1%	123	45.1%
Erwerbstätigkeit																								
Erwerbstätig	1000	100%	347	35%	653	65%	326	70%	347	67.4%	327	67.8%	97	58.4%	229	76.3%	131	57.2%	216	75.5%	119	56.9%	208	76.2%
Ausbildung	84	100%	28	33%	56	67%	32	6.9%	25	4.9%	27	5.6%	9	5.4%	23	7.7%	6	2.6%	19	6.6%	13	6.2%	14	5.1%
Erwerbstätig und in Ausbildung	48	100%	18	38%	30	63%	12	2.6%	16	3.1%	20	4.1%	5	3%	7	2.3%	6	2.6%	10	3.5%	7	3.3%	13	4.8%
Nicht erwerbstätig	331	100%	211	64%	120	36%	96	20.6%	127	24.7%	108	22.4%	55	33.1%	41	13.7%	86	37.6%	41	14.3%	70	33.5%	38	13.9%
Besitz																								
Fahrrad	942	100%	244	26%	698	74%	303	65%	323	62.7%	316	65.6%	61	36.7%	242	80.7%	94	41%	229	80.1%	89	42.6%	227	83.2%
E-Bike	392	100%	42	11%	350	89%	124	26.6%	137	26.6%	131	27.2%	11	6.6%	113	37.7%	17	7.4%	120	42%	14	6.7%	117	42.9%
S-Pedelec	288	100%	28	10%	260	90%	95	20.4%	96	18.6%	97	20.1%	6	3.6%	89	29.7%	7	3.1%	89	31.1%	15	7.2%	82	30%
Auto	1096	100%	427	39%	669	61%	358	76.8%	394	76.5%	344	71.4%	115	69.3%	243	81%	176	76.9%	218	76.2%	136	65.1%	208	76.2%

8.2.3 Länderspezifische Ergebnisse der Akzeptanzanalyse auf Basis der Fokusgruppen

Die Ergebnisse zur Akzeptanz auf Basis der Fokusgruppen werden in Themenbereiche und Länder gegliedert. Die Ergebnisse zu den gesetzlichen Regelungen werden entlang der Themenbereiche Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV, Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen, Eingliederung von S-Pedelecs in Geh- und Radwege, Wahlfreiheit und Geschwindigkeitsreduktion dargelegt. Weiter werden die Ergebnisse zu Infrastruktur und bauliche Maßnahmen, Regelungen für S-Pedelec-Haltende sowie Prävention und Sensibilisierung zusammengefasst. Bei der Zusammenfassung der Ergebnisse wird differenziert nach Faktoren, welche von S-Pedelec-Fahrenden oder von anderen Verkehrsteilnehmenden genannt wurden. Am Ende jedes Themenbereichs wird ein länderübergreifendes Fazit gezogen. Das Ergebniskapitel zur Akzeptanzanalyse auf Basis der Fokusgruppen schließt mit einer Zusammenfassung ab.

8.2.3.1 Gesetzliche Regelungen: Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit dem MIV

Dieser Abschnitt umfasst die Akzeptanzfaktoren in Zusammenhang mit der Eingliederung von S-Pedelec-Fahrenden in den Mischverkehr auf der Straße, welche vorwiegend von weiteren motorisierten Fahrzeugen (Autos, Lastwagen, Busse, etc.) genutzt wird.

8.2.3.1.1 Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr – Deutschland

Die Eingliederung von S-Pedelecs in den Straßenverkehr ermöglicht aus Sicht der S-Pedelec-Fahrenden ein effizientes „Vorwärtskommen“ und das Mitfließen mit dem Straßenverkehr (TN DE S3 „*Im innerstädtischen Verkehrsfluss ist es sehr angenehm mit Autos mitzufahren und effizient vorwärtszukommen. Radwege sind oft überfüllt*“). Die Einführung von Wahlfreiheit wird im Kontext der Eingliederung in den Straßenverkehr ebenfalls von S-Pedelec-Fahrenden genannt und befürwortet, siehe Tabelle 8.2.3-1). Als herausfordernd in Bezug auf das Mitfließen im Straßenverkehr wird jedoch der Stop-and-go-Verkehr beschrieben. Ebenfalls werden die Konflikte mit Autofahrenden und die erhöhte Gefahr, bspw. aufgrund der erhöhten Geschwin-

digkeit, insbesondere außerorts gesehen. S-Pedelec-Fahrende beschreiben Ausweichhandlungen, wie die unerlaubte Nutzung von Radfahranlagen, aufgrund der erhöhten Gefahrenwahrnehmung.

In der Fokusgruppe der weiteren Verkehrsteilnehmenden wird die Eingliederung von S-Pedelecs in den Straßenverkehr aufgrund der engen Dimensionierung von Radfahranlagen innerorts als positiv bewertet (siehe Tabelle 8.2.3-1): Es bleibt mehr Platz für die Radfahrenden. Jedoch werden auch von den weiteren Verkehrsteilnehmenden Konflikte mit Autofahrenden und eine erhöhte Gefahr von allen Verkehrsteilnehmenden im Straßenverkehr wahrgenommen (TN DE V5 *„Ich fände es nicht so fair, weil der Straßenverkehr, auch auf einem Fahrrad das schnell fährt, ziemlich gefährlich ist. Gefahr [besteht] für Autos, aber auch für S-Pedelecs.“*).

Tabelle 8.2.3-1: Eingliederung in den Mischverkehr – Deutschland

Zusammenfassung S-Pedelec-Fahrende	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung, da innerorts effizientes Vorwärtskommen/Mitfließen möglich	- positive Bewertung innerorts, da Fahrradwege zu eng
Negative Faktoren: - negative Bewertung innerorts, da Stop-and-go-Verkehr das Mitfließen erschwert - aufgrund negativer Gefahrenwahrnehmung erfolgt Ausweichen auf Radfahranlagen - negative Bewertung außerorts, da Konflikte mit Autofahrenden auftreten - negative Bewertung außerorts, da erhöhte Gefahr wahrgenommen wird -	- negative Bewertung außerorts, da Konflikte mit Autofahrenden auftreten - negative Bewertung außerorts, da erhöhte Gefahr für alle Verkehrsteilnehmenden wahrgenommen wird
Akzeptanzfördernde Kriterien: - Geringe Geschwindigkeitsdifferenzen: Akzeptanz für innerorts - Geschwindigkeitsbegrenzungen für S-Pedelecs innerorts auf 30 km/h	- Verkehrsaufkommen ist zu berücksichtigen

Zusammenfassend wird die Eingliederung in den Straßenverkehr aufgrund der Gefährdung durch die erhöhte Geschwindigkeit und dem Konfliktpotential mit anderen Verkehrsteilnehmenden insbesondere außerorts negativ beurteilt. Die Eingliederung in den Straßenverkehr innerorts wird als positiver beurteilt, da der Geschwindigkeitsunterschied zwischen S-Pedelec und weiteren Verkehrsteilnehmenden als gering wahrgenommen wird.

Als Zusatzkriterien für die Gestaltung der Regelung wird eine Geschwindigkeitsbegrenzung genannt.

8.2.3.1.2 Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr – Österreich

S-Pedelec-Fahrende sehen in der Eingliederung von S-Pedelecs in den Straßenverkehr die Chance im Straßenverkehr innerorts mitzufließen (siehe Tabelle 8.2.3-2). Die Maßnahme wird ebenfalls in Zusammenhang mit einer Flächengerechtigkeit für Fahrräder oder der Nutzung im Rahmen einer Wahlfreiheit befürwortet. Als herausfordernd werden die Konflikte mit Autofahrenden und die Gefahr durch die erhöhte Geschwindigkeit außerorts beschrieben. Weiter wird eine falsche Geschwindigkeitseinschätzung des S-Pedelec durch Autofahrende wahrgenommen. Es wird angenommen, dass Autofahrende S-Pedelec als Fahrrad wahrnehmen und dessen Geschwindigkeit in der Folge unterschätzen. In der Folge wird von S-Pedelec-Fahrenden das unerlaubte Ausweichen auf Radfahranlagen beschrieben. Tabelle 8.2.3-2 zeigt die Hauptaussagen der zwei Fokusgruppen aus Österreich.

Für weitere Verkehrsteilnehmende spricht die niedrige Geschwindigkeit innerorts für eine Eingliederung von S-Pedelecs in den Straßenverkehr, da sie das Mitfließen ermöglicht. Als negative Aspekte der Eingliederung von S-Pedelecs in den Straßenverkehr außerorts werden wiederum Konflikte mit Autofahrenden, eine erhöhte Gefährdung der S-Pedelec-Fahrenden und eine fehlerhafte Geschwindigkeitseinschätzung, wie sie auch von S-Pedelec-Fahrenden beschrieben wurde, genannt (siehe Tabelle 8.2.3-2).

Zusammenfassend ist die Eingliederung in den Straßenverkehr für die Teilnehmenden beider Fokusgruppen in Österreich innerorts vorstellbar. Eine Eingliederung außerorts wird aufgrund der Gefährdung von S-Pedelec-Fahrenden, Konflikten mit Autofahrenden und der fehlerhaften Geschwindigkeitseinschätzung der S-Pedelecs von Seiten Autofahrenden kritisch beurteilt. Zusätzliche akzeptanzfördernde Kriterien sind bei Überholmanövern zu berücksichtigen.

Tabelle 8.2.3-2: Eingliederung in den Mischverkehr – Österreich

Zusammenfassung S-Pedelec-Fahrende	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Akzeptanzfaktoren: - positive Bewertung innerorts, da effizientes Vorwärtskommen/Mitfließen möglich ist - positive Bewertung aufgrund Flächengerechtigkeit für Fahrräder - positive Bewertung bei Wahlfreiheit Negative Akzeptanzfaktoren: - negative Bewertung aufgrund fehlerhafter Geschwindigkeitseinschätzung der S-Pedelecs durch andere Verkehrsteilnehmende - aufgrund negativer Wahrnehmung erfolgt Ausweichen auf Fahrradinfrastruktur - negative Bewertung außerorts, da Konflikte mit Autofahrenden auftreten - negative Bewertung außerorts, da erhöhte Gefahr wahrgenommen wird - Akzeptanzfördernde Kriterien: - Gefahr insbesondere bei Überholmanövern	- positive Bewertung innerorts, da aufgrund niedriger Geschwindigkeit der Autos Mitfließen möglich ist - negative Bewertung aufgrund fehlerhafter Geschwindigkeitseinschätzung der S-Pedelecs durch andere Verkehrsteilnehmenden - Erhöhte Verletzungsgefahr bei S-Pedelec-Fahrenden - negative Bewertung außerorts, da Konflikte mit Autofahrenden auftreten - negative Bewertung außerorts, da erhöhte Gefahr wahrgenommen wird -

8.2.3.1.3 Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr – Schweiz

Für S-Pedelec-Fahrende in der Schweiz überwiegen die negativen Akzeptanzfaktoren gegenüber den positiven Akzeptanzfaktoren in Bezug auf die Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr (siehe Tabelle 8.2.3-3). Eine Eingliederung wäre hauptsächlich innerorts vorstellbar. Gegen eine Eingliederung in den Straßenverkehr außerorts sprechen Konflikte mit Autofahrenden und die Gefährdung aufgrund des Geschwindigkeitsunterschieds zwischen S-Pedelecs und Autos, sowie die fehlerhafte Geschwindigkeitseinschätzung der S-Pedelecs durch andere Verkehrsteilnehmende. S-Pedelec-Fahrende in der Schweiz antizipieren, dass sie bei verpflichtender Eingliederung in den Straßenverkehr auf die Radfahranlagen ausweichen würden.

Weitere Verkehrsteilnehmende bewerten die Eingliederung von S-Pedelecs innerorts positiv, da ein Mitfließen mit dem Verkehr möglich ist. Als riskant wird die Eingliederung außerorts beschrieben, da der Geschwindigkeitsunterschied zu anderen Verkehrsteilnehmenden zu einer erhöhten Gefährdung und Stresserleben der S-Pedelec-Fahrenden führt. Eine Zusammenfassung der Hauptaussagen ist in Tabelle 8.2.3-3 dargestellt.

Tabelle 8.2.3-3: Eingliederung in den Mischverkehr – Schweiz

Zusammenfassung S-Pedelec-Fahrende	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Akzeptanzfaktoren: - positive Einstellung, wenn innerorts	- positive Bewertung innerorts, da aufgrund niedriger Geschwindigkeit Mitfließen möglich
Negative Akzeptanzfaktoren: - negative Bewertung aufgrund fehlerhafter Geschwindigkeitseinschätzung der S-Pedelecs durch andere Verkehrsteilnehmenden - aufgrund negativer Wahrnehmung erfolgt Ausweichen auf Fahrradinfrastruktur - negative Bewertung außerorts, da Konflikte mit Autofahrenden auftreten - negative Bewertung außerorts, da erhöhte Gefahr wahrgenommen wird -	- negative Bewertung aufgrund erhöhtem Stresserleben der S-Pedelec-Fahrenden durch Geschwindigkeit - negative Bewertung außerorts, da erhöhte Gefahr für S-Pedelec-Fahrende wahrgenommen wird
Akzeptanzfördernde Kriterien: —	- Eingliederung in Mischverkehr nur möglich für geübte S-Pedelec-Fahrende - Gefahr insbesondere bei Überholmanövern

Zusammenfassend wird die Eingliederung in den Straßenverkehr in der Schweiz innerorts eher positiv gesehen. Die Eingliederung in den Straßenverkehr wird außerorts aufgrund einer erhöhten Gefährdung von S-Pedelec-Fahrenden und dem Geschwindigkeitsunterschied mehrheitlich abgelehnt. Zusätzlich werden Kompetenzen und Gefahren bei Überholmanövern als Kriterien zur Beurteilung von Maßnahmen genannt.

8.2.3.2 Gesetzliche Regelungen: Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen

Dieses Kapitel erläutert die Ergebnisse der Fokusgruppen zur Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen innerhalb der jeweiligen Länder.

8.2.3.2.1 Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen – Deutschland

S-Pedelec-Fahrende in Deutschland bewerten die Eingliederung in Radfahranlagen positiv (TN DE S6: "Schlagwort: Ein Fahrrad sollte da fahren, wo Fahrräder fahren, so wie ein Auto da fährt, wo Autos fahren sollen.") und sicherer als das Fahren im Mischverkehr (siehe Tabelle 8.2.3-4). Weiter ist die gemeinsame Nutzung von Radfahranlagen mit befreundeten Personen und Familie wünschenswert. Als Übergangslösung, bis die Fahrradinfrastruktur ausgebaut ist, sind verschiedene Maßnahmen vorstellbar, wie beispielsweise Wahlfreiheit, Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Radfahranlagen oder Ampelregelungen auf hochfrequentierten Radwegen/-kreuzungen. Bedenken werden bezüglich des aktuellen Zustandes der Fahrradinfrastruktur geäußert. Diese bedarf laut den Teilnehmenden eines Ausbaus. Weiter werden Konflikte mit anderen Radfahrenden aufgrund der Geschwindigkeitsdifferenz und die Verflechtung von Straßenverkehr und Radfahranlagen bei der Änderung der Führungsform als negative Aspekte beschrieben.

Weitere Verkehrsteilnehmende bewerten die Eingliederung von S-Pedelecs insbesondere außerhalb als positiv (siehe Tabelle 8.2.3-4). Für sie ist eine zusätzliche Regulierung an Gefahrenstellen oder Geschwindigkeitsbeschränkung auf Radfahranlagen vorstellbar. Für die Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen wird ein Ausbau der Fahrradinfrastruktur als notwendig empfunden. Als herausfordernd werden Konflikte zwischen S-Pedelec-Fahrenden und Fahrradfahrenden aufgrund der Geschwindigkeitsdifferenz beschrieben.

Die Teilnehmenden der zwei Fokusgruppen in Deutschland sehen die Eingliederung in Radfahranlagen positiv, insbesondere außerhalb, wobei zusätzliche Maßnahmen, wie Geschwindigkeitsbeschränkungen und Regulierungen bei hohem Verkehrsaufkommen oder an Gefahrenstellen vorstellbar respektive Bedingung sind. Ebenfalls stimmen S-Pedelec-Fahrende und weitere Verkehrsteilnehmende in der Notwendigkeit eines Ausbaus der Fahrradinfrastruktur überein. Potenzielle Konflikte zwischen S-Pedelec-Fahrenden und anderen Radfahrenden aufgrund der Geschwindigkeitsdifferenz bergen weitere Herausforderungen.

Tabelle 8.2.3-4: Eingliederung in Radfahranlagen – Deutschland

Zusammenfassung S-Pedelec-Fahrende	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung der Nutzung von Radfahranlagen allgemein - positive Bewertung, da sicherer, insbesondere außerorts - positive Bewertung, da man mit Angehörigen gemeinsam fahren kann Negative Faktoren: - negative Bewertung aufgrund von Konflikten mit Fahrradfahrenden bedingt durch Geschwindigkeitsdifferenz - negative Bewertung, da Ausbau der Fahrradinfrastruktur notwendig ist Akzeptanzfördernde Kriterien: - Geschwindigkeitsbegrenzungen auf Radfahranlagen - Ausbau der Radinfrastruktur (Flächengerechtigkeit) - Ampelregelung bei hohem Verkehrsaufkommen	- positive Bewertung aufgrund erhöhter Sicherheit für S-Pedelec-Fahrende - positive Bewertung bei Trennung von Fahrstreifen - positive Bewertung der Nutzung der Radfahranlagen, insbesondere außerorts - negative Bewertung, da Ausbau der Fahrradinfrastruktur notwendig ist - negative Bewertung aufgrund von Konflikten mit Fahrradfahrenden bedingt durch Geschwindigkeitsdifferenz - negative Bewertung, da Eingliederung für Fahrradfahrende unfair - negative Bewertung, da zu wenig Platz, insbesondere innerorts - Regulierung von Gefahrenstellen und Geschwindigkeitsregulierung - Trennung von Fahrstreifen auf Radwegen

8.2.3.2.2 Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen – Österreich

S-Pedelec-Fahrende befürworten die Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen. Zusätzliche Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Radfahranlagen oder die Freigabe im Rahmen einer Wahlfreiheit werden als begleitende Maßnahme genannt (siehe Tabelle 8.2.3-5). Als herausfordernd werden Konflikte mit Fahrradfahrenden aufgrund der Geschwindigkeitsdifferenz beschrieben.

Die weiteren Verkehrsteilnehmenden sprechen sich allgemein positiv für die Eingliederung von S-Pedelecs aus. Zusätzlich sind Geschwindigkeitsbeschränkungen vorstellbar und einheitliche Regelungen erwünscht (siehe Tabelle 8.2.3-5). Allgemein wird ein Ausbau der Fahrradinfrastruktur u.a. aufgrund des schlechten Zustands und einer zu engen Dimensionierung gefordert. Eine erhöhte Unfallgefahr wird von den Teilnehmenden antizipiert.

Tabelle 8.2.3-5: Eingliederung in Radfahranlagen – Österreich

Zusammenfassung S-Pedelec-Fahrende	Zusammenfassung Weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung der Nutzung von Radfahranlagen allgemein - positive Bewertung, unter Geschwindigkeitsbeschränkungen - positive Bewertung, bei Wahlfreiheit	- positive Bewertung, allgemein - positive Bewertung, bei Trennung von Fahrstreifen - positive Bewertung, unter Geschwindigkeitsbeschränkungen - positive Bewertung, bei einheitlicher Regelung
Negative Faktoren: - negative Bewertung aufgrund von Konflikten mit Fahrradfahrenden bedingt durch Geschwindigkeitsdifferenz	- negative Bewertung, da Ausbau der Fahrradinfrastruktur notwendig ist - negative Bewertung, da erhöhte Unfallgefahr antizipiert wird
Akzeptanzfördernde Kriterien: - Ausbau der Radinfrastruktur (Flächengerechtigkeit) - Einheitliche Regelung; selbsterklärende Radfahranlagen - Rücksichtnahme von Seiten S-Pedelec-Fahrenden notwendig	—

Zusammenfassend sprechen sich die Teilnehmenden beider Fokusgruppen in Österreich mehrheitlich für die Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen aus. Als zusätzliche Maßnahme sind Geschwindigkeitsbeschränkungen vorstellbar. Als herausfordernd werden Konflikte mit Fahrradfahrenden aufgrund der Geschwindigkeitsdifferenz, sowie eine erhöhte Unfallgefahr beschrieben. Vor allem die Teilnehmenden der Fokusgruppe der weiteren Verkehrsteilnehmenden fordern einen Ausbau der Fahrradinfrastruktur für die Eingliederung der S-Pedelecs in die Radfahranlagen.

8.2.3.2.3 Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen – Schweiz

S-Pedelec-Fahrende befürworten die Eingliederung von S-Pedelecs in die Radfahranlagen und beschreiben eine automatische Anpassung an die Geschwindigkeit an Radfahrende von Seiten S-Pedelec-Fahrende (siehe Tabelle 8.2.3-6). Für die Eingliederung von S-Pedelecs

wird ein Ausbau der Fahrradinfrastruktur als notwendig angesehen. Als herausfordernd werden Konflikte mit Zufußgehenden auf Radwegen und der Geschwindigkeitsunterschied von S-Pedelec-Fahrenden zu anderen Verkehrsteilnehmenden auf Radwegen beschrieben.

Weitere Verkehrsteilnehmende bewerten die Eingliederung von S-Pedelecs in die Radfahranlagen als positiv, da das Verkehrsaufkommen auf Radfahranlagen geringer als auf der Straße ist und somit auch ein mehr Sicherheit für S-Pedelecs gewährleistet werden kann. Schwierigkeiten sieht man innerorts, da die Fahrradinfrastruktur enger ist und viele Menschen die Radfahranlagen nutzen. Als eine weitere Herausforderung werden Konflikte mit Fahrradfahrenden aufgrund der Geschwindigkeitsdifferenz gesehen (siehe Tabelle 8.2.3-6).

Tabelle 8.2.3-6: Eingliederung in Radfahranlagen – Schweiz

Zusammenfassung S-Pedelec-Fahrende	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung, da «beste Lösung» - positive Bewertung, wenn Geschwindigkeitsanpassung erfolgt	- positive Bewertung, da Verkehrsaufkommen auf Radfahranlagen gering - positive Bewertung, da fair - positive Bewertung, da Unterschied zu anderen Fahrrädern gering
Negative Faktoren: - negative Bewertung aufgrund Geschwindigkeitsdifferenz insbesondere bergaufwärts - negative Bewertung, da Ausbau der Fahrradinfrastruktur nötig ist	- negative Bewertung aufgrund von Konflikten mit Fahrradfahrenden bedingt durch Geschwindigkeitsdifferenz - negative Bewertung, da gefährlich für andere Radfahrende - negative Bewertung Innerorts, da enge Infrastruktur/viele Menschen auf Radfahranlagen
Akzeptanzfördernde Kriterien: - Aufmerksamkeit von S-Pedelec-Fahrenden als Bedingung - Geschwindigkeitsbegrenzungen für S-Pedelecs notwendig - Verkehrsaufkommen auf Radwegen ist zu beachten	—

In der Schweiz wird die Eingliederung in die Radfahranlagen mehrheitlich befürwortet und man scheint mit der aktuell gültigen Regelung überwiegend zufrieden zu sein. Als Herausforderun-

gen werden Konflikte mit Zufußgehenden und Radfahrenden, teils bedingt durch die Geschwindigkeitsdifferenz zu S-Pedelecs, genannt. Ein Ausbau der Fahrradinfrastruktur wird von Seiten S-Pedelec-Fahrenden gewünscht. Die Eingliederung innerorts stellt für die weiteren Verkehrsteilnehmenden eine zusätzliche Herausforderung dar.

Zu berücksichtigende Kriterien sind aus Sicht der Fokusgruppenteilnehmenden Geschwindigkeitsbegrenzungen für S-Pedelec-Fahrende, wenn sie Radfahranlagen nutzen.

8.2.3.3 Gesetzliche Regelungen: Eingliederung in Geh- und Radwege

Aufgrund des hohen Konfliktpotenzials zwischen verschiedenen Verkehrsteilnehmenden bei einer Eingliederung von S-Pedelec-Fahrenden in Geh- und Radwegen erfolgte eine gesonderte Diskussion dieser Eingliederungsmaßnahme. Folgend werden die Ergebnisse zur Eingliederung von S-Pedelecs in Geh- und Radwege zusammengefasst.

8.2.3.3.1 Eingliederung in Geh- und Radwege – Deutschland

Die Eingliederung von S-Pedelecs in Geh- und Radwege wird von S-Pedelec-Fahrenden allgemein positiv bewertet. In der Fokusgruppe wird der Wunsch geäußert, mit Familienmitgliedern und Freunden gemeinsam auf dem Radweg zu fahren (siehe Tabelle 8.2.3-7). Eine Eingliederung sei aus Sicht von S-Pedelec-Fahrenden ebenfalls möglich, da sie die Geschwindigkeit an andere Radfahrende anpassen. Als Risiko werden Konflikte mit anderen Verkehrsteilnehmenden, wie Zufußgehende oder unvorsichtige S-Pedelec-Fahrende, beschrieben.

Weitere Verkehrsteilnehmende sehen die Eingliederung insbesondere außerorts positiv, da man hier bereits die passende Infrastruktur als vorhanden betrachtet. Weiter werden Radfahranlagen für Radfahrende als sicherer als der Straßenverkehr empfunden. Die Eingliederung wird innerorts aufgrund vieler Menschen auf den Geh- und Radwegen und einer Gefährdung von Zufußgehenden negativ bewertet. Als Herausforderung wird die Verflechtung von Straßenverkehr und Radfahranlagen, wenn sich die Führungsform ändert, beschrieben. Akzeptanzfördernde Kriterien wurden keine genannt.

Zusammenfassend beurteilen S-Pedelec-Fahrende die Eingliederung von S-Pedelecs in Geh- und Radwege positiver als weitere Verkehrsteilnehmende, wobei S-Pedelec-Fahrende das Konfliktpotential mit Zufußgehenden wahrnehmen. Die Eingliederung von S-Pedelecs ist für weitere Verkehrsteilnehmende insbesondere außerorts vorstellbar. Eine Eingliederung innerorts wird aufgrund zu vieler Menschen auf Geh- und Radwegen eher abgelehnt.

Tabelle 8.2.3-7: Eingliederung in Geh- und Radwege – Deutschland

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
positive Faktoren: - positive Bewertung, da Geschwindigkeitsanpassung von Seiten S-Pedelec-Fahrende - positive Bewertung, da man mit Angehörigen gemeinsam fahren kann negative Faktoren: - negative Bewertung, da Konflikte mit anderen Verkehrsteilnehmenden	- positive Bewertung außerorts, da passende Infrastruktur besteht - positive Bewertung, da Wahrnehmung erhöhter Sicherheit für S-Pedelec-Fahrende - negative Bewertung, da gefährlich für Zufußgehende - negative Bewertung innerorts, da viele Verkehrsteilnehmende - negative Bewertung bei Änderung von Führungsform: Verflechtung von Straßenverkehr und Radfahranlagen

8.2.3.3.2 Eingliederung in Geh- und Radwege – Österreich

S-Pedelec-Fahrende in Österreich betrachten eine Eingliederung mit zusätzlicher Regulierung mittels Hinweistafeln oder einer Geschwindigkeitsanpassung als Möglichkeit (siehe Tabelle 8.2.3-8). Jedoch werden auch zahlreiche Herausforderungen beschrieben. Es wird ein hohes Konfliktpotential mit anderen Verkehrsteilnehmenden auf den Geh- und Radwegen gesehen, S-Pedelecs sind schwer hörbar für andere Verkehrsteilnehmende aufgrund des elektrischen Antriebs und eine eigenverantwortliche Geschwindigkeitsanpassung von Seiten der S-Pedelec-Fahrenden wird kritisch beurteilt.

Weitere Verkehrsteilnehmende beurteilen die Eingliederung in Geh- und Radfahranlagen überwiegend negativ. Als Herausforderung werden eine ungenügende Infrastruktur und Konflikte mit anderen Verkehrsteilnehmenden gesehen. Die Eingliederung birgt laut den Fokusgruppenteilnehmenden Nachteile für S-Pedelec-Fahrende und Zufußgehende. Akzeptanzfördernde Kriterien konnten keine abgeleitet werden.

Zusammenfassend wird die Eingliederung von S-Pedelecs in Geh- und Radwege in Österreich überwiegend negativ beurteilt. Im Vordergrund stehen Konflikte zwischen S-Pedelecs und anderen Verkehrsteilnehmenden.

Tabelle 8.2.3-8: Eingliederung in Geh- und Radwege – Österreich

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
positive Faktoren:	
- positive Bewertung, auch zusätzliche Regulierungen sind vorstellbar	
negative Faktoren:	
- negative Bewertung, da Konflikte mit anderen Verkehrsteilnehmenden - negative Bewertung, da schwer hörbar für andere Verkehrsteilnehmende (leiser elektrischer Antrieb) - negative Bewertung, da Unvermögen der eigenverantwortlichen Geschwindigkeitsregulation	- negative Bewertung, da Konflikte mit anderen Verkehrsteilnehmenden - negative Bewertung, da Ausbau der Infrastruktur notwendig ist - negative Bewertung, da Nachteile für S-Pedelec-Fahrende und Zufußgehende entstehen

8.2.3.3 Eingliederung in Geh- und Radwege – Schweiz

S-Pedelec-Fahrende bewerten die Eingliederung von S-Pedelecs in Geh- und Radwege bei zusätzlichen Maßnahmen, wie Geschwindigkeitsbeschränkungen und Trennung der Fahrspuren, positiv. Gegen die Eingliederung spricht für S-Pedelec-Fahrende die Gefährdung von Zufußgehenden. Die Fahrt auf Geh- und Radwegen erfordert eine hohe Fokussierung und es wird das Gefühl der "Einschränkung" von S-Pedelec-Fahrenden beschrieben (TN CH S5: *"Manchmal ist das Fahren mit einem S-Pedelec in Mischzone mit Fußgänger*innen wie [das Fahren] durch eine Schafherde"*). Weiter wird die Verflechtung von Straßenverkehr und Radfahranlagen als Gefahrenstelle beschrieben.

Weitere Verkehrsteilnehmende beurteilen die Eingliederung von S-Pedelecs in Geh- und Radwege als positiv, wenn eine zusätzliche Geschwindigkeitsbeschränkung und/oder Wahlfreiheit besteht. Die Nutzung von Geh- und Radwegen bedeutet für S-Pedelec-Fahrende mehr Sicherheit. Als negativ wird die Eingliederung in Geh- und Radwege aufgrund der Gefährdung von Zufußgehenden, der Geschwindigkeitsdifferenz zwischen S-Pedelec und anderen Verkehrsteilnehmenden und der hohen Dichte von Zufußgehenden auf Geh- und Radwegen innerorts bewertet (siehe Tabelle 8.2.3-9).

Tabelle 8.2.3-9: Eingliederung in Geh- und Radwege – Schweiz

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
positive Faktoren: - positive Bewertung, mit Geschwindigkeitsbeschränkungen und Trennung der Fahrspuren Negative Faktoren: - negative Bewertung, da gefährlich für Zufußgehende - negative Bewertung, da Einschränkung für S-Pedelec-Fahrende - negative Bewertung bei Änderung von Führungsform: Verflechtung von Straßenverkehr und Radfahranlagen	- positive Bewertung, mit Geschwindigkeitsbeschränkungen - positive Bewertung, da Wahrnehmung erhöhter Sicherheit für S-Pedelec-Fahrende - positive Bewertung, bei zusätzlicher Wahlfreiheit - negative Bewertung, da gefährlich für Zufußgehende - negative Bewertung aufgrund der Geschwindigkeitsdifferenz - negative Bewertung innerorts, da viele Verkehrsteilnehmende

Zusammenfassend ist in der Schweiz die Eingliederung von S-Pedelecs auf Geh- und Radwegen mit zusätzlichen Maßnahmen, wie Geschwindigkeitsbeschränkungen, der Trennung der Fahrspuren oder im Rahmen einer Wahlfreiheit vorstellbar. Risiko einer Eingliederung in Geh- und Radwege ist die Gefährdung von Zufußgehenden, insbesondere innerorts auf stark frequentierter Infrastruktur. S-Pedelec-Fahrende sehen für sich eine gewisse Einschränkung bei der Nutzung.

8.2.3.4 Gesetzliche Regelungen: Wahlfreiheit

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse zur Wahlfreiheit dargelegt. Wahlfreiheit bedeutet, dass S-Pedelec-Fahrende selbst wählen dürfen, ob sie im Mischverkehr, auf Radfahranlagen oder auf Rad- und Gehwegen fahren.

8.2.3.4.1 Wahlfreiheit – Deutschland

S-Pedelec-Fahrende in Deutschland bewerten die Einführung von Wahlfreiheit positiv, da sie sich an die Umgebungsfaktoren und die Geschwindigkeit anderer Verkehrsteilnehmenden anpassen würden (siehe Tabelle 8.2.3-10). Bedenken werden bezüglich der Wahlfreiheit innerorts geäußert, da hier auf Radwegen ein erhöhtes Unfallrisiko gesehen wird.

Weitere Verkehrsteilnehmende beurteilen die Einführung von Wahlfreiheit außerorts positiv. Es wird geschildert, dass sich S-Pedelec-Fahrende an die Umgebungsfaktoren flexibel anpassen können und achtsam fahren. Innerorts wird die Wahlfreiheit eher abgelehnt. Man antizipiert negative Konsequenzen für andere Verkehrsteilnehmende (siehe Tabelle 8.2.3-10).

Tabelle 8.2.3-10: Wahlfreiheit – Deutschland

Zusammenfassung S-Pedelec-Fahrende	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
positive Faktoren: - positive Bewertung, da Anpassung an andere Verkehrsteilnehmenden möglich - positive Bewertung, da flexible Anpassung an Umgebungsfaktoren möglich	- positive Bewertung außerorts - positive Bewertung, da man mit Angehörigen gemeinsam fahren kann - positive Bewertung, da S-Pedelec-Fahrende achtsam fahren. - positive Bewertung, da flexible Anpassung an Umgebungsfaktoren möglich
negative Faktoren: - negative Bewertung innerorts, aufgrund Unfallrisiko	- negative Bewertung innerorts - negative Bewertung, da negative Konsequenzen für andere Verkehrsteilnehmende antizipiert werden

Zusammenfassend wird die Wahlfreiheit von den Fokusgruppenteilnehmenden überwiegend außerorts als positiv gesehen. Es wird davon ausgegangen, dass sich S-Pedelec-Fahrende mehrheitlich an die Umgebungsfaktoren anpassen, wobei auch die Befürchtung besteht, dass Wahlfreiheit Nachteile für andere Verkehrsteilnehmende mit sich bringt. Wahlfreiheit innerorts wird teilweise negativ bewertet, da ein erhöhtes Unfallrisiko angenommen wird.

8.2.3.4.2 Wahlfreiheit – Österreich

S-Pedelec-Fahrende in Österreich bewerten die Einführung von Wahlfreiheit positiv, da sie sich an die Umgebungsfaktoren anpassen und die verpflichtende Nutzung von Straßen als zu gefährlich angesehen wird.

Weitere Verkehrsteilnehmende beurteilen Wahlfreiheit ebenfalls eher positiv, wenn die Nutzung auf bestimmte Infrastruktur begrenzt ist oder Geschwindigkeitsbeschränkungen eingeführt werden. Negative Faktoren wurden keine genannt (siehe Tabelle 8.2.3-11).

Tabelle 8.2.3-11: Wahlfreiheit – Österreich

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
positive Faktoren: - positive Bewertung, da flexible Anpassung an Umgebungsfaktoren möglich - positive Bewertung, da verpflichtende Nutzung von Mischverkehr zu gefährlich	- positive Bewertung allgemein - positive Einstellung, bei definierter Infrastruktur und Geschwindigkeitsbeschränkung

Zusammenfassend wird die Wahlfreiheit in Österreich positiv beurteilt. Zusätzlich werden Geschwindigkeitsbeschränkungen oder die Freigabe nur von vorab definierter Infrastruktur zur Nutzung bei Wahlfreiheit von weiteren Verkehrsteilnehmenden gewünscht.

8.2.3.4.3 Wahlfreiheit – Schweiz

S-Pedelec-Fahrende äußern sich als zufrieden mit der aktuellen Regelung (Eingliederung in Radfahranlagen) und sehen keinen Mehrwert in der Wahlfreiheit (siehe Tabelle 8.2.3-12).

Weitere Verkehrsteilnehmende bewerten Wahlfreiheit unter Ausschluss von Fußgängerzonen positiv. Sie äußern sich aber, ähnlich wie die S-Pedelec-Fahrenden in der Schweiz, als zufrieden mit der aktuellen Eingliederung von S-Pedelecs in die Radfahranlagen.

Tabelle 8.2.3-12: Wahlfreiheit – Schweiz

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: —	- Positive Bewertung unter Ausschluss von Fußgängerzonen
Negative Faktoren: - negative Bewertung, da aktuelle Regelung zufriedenstellend - negative Bewertung, da andere Maßnahmen favorisiert werden	- negative Bewertung, da Eingliederung in Radfahranlagen zufriedenstellend

Zusammenfassend sind die Teilnehmenden größtenteils zufrieden mit der aktuellen Eingliederung von S-Pedelecs in die Radfahranlagen und sehen keinen Bedarf der Einführung der Wahlfreiheit.

8.2.3.5 Gesetzliche Regelungen: Automatische Geschwindigkeitsregulation

In der Folge werden die Ergebnisse zu den Einstellungen gegenüber einer automatischen Geschwindigkeitsregulation mittels Chips im S-Pedelec und Geofencing beschrieben.

8.2.3.5.1 Automatische Geschwindigkeitsregulation – Deutschland

S-Pedelec-Fahrende beurteilen eine automatische Geschwindigkeitsregulation positiver, wenn diese zur Eingliederung in Radfahranlagen oder zur Wahlfreiheit führt. Eine Regulation mittels Straßenverkehrsordnung ohne Eingriff in die Technik des S-Pedelecs wird jedoch bevorzugt. Ein technischer Eingriff ins S-Pedelec wird als unfair empfunden, da Autos nicht automatisch reguliert werden. Der Eingriff wird von S-Pedelec-Fahrenden als «Absprache der Mündigkeit» empfunden. Ebenfalls wird die Maßnahme aufgrund des zusätzlichen Aufwands der Aufrüstung des S-Pedelecs negativ bewertet.

Weitere Verkehrsteilnehmende in Deutschland stehen einer automatischen Geschwindigkeitsregulation kritisch gegenüber (TN DE V3: «Team Deutschland ist gegen die Geschwindigkeitsbegrenzung.») Sie empfinden die Regulation als unfair, da Autos keiner Geschwindigkeitsregulation unterliegen (TN DE V5: «Ein klimafreundliches Fahrzeug sollte nicht so reguliert werden, damit man am Ende doch wieder zum Auto greift.»). Weiter trifft man die Annahme, dass S-Pedelec-Fahrende selbständig ihre Geschwindigkeit regulieren können/sollten und eine Regulation bei geringem Verkehrsaufkommen stört. Der zusätzliche Aufwand einer Aufrüstung der S-Pedelecs und Bedenken bezüglich des Datenschutzes aufgrund des Geofencing werden ebenfalls negativ bewertet (siehe Tabelle 8.2.3-13).

Zusammenfassend betrachtet erfolgt eine positive Bewertung einer automatischen Geschwindigkeitsregulation ausschließlich, wenn diese zur Nutzung von Radfahranlagen oder der Einführung von Wahlfreiheit führt. Eine punktuelle Geschwindigkeitsbeschränkung mittels StVO wird einer automatischen Geschwindigkeitsregulation vorgezogen. Eine negative Bewertung erfolgt vor allem aufgrund des Gefühls der ungerechten Verteilung der Maßnahme, da die Geschwindigkeit von Autos nicht reguliert wird. S-Pedelec-Fahrende haben das Gefühl, ihnen

werde die Mündigkeit abgesprochen und weitere Verkehrsteilnehmende schreiben S-Pedelec-Fahrenden die Fähigkeit zu, die Geschwindigkeit selbst zu regulieren. Zusätzlich wird in beiden Gruppen der mögliche Mehraufwand betreffend Aufrüstung mit entsprechender Technik negativ bewertet.

Tabelle 8.2.3-13: Automatische Geschwindigkeitsregulation – Deutschland

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung, wenn Eingliederung in Radfahranlagen und Wahlfreiheit ermöglicht wird - positive Bewertung, bei Geschwindigkeitsregulation über Straßenverkehrsordnung ohne Eingriff in Technik des S-Pedelec	
Negative Faktoren: - negative Bewertung, da technischer Eingriff unfair – Autos sollten zuerst reguliert werden - negative Bewertung, da Absprache der Mündigkeit - negative Bewertung, da zusätzlicher Aufwand durch Aufrüstung des S-Pedelec	
	- negative Bewertung, da technischer Eingriff unfair - Autos sollten zuerst reguliert werden - negative Bewertung, da Einschätzung, dass S-Pedelec-Fahrende selbst Geschwindigkeit regulieren können/sollten - negative Bewertung, da zusätzlicher Aufwand durch Aufrüstung des S-Pedelec - negative Bewertung, da Bedenken bezüglich Datenschutzes - negative Bewertung, da automatische Regulierung bei geringem Verkehrsaufkommen störend

8.2.3.5.2 Automatische Geschwindigkeitsregulation – Österreich

Eine positive Bewertung einer automatischen Geschwindigkeitsregulation unter S-Pedelec-Fahrenden beruht auf positiven Erfahrungen von Geofencing für E-Scooter und der Bedingung, dass mehr Verkehrsfläche für S-Pedelecs freigegeben wird (Tabelle 8.2.3-14). Eine automatische Geschwindigkeitsregulation wird jedoch auch als unfair erlebt, da Autos nicht reguliert werden und bedeutet für S-Pedelec-Fahrende die Absprache der Mündigkeit. Es bestehen Bedenken bezüglich des Datenschutzes.

Weitere Verkehrsteilnehmende bewerten eine automatische Geschwindigkeitsregulation an Gefahrenstellen positiv. Jedoch wird eine punktuelle Geschwindigkeitsbeschränkung mittels

StVO einer automatischen Geschwindigkeitsregulation vorgezogen. Auch weitere Verkehrsteilnehmende schildern eine automatische Geschwindigkeitsregulation als unfair, da Autos nicht reguliert werden. Sie beschreiben eine Absprache der Mündigkeit von S-Pedelec-Fahrenden. Weiter werden Bedenken bezüglich des Datenschutzes geäußert.

Tabelle 8.2.3-14: Automatische Geschwindigkeitsregulation – Österreich

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung, da positive Erfahrung mit Geofencing für E-Scooter - positive Bewertung, wenn Geschwindigkeitsregulation zur Freigabe von mehr Verkehrsfläche führt	- positive Bewertung, an Gefahrenstellen - positive Bewertung, bei Geschwindigkeitsregulation über Straßenverkehrsordnung ohne Eingriff in Technik des S-Pedelec
Negative Faktoren: - negative Bewertung, da Absprache der Mündigkeit - negative Bewertung, da technischer Eingriff unfair – Autos sollten zuerst reguliert werden - negative Bewertung, da Bedenken bezüglich Datenschutzes	- negative Bewertung, da Absprache der Mündigkeit - negative Bewertung, da technischer Eingriff unfair – Autos sollten zuerst reguliert werden - negative Bewertung, da Bedenken bezüglich Datenschutzes

Zusammenfassend beschreiben Teilnehmende beider Fokusgruppen die Bevorzugung von Geschwindigkeitsbeschränkungen mittels StVO anstelle einer automatischen Geschwindigkeitsregulation. Weiter wird eine automatische Geschwindigkeitsregulation als unfair empfunden, da Autos nicht reguliert werden. Die Maßnahme wird als eine Absprache der Mündigkeit von S-Pedelec-Fahrenden beschrieben. In beiden Fokusgruppen werden Bedenken bezüglich des Datenschutzes geäußert.

8.2.3.5.3 Automatische Geschwindigkeitsregulation – Schweiz

S-Pedelec-Fahrende in der Schweiz bevorzugen eine Geschwindigkeitsregulation über die StVO anstelle einer automatischen Regulation mittels technischen Eingriffs (siehe Tabelle 8.2.3-15). Eine automatische Regulation wird weiter zu Randzeiten negativ bewertet und als unfair erlebt, da Autos nicht reguliert werden.

Weitere Verkehrsteilnehmende würden die automatische Geschwindigkeitsregulation befürworten, wenn sie für alle Fahrzeuge gilt. Wobei es positiv gesehen wird, wenn S-Pedelecs ihre Geschwindigkeit dadurch an andere Verkehrsteilnehmende anpassen. Als negativ wird die Maßnahme bewertet, da sie als unverhältnismäßig angesehen wird, wenn sie nur auf S-Pedelecs angewendet wird und das Freiheitsgefühl einschränkt.

Tabelle 8.2.3-15: Automatische Geschwindigkeitsregulation – Schweiz

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung, bei Geschwindigkeitsregulation über Straßenverkehrsordnung ohne Eingriff in Technik des S-Pedelec	- positive Bewertung, wenn sie auf alle Fahrzeuge angewandt wird - positive Bewertung, da S-Pedelec-Fahrende die Geschwindigkeit reduzieren
Negative Faktoren: - negative Bewertung, da technischer Eingriff unfair - Autos sollten zuerst reguliert werden - negative Bewertung, insbesondere zu Randzeiten	- negative Bewertung, da Einschränkung des Freiheitsgefühls - negative Bewertung, da unverhältnismäßig, wenn nur S-Pedelecs reguliert werden.

Zusammenfassend wird eine automatische Geschwindigkeitsregulation von weiteren Verkehrsteilnehmenden befürwortet, wenn sie auf alle Verkehrsteilnehmenden angewendet wird. S-Pedelec-Fahrende würden anstelle einer automatischen Regulierung Geschwindigkeitsbeschränkungen mittels StVO bevorzugen. Beide Fokusgruppen bewerten die Maßnahme negativ, wenn sie ausschließlich auf S-Pedelecs angewendet wird.

8.2.3.6 Bauliche Maßnahmen und Infrastruktur: Geschützte Kreuzung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse zur geschützten Kreuzung zusammengefasst. Die geschützte Kreuzung wurde den Fokusgruppen vorgängig nicht erklärt, es wurde als Stimulus-Material eine Abbildung einer geschützten Kreuzung gezeigt.

8.2.3.6.1 Geschützte Kreuzung – Deutschland

In Deutschland bewerten S-Pedelec-Fahrende eine geschützte Kreuzung generell als positiv, da diese eine verkehrsberuhigende Wirkung hat (TN DE S6 „Ich finde die geschützte Kreuzung

super. Die Kreuzung wirkt verkehrsberuhigend und alle Verkehrsteilnehmenden (insbesondere Autos) fahren vorsichtiger hinein“. Es wird angemerkt, dass gerade auch in Großstädten Kreuzungen Gefahrenzonen sind und geschützte Kreuzungen den toten Winkel verhindern. Negativ bewertet wird, dass bei der geschützten Kreuzung das Losfahren gemeinsam mit den Zufußgehenden passiert und der Weg nahe an diesen vorbeiläuft, weshalb es zu Konflikten mit bspw. Hundeleinen kommen kann. Die geschützte Kreuzung wird zudem aufgrund des komplexen Designs als gewöhnungsbedürftig eingestuft und könnte daher schwer verständlich sein. Generell wird auch erwähnt, dass eine Anpassung der Radinfrastruktur für spezifisch für S-Pedelec-Fahrende nicht notwendig sei.

Die weiteren Verkehrsteilnehmenden bewerten die geschützte Kreuzung ebenfalls aufgrund der baulichen Elemente, welche das Kurvenschneiden und so auch Gefahrenzonen verhindern, als positiv. Weiter erhöhe die farbliche Kennzeichnung die Verständlichkeit der Wegführung. Als negative Faktoren wurde der Umweg für Fahrradfahrende und möglicherweise Wartezeiten für Autofahrende genannt. Ebenso bewerteten die weiteren Verkehrsteilnehmenden das Design der geschützten Kreuzung als komplex, wobei auch die Ampelsituation nicht ganz klar sei. Die Tabelle 8.2.3-16 bietet einen Überblick über die Ergebnisse.

Zusammenfassend bewerten die S-Pedelec-Fahrenden sowie die weiteren Verkehrsteilnehmenden die geschützte Kreuzung positiv aufgrund der baulichen Elemente, welche Gefahrenzonen verhindern. Als negativer Faktor erwähnen beide Gruppen das komplexe Design der geschützten Kreuzung und damit einhergehend, dass diese ggf. schwer verständlich ist.

Tabelle 8.2.3-16: Zusammenfassung geschützte Kreuzung – Deutschland

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung, wirkt verkehrsberuhigend - positive Bewertung, bauliche Elemente verhindern Gefahrenzonen	- positive Bewertung, bauliche Elemente verhindern Gefahrenzonen - positive Bewertung, farbliche Kennzeichnung erhöht Verständlichkeit
Negative Faktoren: - negative Bewertung, Losfahren gleichzeitig und zu nahe an Zufußgehenden - Komplexes Design ist ggf. schwer verständlich - Anpassung der Radinfrastruktur für S-Pedelec nicht nötig	- negative Bewertung, da mit Umwegen für Fahrradfahrende und Wartezeit für Autofahrende verbunden - Komplexes Design ist ggf. schwer verständlich

8.2.3.6.2 Geschützte Kreuzung – Österreich

S-Pedelec-Fahrende in Österreich bewerten die geschützte Kreuzung als positiv, da die Gestaltung und farbliche Kennzeichnung sofort ersichtlich machen, wo gefahren werden darf. Zudem verhindern die baulichen Elemente Gefahrenzonen, was mehr Sicherheit für S-Pedelec-Fahrende bringt als bei jetzigen Kreuzungen (TN AT S2: *„Die geschützte Kreuzung/bauliche Anlage wäre auch sicher für eine*n 10-Jährige*n, diese ist sehr einfach und generell sicherer.“* Ein längerer Weg würde für mehr Sicherheit in Kauf genommen werden. Als negativer Faktor wird das komplexe Design der geschützten Kreuzung genannt, da diese ggf. schwer verständlich sein kann. Zudem wird die Umsetzung aufgrund des Platzbedarfes als schwierig umsetzbar beurteilt.

Die weiteren Verkehrsteilnehmenden bewerten die geschützte Kreuzung ebenfalls als positiv, aufgrund der durch die Gestaltung begünstigten besseren Verkehrsführung und, weil bauliche Elemente Gefahrenzonen verhindern. Zudem würde die farbliche Kennzeichnung/Abgrenzung die Verständlichkeit verbessern. Auch hier wurde als negativer Faktor das komplexe Design und die damit einhergehende Verständlichkeit genannt (siehe Tabelle 8.2.3-17).

Zusammenfassend bewerten S-Pedelec-Fahrende sowie weitere Verkehrsteilnehmende aus Österreich die geschützte Kreuzung als positiv, da diese die Verkehrsführung für alle gut ersichtlich macht, bauliche Elemente die Gefahrenzonen verhindern, sowie die farblichen Markierungen die Verständlichkeit erhöhen. Als Herausforderung wird bei beiden Gruppen das komplexe Design beschrieben, welches die geschützte Kreuzung ggf. schwer verständlich macht.

Tabelle 8.2.3-17: Zusammenfassung geschützte Kreuzung – Österreich

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren:	
- positive Bewertung, Gestaltung generell macht Verkehrsführung gut ersichtlich für verschiedene Verkehrsteilnehmende - positive Bewertung, bauliche Elemente verhindern Gefahrenzonen - positive Bewertung, farbliche Kennzeichnung erhöht Verständlichkeit - Längerer Weg wird für mehr Sicherheit in Kauf genommen	- positive Bewertung, Gestaltung generell macht Verkehrsführung gut ersichtlich für verschiedene Verkehrsteilnehmende - positive Bewertung, bauliche Elemente verhindern Gefahrenzonen - positive Bewertung, farbliche Kennzeichnung erhöht Verständlichkeit

Negative Faktoren:

- Komplexes Design ist ggf. schwer verständlich
- Umsetzung aufgrund großen Platzbedarfes schwierig
- Bauliche Maßnahmen werden ggf. von Lkws zerstört
- Komplexes Design ist ggf. schwer verständlich

8.2.3.6.3 Geschützte Kreuzung – Schweiz

S-Pedelec-Fahrende in Schweiz bewerten die geschützte Kreuzung aufgrund der baulichen Elemente als positiv, da diese Gefahrenzonen verhindern. Als negativer Faktor wird – wie auch in Deutschland und Österreich – das komplexe Design gesehen, da die geschützte Kreuzung ggf. schwer verständlich sei. Weiter besteht beim Losfahren an der Kreuzung eine geringe Geschwindigkeitsbeschleunigung von allen Verkehrsteilnehmenden und wird daher nicht als notwendig erachtet.

Die weiteren Verkehrsteilnehmenden beurteilen die geschützte Kreuzung ebenfalls aufgrund der baulichen Elemente (TN CH V1: „*Die baulichen Elemente, damit Fahrräder nicht in toten Winkel von Lastwagen gelangen, finde ich sehr gut.*“) und farblichen Kennzeichnung als positiv. Als negative Faktoren werden die Umwege für Fahrradfahrende und die Wartezeit für Autofahrende beschrieben. Das komplexe Design und die damit ggf. einhergehende schwierige Verständlichkeit wurden ebenfalls beschrieben, so auch, dass die Vortrittsregelung für Personen auf Radstreifen unklar sei. Die Tabelle 8.2.3-18 fasst die Ergebnisse zusammen.

Tabelle 8.2.3-18: Zusammenfassung geschützte Kreuzung – Schweiz

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung, bauliche Elemente verhindern Gefahrenzonen	- positive Bewertung, bauliche Elemente verhindern Gefahrenzonen - positive Bewertung, farbliche Kennzeichnung erhöht Verständlichkeit
Negative Faktoren: - Komplexes Design ist ggf. schwer verständlich	- negative Bewertung, da mit Umwegen für Fahrradfahrende und Wartezeit für Autofahrende verbunden

-
- Kreuzungen in Schweiz für S-Pedelec-Fahrende nicht ein Problem, da geringe Geschwindigkeitsbeschleunigung
 - Komplexes Design ist ggf. schwer verständlich
 - Unklare Vortrittsregelung für Personen auf Radstreifen
-

Zusammenfassend bewerten S-Pedelec-Fahrende sowie die weiteren Verkehrsteilnehmende aus der Schweiz die geschützte Kreuzung als positiv, da diese die Verkehrsführung für alle Verkehrsteilnehmenden gut ersichtlich macht. Zudem wird als positiv bewertet, dass bauliche Elemente die Gefahrenzonen verhindern und farbliche Markierungen die Verständlichkeit erhöhen. Als Herausforderung wird bei beiden Gruppen das komplexe Design beschrieben, welches die geschützte Kreuzung ggf. schwer verständlich macht.

8.2.3.6.4 Fazit Geschützte Kreuzung

Länderübergreifend wird die geschützte Kreuzung generell als positiv bewertet, insbesondere deshalb, weil diese mittels baulichen Elementen Gefahrenzonen verhindert sowie durch die Gestaltung und farbliche Kennzeichnung die Verkehrsführung für alle Verkehrsteilnehmenden gut ersichtlich macht. Als negativer Faktor wird überwiegend das komplexe Design genannt, welches ggf. dazu führt, dass die geschützte Kreuzung eher schwer verständlich ist. Es ist anzumerken, dass die geschützte Kreuzung in den Fokusgruppen mittels Bild erläutert wurde und dies ggf. zu einer anderen Einschätzung führt, als wenn Verkehrsteilnehmende dieser in ihrem Verkehrsalltag begegnen.

8.2.3.7 Bauliche Gestaltungselemente

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse zu verschiedenen baulichen Gestaltungselementen zusammengefasst. Diese umfassen baulich geschützte Radstreifen, Bodenbegrenzungen wie bspw. Noppen, S-Pedelec/Sharrows-Piktogramme sowie die farbliche Kennzeichnung von Radwegen. Als Diskussionsgrundlage diene hierfür das Stimulusmaterial aus Abbildung 8.2.1-6.

8.2.3.7.1 Bauliche Gestaltungselemente – Deutschland

S-Pedelec-Fahrende in Deutschland bewerten die bauliche Trennung positiv, da diese aus ihrer Sicht die größtmögliche Sicherheit bietet. Als herausfordernd wird jedoch die Umsetzbar-

keit der baulichen Trennung aufgrund des Platzmangels gesehen. Als einen weiteren negativen Aspekt werden Elemente zur Trennung der Fahrbahn bei baulich geschützte Radstreifen beschrieben, diese werden als einschränkend für S-Pedelecs erlebt und sich eher für normale Radfahrende eignen würden. Ein Teil der S-Pedelec-Fahrenden beschreibt es als problematisch, wenn nur Boden- bzw. Farbmarkierungen und keine zusätzliche bauliche Trennung verwendet würden. Weiter werden die Noppen negativ bewertet, da diese bei Nässe und Geschwindigkeit gefährlich sein können (TN DE S3: „*Noppen/Erhöhungen sind recht gefährlich, gerade auch wenn es nass ist. Der ADFC hat dazu auch schon reagiert.*“). Generell als Gefahr wird außerdem die „Dooring Area“ bei dicht geparkten Autos beschrieben, welche auch im Bereich von Radfahranlagen vorkommt.

Die weiteren Verkehrsteilnehmenden bewerten die bauliche Trennung ebenfalls aufgrund des Sicherheitsaspekts als positiv. Weiter bewerten sie auch Boden- und Farbmarkierungen als positiv, da diese Klarheit bringen, wo gefahren werden darf. Da aktuell allerdings nur solche Markierungen bestehen und keine zusätzliche bauliche Trennung besteht, wird dies auch von den weiteren Verkehrsteilnehmenden als problematisch erachtet. Als ein negativer Aspekt baulicher Trennung wird ebenfalls die Umsetzbarkeit aufgrund eines Platzmangels beschrieben. Die Noppen werden u.a. aufgrund der Rutschgefahr bei Nässe als negativ bewertet. Die

Tabelle 8.2.3-19 fasst die Ergebnisse für die zwei Fokusgruppen in Deutschland zusammen.

Zusammenfassend bewerten S-Pedelec-Fahrende sowie die weiteren Verkehrsteilnehmenden die bauliche Trennung als positiv, da diese die größtmögliche Sicherheit mit sich bringt. Zugleich beschreiben sie deren Umsetzung – aufgrund des Platzmangels – als herausfordernd. Problematisch sehen beide Gruppen, dass aktuell nur Boden- bzw. Farbmarkierungen und keine zusätzliche bauliche Trennung besteht. Weiter werden die Noppen aufgrund der Rutschgefahr bei Nässe als negativ bewertet.

Tabelle 8.2.3-19: Zusammenfassung bauliche Gestaltungselemente – Deutschland

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung der <i>baulichen Trennung</i>, bietet größtmögliche Sicherheit	- positive Bewertung der <i>baulichen Trennung</i>, bietet größtmögliche Sicherheit - positive Bewertung der <i>Boden-/ Farbmarkierungen</i>, da Klarheit wo gefahren werden darf
Negative Faktoren: - <i>Bauliche Trennung</i>: Umsetzung herausfordernd, da Platzmangel - negative Bewertung der <i>baulichen Gestaltungselemente</i>, eher für normale Radfahrende; Trennung von S-Pedelecs mit Kfz-Zeichen von Autos schränkt ein - Problematisch, dass aktuell nur <i>Boden-/Farbmarkierungen</i> und keine zusätzliche bauliche Trennung besteht - negative Bewertung der <i>Noppen</i>, da unpraktisch/gefährlich - Gefahr der "Dooring Area" bei dicht geparkten Autos	- <i>Bauliche Trennung</i>: Umsetzung herausfordernd, da Platzmangel - Problematisch, dass aktuell <i>nur Boden-/ Farbmarkierungen</i> und keine zusätzliche bauliche Trennung besteht - negative Bewertung der <i>Noppen</i>, da unpraktisch/gefährlich
Akzeptanzfördernde Kriterien: - Bauliche Trennung	—

8.2.3.7.2 Bauliche Gestaltungselemente – Österreich

S-Pedelec-Fahrende in Österreich bewerten die bauliche Trennung als positiv, da diese die größtmögliche Sicherheit bietet und klar macht, wo gefahren werden darf (TN AT S2: „*Eine bauliche Trennung ist immer gut. Generell in der Infrastruktur ist es wichtig zu verstehen, wo man fahren darf.*“). So werden Boden-/Farbmarkierungen als positiv bewertet, da auch diese Klarheit schaffen, wo gefahren werden darf. Generell werden Gestaltungselemente, welche der optischen Erkennbarkeit dienen als positiv bewertet, da angenommen wird, dass diese das Unfallrisiko senken können. Bei den Boden- und Farbmarkierungen besteht die Herausforderung, dass andere Verkehrsteilnehmende diese missachten, bspw. überschreiten Zufußgehende diese Markierungen und Autos parken auf Radfahrstreifen. Die bauliche Trennung wird allerdings auch als negativer Faktor genannt, sie sei eine Kompromisslösung und die

Bordsteinkante würde das Sturzrisiko erhöhen, ganze Spuren für den Radverkehr werden bevorzugt. Weiter werden die Noppen von den S-Pedelec-Fahrenden als negativ bewertet, da diese Unfallrisiken bergen (u.a. Rutschgefahr bei Nässe).

Weitere Verkehrsteilnehmende bewerten die bauliche Trennung, aufgrund der erhöhten Sicherheit, und die Boden-/Farbmarkierungen aufgrund der Klarheit wo gefahren werden darf, als positiv. Die Boden- und Farbmarkierungen werden allerdings zugleich auch als Herausforderung gesehen, da Autos auf den Radstreifen fahren würden und die unterschiedlichen Markierungen eine Herausforderung für Autofahrende seien. Die bauliche Trennung wird als Herausforderung beschrieben, da deren Umsetzung für Verkehrsplanende ggf. schwer umsetzbar sei. Die Noppen werden von allen Verkehrsteilnehmenden als negativ bewertet, da diese schlecht erkennbar sind und für Radfahrende nicht nur bei Nässe, sondern für Zufußgehende auch eine Stolpergefahr darstellen (siehe Tabelle 8.2.3-20).

Tabelle 8.2.3-20: Zusammenfassung bauliche Gestaltungselemente – Österreich

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung der <i>baulichen Trennung</i>, bietet größtmögliche Sicherheit; Klarheit wo gefahren werden darf - positive Bewertung der <i>Boden-/ Farbmarkierungen</i>, da Klarheit wo gefahren werden darf - positive Bewertung der <i>optischen Erkennbarkeit</i>, senkt Unfallrisiko Negative Faktoren: - negative Bewertung der <i>baulichen Trennung</i>, da Kompromisslösung ist und Bordsteinkante Sturzrisiko erhöht, besser wären ganze Spuren für Radverkehr - negative Bewertung der <i>Boden-/ Farbmarkierungen</i>, Linienmarkierungen funktionieren kaum - negative Bewertung der <i>Noppen</i>, da unpraktisch/gefährlich	- positive Bewertung der <i>baulichen Trennung</i>, bietet größtmögliche Sicherheit - positive Bewertung der <i>Boden-/ Farbmarkierungen</i>, da Klarheit wo gefahren werden darf - <i>Bauliche Trennung</i>: Umsetzung herausfordernd - negative Bewertung der <i>Boden-/ Farbmarkierungen</i>, Linienmarkierungen funktionieren nicht - negative Bewertung der <i>Noppen</i>, da unpraktisch/gefährlich

Zusammenfassend bewerten S-Pedelec-Fahrende sowie die weiteren Verkehrsteilnehmenden die bauliche Trennung als positiv, da diese die größtmögliche Sicherheit bietet. Ebenfalls werden die Boden-/Farbmarkierungen positiv bewertet, da diese Klarheit bieten, wo gefahren

werden darf. Ein negativer Aspekt der baulichen Trennung wird die erschwerte Umsetzbarkeit bspw. aufgrund eines Platzmangels gesehen. Boden- und Farbmarkierungen werden ebenfalls als Herausforderung beschrieben, da andere Verkehrsteilnehmende auf markierten Radfahranlagen laufen bzw. fahren. In beiden Gruppen werden die Noppen als negativ bewertet, da diese unpraktisch sowie gefährlich sind.

8.2.3.7.3 Bauliche Gestaltungselemente – Schweiz

S-Pedelec-Fahrende in der Schweiz bewerten die bauliche Trennung als positiv, da diese Sicherheit bietet und eine klare Straßenausgestaltung eine klare Orientierung ermöglicht. Ebenfalls werden die Boden- und Farbmarkierungen positiv bewertet, da diese Klarheit schaffen, wo gefahren werden darf. Generell wurde von den S-Pedelec-Fahrenden angemerkt, dass eine klare Erkennbarkeit von Gestaltungselementen, ein sicheres Fahren ermöglicht. Die bauliche Trennung zwischen Radverkehr und S-Pedelec-Verkehr (siehe Abbildung 8.2.1-6, Bild 2 und 3) wird hingegen von S-Pedelec-Fahrenden als negativ bewertet, da dies als nicht sinnvoll erachtet wird. Zudem werden auch hier die Boden-/Farbmarkierungen als negativ bewertet, da diese bspw. bei Kernfahrbahnen das Problem des ungenügend breiten Radstreifens nicht lösen würden (TN CH S2: „*Fahrradfahrende haben das Gefühl sie sind auf dem Fahrradstreifen bei einer Kernfahrbahn sicher, aber dies ist eine trügerische Sicherheit.*“). Die Noppen werden negativ bewertet, da diese für alle Verkehrsteilnehmenden schwer verständlich seien.

Die weiteren Verkehrsteilnehmenden bewerten die bauliche Trennung aufgrund der Wahrnehmung einer erhöhten Sicherheit als positiv, so auch die Boden- und Farbmarkierungen, da Klarheit besteht wo gefahren werden darf. Als negativ wird die erschwerte Umsetzbarkeit einer baulichen Trennung aufgrund von Platzmangel gesehen. Eine Herausforderung sehen die weiteren Verkehrsteilnehmenden auch bzgl. den Boden- und Farbmarkierungen, da eine gewisse Rutschgefahr bei Nässe auf farbigem Untergrund bestehen würde. Weiter geht man von einer erschwerten Umsetzbarkeit aufgrund des Heimatschutzes in einer Altstadt aus und die Seitenstreifenlinie werden als ausreichend gesehen. Allgemein negativ bewertet werden die Noppen, dies aufgrund von Impraktikabilität und bspw. Rutschgefahr bei Regen (siehe Tabelle 8.2.3-21, für eine Zusammenfassung).

Zusammenfassend bewerten S-Pedelec-Fahrende sowie die weiteren Verkehrsteilnehmenden die bauliche Trennung als positiv, da diese die größtmögliche Sicherheit gewährt. So werden auch die Boden- und Farbmarkierungen als positiv bewertet, da diese Klarheit bieten wo

gefahren werden darf. Die bauliche Trennung wird in ihrer Umsetzung als herausfordernd gesehen. Eine bauliche Trennung von S-Pedelecs und Radverkehr auf Radfahranlagen nicht sinnvoll beschrieben. Als negativer Faktor werden Boden-/Farbmarkierungen beschrieben, da Linienmarkierungen bspw. von Zufußgehenden und Autofahrende nicht beachtet werden oder ggf. bei Nässe Rutschgefahr besteht. Die Noppen werden von beiden Gruppen als negativ bewertet, da diese unpraktisch und gefährlich sind.

Tabelle 8.2.3-21: Zusammenfassung bauliche Gestaltungselemente – Schweiz

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung der <i>baulichen Trennung</i>, bietet Sicherheit und klare Straßenausgestaltung - positive Bewertung der <i>Boden-/ Farbmarkierungen</i>, da Klarheit wo gefahren werden darf - Generell: Je besser erkennbar Gestaltungselemente sind, umso besser ist es zum Fahren Negative Faktoren: - negative Bewertung der <i>baulichen Trennung</i> des Fahrradverkehrs von S-Pedelecs, da sinnlos - negative Bewertung der <i>Boden-/ Farbmarkierungen</i>, Linienmarkierungen funktionieren kaum - negative Bewertung der <i>Noppen</i>, da unverständlich	- positive Bewertung der <i>baulichen Trennung</i>, bietet Sicherheit - positive Bewertung der <i>Boden-/ Farbmarkierungen</i>, erhöht Sicherheit; da Klarheit wo gefahren werden darf - <i>Bauliche Trennung</i>: Umsetzung herausfordernd da Platzmangel - Herausforderung bzgl. <i>Boden-/ Farbmarkierungen</i>, da Rutschgefahr und ggf. Umsetzung in Altstadt schwierig - negative Bewertung der <i>Noppen</i>, da unpraktisch/gefährlich

8.2.3.8 Mitnahme im ÖPV

Dieses Kapitel fasst die Ergebnisse zu der Mitnahme im öffentlichen Personenverkehr (ÖPV) zusammen. Dabei werden die positiven und negativen Faktoren sowie Zusatzkriterien thematisiert.

8.2.3.8.1 Mitnahme im ÖPV – Deutschland

S-Pedelec-Fahrende in Deutschland bewerten die Mitnahme im ÖPV generell als positiv und schildern, dass manche Bundesländer dies erlauben würden (Stand Januar 2023). Ein weiterer positiver Effekt der Mitnahme im ÖPV ist die Erweiterung der Reichweite der S-Pedelec. Als herausfordernd beschreiben die S-Pedelec-Fahrenden, dass die Mitnahme zurzeit für Fahrzeuge mit Versicherungskennzeichen nicht erlaubt ist. Dieses Mitnahmeverbot trifft auf Unverständnis, da man zwischen S-Pedelec und Pedelec keinen technischen Unterschied sieht (TN DE S4: „*Ein technischer Unterschied zwischen S-Pedelec und Pedelec ist nicht vorhanden, da die gleichen Bauteile verbaut sind.*“).

Die weiteren Verkehrsteilnehmenden bewerten die Mitnahme im ÖPV ebenfalls überwiegend als positiv. Zudem wird diese auch unter der Voraussetzung, dass im Sommer bzw. im Pendelverkehr genügend Platzkapazität vorhanden ist, als positiv bewertet. Weiter wird beschrieben, dass eine einfachere Mitnahme S-Pedelecs attraktiver macht. Als problematisch wird die bestehende Aufhängevorrichtung im ÖPV beschrieben und das Mitnahmeverbot in Deutschland trifft auch bei den weiteren Verkehrsteilnehmenden auf Unverständnis. Tabelle 8.2.3-22 fasst die Ergebnisse zusammen.

Zusammenfassend bewerten S-Pedelec-Fahrende sowie die weiteren Verkehrsteilnehmenden in Deutschland die Mitnahme von S-Pedelecs im ÖPV als wünschenswert. Ein Verbot der Mitnahme von S-Pedelecs trifft mehrheitlich auf Unverständnis. Die weiteren Verkehrsteilnehmenden beschreiben die Notwendigkeit von ausreichend Platz und das Fehlen von passenden Aufhängevorrichtungen als abgeleitete akzeptanzfördernde Kriterien.

Tabelle 8.2.3-22: Zusammenfassung Mitnahme im ÖPV – Deutschland

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung einer Mitnahme im ÖPV - positive Bewertung, da Potential der Bahn als „Range Extender“ - gewisse Bundesländer erlauben bereits Mitnahme	- positive Bewertung einer Mitnahme im ÖPV - positive Bewertung unter Bedingung, dass im Sommer/Pendelverkehr genügend Platzkapazität vorhanden ist - S-Pedelec wird attraktiver gemacht, da einfachere Mitnahme
Negative Faktoren: - Herausforderung, dass zurzeit für Fahrzeugen mit Versicherungskennzeichen nicht erlaubt - Gesetzgebung zu Mitnahmeverbot trifft auf Unverständnis (technischer Unterschied zwischen S-Pedelec und Pedelec nicht vorhanden)	- Aufhängevorrichtung in ÖPV wird als ungenügend erachtet - Gesetzgebung zu Mitnahmeverbot trifft auf Unverständnis (technischer Unterschied zwischen S-Pedelec und Pedelec nicht vorhanden)
Akzeptanzfördernde Kriterien:	- Genügend Platzkapazität - Passende Aufhängevorrichtung in ÖPV

8.2.3.8.2 Mitnahme im ÖPV – Österreich

S-Pedelec-Fahrende in Österreich bewerten unter der Bedingung einer Platzbeschränkung die Mitnahme im ÖPV als positiv. Ebenso positiv wird die Mitnahme für die Fahrt in eine andere Stadt bewertet und zudem, dass es keinen Unterschied vom Platzbedarf zu einem normalen Fahrrad gibt – außer das Gewicht. Weiter wird die Mitnahme in neuen Zügen als Verbesserung erlebt. Als Herausforderung beschreiben die S-Pedelec-Fahrenden die unverhältnismäßig hohen Ticketkosten für die Mitnahme. Die Aufhängevorrichtung wird als ungeeignet erachtet. Zudem werden verschiedene Hindernisse beschrieben; so wird ein Ausbau der Infrastruktur für die Mitnahme als notwendig erachtet, da die aktuellen Kapazitäten nicht ausreichen. Weiter sollten Zugwagen, wo S-Pedelecs eingeladen werden können, gut beschriftet werden.

Die weiteren Verkehrsteilnehmenden bewerten eine Mitnahme ebenfalls als positiv. Argument für die positive Bewertung sind die Förderung von Nachhaltigkeit, die Mobilitäts-/ Verkehrswende sowie eine saubere Verkehrssituation. Als herausfordernd beschreiben auch die wei-

teren S-Pedelec-Fahrenden, die hohen Ticketkosten sowie der notwendige Ausbau der Infrastruktur für eine Mitnahme im ÖPV. Zudem treffen Gesetzgebungen, für ein allfälliges Mitnahmeverbot, auf Unverständnis – eine finanzielle Förderung der Mitnahme von S-Pedelecs von Städten wird gewünscht (siehe Tabelle 8.2.3-23).

Tabelle 8.2.3-23: Zusammenfassung Mitnahme im ÖPV – Österreich

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung unter Bedingung einer Platzbeschränkung - positive Bewertung, für Fahrt in andere Stadt - positive Bewertung, da keinen Unterschied vom Platzbedarf zu normalem Fahrrad - Mitnahme in neuen Zügen besser Negative Faktoren: - Herausforderung von unverhältnismäßig hohen Ticketkosten für Mitnahme - Hindernisse für Mitnahme - Ausbaus der Infrastruktur für Mitnahme im ÖPV nötig - gute Kennzeichnung, wo S-Pedelecs in Wagen eingeladen werden können nötig - Aufhängevorrichtung in ÖPV wird als ungenügend erachtet Akzeptanzfördernde Kriterien: - Platzbeschränkung - Ausbau Infrastruktur notwendig - Passende Aufhängevorrichtungen	- positive Bewertung, da Nachhaltigkeit, Mobilitäts-/Verkehrswende und saubere Verkehrssituation unterstützt wird - Herausforderung von unverhältnismäßig hohen Ticketkosten für Mitnahme - Gesetzgebung zu Mitnahmeverbot trifft auf Unverständnis (technischer Unterschied zwischen S-Pedelec und Pedelec nicht vorhanden) - Ausbaus der Infrastruktur für Mitnahme im ÖPV nötig - Sollte von Städten auch finanziell gefördert werden - Ausbau Infrastruktur notwendig - Finanzielle Förderung durch Städte

Zusammenfassend bewerten S-Pedelec-Fahrende sowie die weiteren Verkehrsteilnehmenden in Österreich die Mitnahme im ÖPV als positiv. Es werden unterschiedliche positive Faktoren genannt, bspw. die Unterstützung der Mobilitäts- und Verkehrswende. Als Herausforderung bewerten beide Gruppen die hohen Ticketkosten für eine Mitnahme im ÖPV. Ein Ausbau der Infrastruktur für die Mitnahme wird ebenfalls als notwendig erachtet. Ein Argument für die Mitnahme ist der geringe Unterschied zwischen S-Pedelecs und Pedelecs und ein ähnlicher Platzbedarf.

8.2.3.8.3 Mitnahme im ÖPV – Schweiz

S-Pedelec-Fahrende in der Schweiz bewerten die Mitnahme im ÖPV als positiv, da dies die Mobilitäts-/Verkehrswende unterstützt. Zudem wird geschildert, dass es sinnvoll sei, einzelne Zugwege für eine Fahrradmitnahme auszustatten. Als negativer Faktor wird der nötige Ausbau der Infrastruktur für eine Mitnahme im ÖPV genannt, so wird auch die Aufhängevorrichtung als ungenügend erachtet. Weiter berichten die S-Pedelec-Fahrenden über diverse Konflikte mit dem Zugpersonal (u.a., weil das S-Pedelec aufgrund des Gewichtes nicht auf die bestehende Vorrichtung aufgehängt werden konnte) sowie generell eine Zunahme von Hindernissen für eine Mitnahme im ÖPV.

Die weiteren Verkehrsteilnehmenden bewerten die Mitnahme im ÖPV ebenfalls als positiv. Diese würde die Attraktivität von S-Pedelecs fördern und den Wechsel von Motorfahrzeugen mit Verbrennungsmotor auf S-Pedelecs fördern und somit auch die Mobilitäts-/Verkehrswende unterstützen. Weiter spricht für die Mitnahme im ÖPV, dass kein Unterschied zwischen einem S-Pedelec und einem normalen Fahrrad in Bezug auf den Platzbedarf wahrgenommen wird. Die Kapazitäten sollten durch den ÖPV geprüft werden. Negativ bewertet wird die Mitnahme von den weiteren Verkehrsteilnehmenden, weil der ÖPV bereits ziemlich ausgelastet ist. Weiter werden ungeeignete Aufhängevorrichtungen im ÖPV und eine generelle Zunahme an Hindernissen für eine Mitnahme beschrieben. Als wünschenswert wird die ausreichende Kennzeichnung von Zugwagen für das Einladen von S-Pedelecs genannt. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse wird in

Tabelle 8.2.3-24 dargestellt.

Zusammenfassend bewerten S-Pedelec-Fahrende sowie die weiteren Verkehrsteilnehmenden in der Schweiz die Mitnahme im ÖPV als positiv, da dies die Mobilitäts-/Verkehrswende unterstützt. Als wünschenswert wird die Erhöhung der Kapazität für die Mitnahme im ÖPV beschrieben. Als negativer Faktor wird die hohe Auslastung und somit der notwendige Ausbau der Infrastruktur für eine Mitnahme von S-Pedelec im ÖPV gesehen. Eine weitere Herausforderung sind die ungeeigneten Aufhängevorrichtungen im ÖPV sowie generell die Zunahme an Hindernissen (z.B. Infrastruktur, Aufhängevorrichtung) für eine Mitnahme.

Tabelle 8.2.3-24: Zusammenfassung Mitnahme im ÖPV – Schweiz

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung, da Förderung der Mobilitäts-/Verkehrswende unterstützt wird - Erhöhung der Kapazität für Mitnahme wünschenswert Negative Faktoren: - Ausbaus der Infrastruktur für Mitnahme im ÖPV nötig - Aufhängevorrichtung in ÖPV wird als ungenügend erachtet - Konflikte mit Zugpersonal - Zunahme der Hindernisse für Mitnahme Akzeptanzfördernde Kriterien: - Ausbau Infrastruktur notwendig - Passende Aufhängevorrichtungen	- positive Bewertung, da Förderung der Mobilitäts-/Verkehrswende unterstützt wird - positive Bewertung, da keinen Unterschied vom Platzbedarf zu normalem Fahrrad - ÖPV sollte seine Kapazitäten prüfen - negative Bewertung, da ÖPV bereits ziemlich ausgelastet - Aufhängevorrichtung in ÖPV wird als ungenügend erachtet - Zunahme der Hindernisse für Mitnahme - gute Kennzeichnung, wo S-Pedelecs in Zugwagen eingeladen werden können, ist nötig - Passende Aufhängevorrichtungen

8.2.3.9 Abstellanlagen

Dieses Kapitel fasst die Ergebnisse zu den Abstellanlagen an Haltestellen des öffentlichen Verkehrs zusammen. Dabei werden die Erfahrungen mit Blick auf die positiven und negativen Faktoren sowie Zusatzkriterien erläutert.

8.2.3.9.1 Abstellanlagen – Deutschland

S-Pedelec-Fahrende in Deutschland bewerten die Abstellanlagen generell als positiv, insbesondere mit sicheren Befestigungsmöglichkeiten und zusätzlicher Lademöglichkeit an Abstellanlagen. Als negativer Faktor wird beschrieben, dass sie selbst als S-Pedelec-Fahrende nicht wussten, dass sie ihr S-Pedelec nicht an Abstellanlagen des öffentlichen Verkehrs abstellen dürfen.

Die weiteren Verkehrsteilnehmenden bewerten die Abstellanlagen ebenfalls als positiv und beschreiben ein Unverständnis für ein Abstellverbot für S-Pedelecs (siehe Tabelle 8.2.3-25).

Tabelle 8.2.3-25: Zusammenfassung Abstellanlagen – Deutschland

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung Abstellanlagen - positive Bewertung einer sicheren Befestigungsmöglichkeit - positive Bewertung zusätzlicher Lademöglichkeit an Abstellanlagen	- positive Bewertung Abstellanlagen, da Bedürfnis für Abstellplätze besteht
Negative Faktoren: - Selbst keine Kenntnis über Abstellverbot für S-Pedelec	- Unverständnis über Abstellverbote für S-Pedelec
Akzeptanzfördernde Kriterien: - Sichere Befestigungsmöglichkeit - Lademöglichkeit an Abstellanlagen	—

Zusammenfassend bewerten S-Pedelec-Fahrende sowie die weiteren Verkehrsteilnehmenden in Deutschland die Abstellanlagen überwiegend positiv. Von Seiten S-Pedelec-Fahrenden wird zusätzlich der Sicherheitsaspekt angesprochen, wobei sichere Befestigungsmöglichkeiten als wichtig beschrieben werden. Als negativer Faktor wird das bestehende Abstellverbot in Deutschland genannt; S-Pedelec-Fahrende beschreiben teilweise, dass ihnen Abstellverbot von S-Pedelecs an Haltestellen des öffentlichen Verkehrs über längere Zeit nicht bekannt war, und weitere Verkehrsteilnehmenden haben kein Verständnis für ein solches Abstellverbot.

8.2.3.9.2 Abstellanlagen – Österreich

S-Pedelec-Fahrende in Österreich bewerten die Abstellanlagen als positiv, da für Autofahrende bereits eine umfangreiche Infrastruktur besteht. Außerdem werden zusätzlich sicherere Befestigungsmöglichkeiten sowie überwachte Stellplätze als positiv bewertet. Als negativer Faktor wird beschrieben, dass bei einer Mischung von Verkehrsmodalitäten eher ein Leihfahrradkonzept (in Städten) genutzt werden sollte. Es besteht bei Abstellanlagen die Angst vor Vandalismus und Diebstahl. Zudem würden Diebstähle von S-Pedelecs nicht ausreichend ernst genommen werden.

Die weiteren Verkehrsteilnehmenden bewerten die Abstellanlage mit entsprechend geeigneter Befestigungsmöglichkeit oder überwachte Stellplätze als positiv. Es werden gleiche Abstellrechte für S-Pedelecs gefordert und ein ggf. bestehendes Abstellverbot wird als negativ bewertet. Die Tabelle 8.2.3-26 fasst die Ergebnisse zusammen.

Tabelle 8.2.3-26: Zusammenfassung Abstellanlagen – Österreich

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung, da für Autos bereits umfangreiche Infrastruktur besteht - positive Bewertung von zusätzlich sicherer Befestigungsmöglichkeit/überwachter Abstellplätze	- positive Bewertung mit zusätzlich sicherer Befestigungsmöglichkeit/überwachter Abstellplätze
Negative Faktoren: - Bei Mischung von Verkehrsmodalitäten sollte eher Leihfahrradkonzept verwendet werden - Angst vor Vandalismus/Diebstahl - Diebstahl von S-Pedelec wird nicht ausreichend ernst genommen	- Unverständnis über Abstellverbote für S-Pedelec - Forderung nach gleichen Abstellrechten für S-Pedelecs
Akzeptanzfördernde Kriterien: - Sichere Befestigungsmöglichkeit/ überwachte Abstellplätze	- Sichere Befestigungsmöglichkeit/ überwachte Abstellplätze

Zusammenfassend bewerten S-Pedelec-Fahrende sowie die weiteren Verkehrsteilnehmenden in Österreich die Abstellanlagen allgemein positiv und so auch zusätzlich sichere Befestigungsmöglichkeiten oder überwachte Abstellplätze. Es werden unterschiedliche negative Faktoren genannt, wie bspw. die Angst vor Vandalismus/Diebstahl.

8.2.3.9.3 Abstellanlagen – Schweiz

S-Pedelec-Fahrende in der Schweiz bewerten Abstellanlagen generell als positiv. Sichere Befestigungsmöglichkeiten und gedeckte Unterstände für S-Pedelecs werden ebenfalls als positiv beschrieben. Als negativer Faktor wird in Bezug auf Abstellanlagen die Angst vor Vandalismus und Diebstahl geäußert. Weiter wird ein großes Verbesserungspotential in Bezug auf die vorherrschende Infrastruktur und deren Kompatibilität mit S-Pedelecs gesehen.

Die weiteren Verkehrsteilnehmenden bewerten die Abstellanlagen ebenfalls als positiv, da diese keine Argumente sehen, die für ein Verbot sprechen. Als zusätzlichen positiven Faktor wird eine sicherere Befestigungsmöglichkeit beschrieben. Als negativer Faktor wird genannt, dass es für S-Pedelec-Fahrende möglicherweise nicht das Ziel ist, ihr S-Pedelec an einem Bahnhof abzustellen, sondern dieses für den Arbeitsweg zu nutzen. Weiter wurde auch hier die Angst vor Diebstahl an Abstellanlagen genannt (siehe Tabelle 8.2.3-27).

Tabelle 8.2.3-27: Zusammenfassung Abstellanlagen – Schweiz

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung mit zusätzlich sicherer Befestigungsmöglichkeit - positive Bewertung von Abstellanlagen inkl. gedeckter Unterstand	- positive Bewertung, da keine Argumente bestehen, dass Öffentlichkeit verbietet - positive Bewertung mit zusätzlich sicherer Befestigungsmöglichkeit
Negative Faktoren: - Großes Verbesserungspotential in Bezug auf Kompatibilität der Infrastruktur für S-Pedelec - Angst vor Vandalismus/Diebstahl	- Für S-Pedelec-Fahrende nicht Ziel an Bahnhof abzustellen - Angst vor Diebstahl
Akzeptanzfördernde Kriterien: - Sichere Befestigungsmöglichkeit - Kompatibilität der Infrastruktur	- Sichere Befestigungsmöglichkeit

Zusammenfassend bewerten S-Pedelec-Fahrende sowie die weiteren Verkehrsteilnehmenden in der Schweiz die Abstellanlagen und zusätzlich sicherere Befestigungsmöglichkeiten generell als positiv. Als negativer Faktor wird in beiden Gruppen die Angst vor dem Diebstahl genannt.

8.2.3.10 Prävention und Sensibilisierung (Fahrsicherheitstraining)

Dieses Kapitel fasst die Ergebnisse im Bereich Prävention und Sensibilisierung zum Thema Fahrsicherheitstraining zusammen. Der Fokus liegt auf den Einstellungen gegenüber einem Fahrsicherheitstraining für S-Pedelec-Fahrende. Es werden positive und negative Faktoren sowie allfällig bestehende Zusatzkriterien thematisiert.

8.2.3.10.1 Prävention und Sensibilisierung (Fahrsicherheitstraining) – Deutschland

S-Pedelec-Fahrende in Deutschland bewerten ein Fahrsicherheitstraining als positiv, da die Annahme besteht, dass von S-Pedelecs eine erhöhte Gefahr ausgeht. Ein weiterer positiver Faktor wäre, wenn ein Fahrsicherheitstraining zur Eingliederung von S-Pedelecs auf Radfahranlagen führen würde. Zudem wird ein für S-Pedelecs spezifischer Zweiradschein für Personen ohne Führerschein als positiv bewertet. Eine zusätzliche Fahrprüfung wird jedoch auch als negativ bewertet, da diese keinen Mehrwert gegenüber einem normalen Führerschein bringen würde und zudem eine zusätzliche Hürde für die Verkehrswende schaffen würde. Fokusgruppenteilnehmende schlagen vor, dass im Handel von S-Pedelecs Informationen zum sicheren Fahren mit dem S-Pedelec mitgeben sollten.

Weitere Verkehrsteilnehmende bewerten das Angebot für ein Fahrsicherheitstraining als positiv, insbesondere, wenn es freiwillig sei. Sie beschreiben, dass sie zuletzt einen Fahrradkurs in der Grundschule machten und vieles nicht mehr präsent wäre. Weiter wird ein Training als positiv gesehen, da man annimmt, dass es das Unfallrisiko senkt. Negativ bewertet wird das Fahrsicherheitstraining unter dem Aspekt, dass zusätzliche Regulierungen S-Pedelecs weniger attraktiv machen würde. Die Tabelle 8.2.3-28 fasst die Ergebnisse der Fokusgruppen Deutschland zusammen.

Tabelle 8.2.3-28: Zusammenfassung Prävention und Sensibilisierung (Fahrsicherheitstraining) – Deutschland

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung, da von S-Pedelec erhöhte Gefahr ausgeht - positive Bewertung unter Bedingung, dass auch auf Radwegen gefahren werden darf - positive Bewertung eines spezifischen Zweiradscheins für Personen ohne Führerschein	- positive Bewertung eines Angebots für Fahrsicherheitstrainings, da letzter Fahrradkurs in Grundschule - positive Bewertung eines Fahrsicherheitstrainings unter der Bedingung, dass dieses freiwillig ist - positive Bewertung, da Unfallrisiko gesenkt werden könnte
Negative Faktoren: - negative Bewertung einer weiteren Fahrprüfung, da keinen Mehrwert ggü. normalem Führerschein	- negative Bewertung eines Fahrsicherheitstrainings, da Regulierungen S-Pedelecs weniger attraktiv machen

- negative Bewertung eines Fahrsicherheits-
trainings, keine zusätzlichen Hürden für
Verkehrswende schaffen
- Beim Verkauf von S-Pedelecs sollten Infor-
mationen verpflichtend mitgeben werden

Akzeptanzfördernde Kriterien:

- Erlaubnis auf Radwegen zu fahren
 - Freiwilligkeit des Fahrsicherheitstrainings
-

Zusammenfassend bewerten S-Pedelec-Fahrende sowie weitere Verkehrsteilnehmende ein Fahrsicherheitstraining als positiv, insbesondere, wenn es freiwillig sei. Weiter spricht eine mögliche Senkung des Unfallrisikos mit S-Pedelecs ebenfalls für ein Fahrsicherheitstraining. Negativ bewertet wird es unter dem Aspekt, dass keine zusätzlichen Hindernisse geschaffen werden sollten, die das S-Pedelec unattraktiv machen.

8.2.3.10.2 Prävention und Sensibilisierung (Fahrsicherheitstraining) – Österreich

S-Pedelec-Fahrende in Österreich bewerten ein Fahrsicherheitstraining als positiv, da die Handhabung eines S-Pedelecs als herausfordernd gesehen wird, insbesondere da es sich um eine neue Mobilitätsform handelt. Teilnehmende sehen eine technische und rechtliche Aufklärung zur Handhabung von S-Pedelecs als eine präventiv wirksame Maßnahme. Ein Fahrsicherheitstraining wird hingegen auch als negativ bewertet, da man eine geringe Wirkung antizipiert, wenn stärkere Verkehrsteilnehmende im Verkehr unachtsam fahren.

Die weiteren Verkehrsteilnehmenden bewerten ein Fahrsicherheitstraining ebenfalls aufgrund der herausfordernden Handhabung eines S-Pedelecs als positiv und beschreiben zudem, dass eine technische und rechtliche Aufklärung präventiv wirken könnte. Weiter wird ein Training als positiv bewertet unter der Bedingung, dass dieses gezielt für S-Pedelecs angepasst wird. Als negativer Faktor wird genannt, dass freiwillige Kurse zwar sinnvoll seien, diese aber tendenziell vergessen gehen würden (siehe

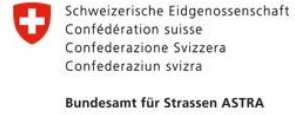


Tabelle 8.2.3-29 für eine Zusammenfassung).

Tabelle 8.2.3-29: Zusammenfassung Prävention und Sensibilisierung (Fahrsicherheitstraining) – Österreich

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung, da herausforderndere Handhabung eines S-Pedelecs - positive Bewertung, da technisch und rechtliche Aufklärung präventiv wirken könnten - positive Bewertung, da Unfallrisiko gesenkt werden könnte - positive Bewertung, da Gefahren mit neuer Mobilitätsform unterschätzt	- positive Bewertung, da herausforderndere Handhabung eines S-Pedelecs - positive Bewertung, da technisch und rechtliche Aufklärung präventiv wirken könnten - positive Bewertung unter der Bedingung, dass gezielt für S-Pedelecs angepasst wird
Negative Faktoren: - negative Bewertung, da geringe Wirkung, wenn stärkere Verkehrsteilnehmende unachtsam sind	- freiwillige Kurse zwar sinnvoll, aber gehen wahrscheinlich vergessen
Akzeptanzfördernde Kriterien: —	- Training auf S-Pedelec-Fahrende zugeschnitten

Zusammenfassend bewerten S-Pedelec-Fahrende sowie die weiteren Verkehrsteilnehmenden ein Fahrsicherheitstraining als positiv, da S-Pedelecs eine herausfordernde Handhabung mit sich bringen und eine technische sowie rechtliche Aufklärung präventiv gegen Unfälle wirken könnten. Es wird zudem von den weiteren Verkehrsteilnehmenden festgehalten, dass das Training spezifisch auf S-Pedelecs zugeschnitten werden sollte.

8.2.3.10.3 Prävention und Sensibilisierung (Fahrsicherheitstraining) – Schweiz

S-Pedelec-Fahrende in der Schweiz bewerten ein Fahrsicherheitstraining als positiv, da S-Pedelecs eine herausfordernde Handhabung mit sich bringen und dieses das Unfallrisiko senken könnte. Teilnehmende sehen grundsätzlich die Möglichkeit, dass beim Kauf eines S-Pedelecs ein initiales Fahrsicherheitstraining mit den Kaufenden durchgeführt wird, jedoch antizipieren Teilnehmende, dass dieses für den Handel nicht von Interesse sei.

Die weiteren Verkehrsteilnehmenden bewerten ein Fahrsicherheitstraining ebenfalls aufgrund der herausfordernden Handhabung, sowie der potenziellen Senkung des Unfallrisikos als positiv. Als eine weitere Option wird ein spezifischer S-Pedelec-Zweiradschein für Personen ohne einen anderen Führerschein beschrieben. Zudem wird ein Training mit rechtlicher Aufklärung ebenfalls als positiv bewertet (siehe Tabelle 8.2.3-30).

Tabelle 8.2.3-30: Zusammenfassung Prävention und Sensibilisierung (Fahrsicherheitstraining) – Schweiz

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: - positive Bewertung, da herausforderndere Handhabung eines S-Pedelecs - positive Bewertung, da Unfälle vermieden werden können	- positive Bewertung, da herausforderndere Handhabung eines S-Pedelecs - positive Bewertung, da Unfallrisiko gesenkt werden könnte - positive Bewertung eines spezifischen Zweiradscheins für Personen ohne Führerschein - positive Bewertung, da rechtliche Aufklärung präventiv wirken könnte
Negative Faktoren: - Kurzes initiales Fahrsicherheitstraining beim Kauf von S-Pedelec, aber Training für Handel nicht von Interesse	—
Akzeptanzfördernde Kriterien:	—

Zusammenfassend bewerten S-Pedelec-Fahrende sowie die weiteren Verkehrsteilnehmenden ein Fahrsicherheitstraining als positiv, da die Handhabung von S-Pedelecs als herausfordernd beschrieben wird und als Präventionsmaßnahme befürwortet wird. Von den anderen Verkehrsteilnehmenden wird zudem ein spezifischer S-Pedelec-Zweiradschein für Personen ohne einen anderen Führerschein vorgeschlagen.

8.2.3.11 Regeln für S-Pedelec-Haltende

In diesem Abschnitt werden zusätzliche Nennungen aufgeführt, die in Zusammenhang mit der Helmpflicht, Fahrzeugkategorie und Versicherungsschutz stehen. Für die Schweiz werden keine zusätzlichen Punkte geschildert.

8.2.3.11.1 Regeln für S-Pedelec-Haltende – Deutschland

S-Pedelec-Fahrende in Deutschland nennen vorwiegend negative Faktoren in Bezug auf Regelungen für S-Pedelec-Haltende. Tabelle 8.2.3-31 führt die zusätzlichen Nennungen zu Regelungen für S-Pedelec-Haltende auf. Als kritisch werden Unklarheiten und rechtliche Unsicherheiten in Zusammenhang mit dem Führen eines S-Pedelecs beschrieben. Diese Unsicherheiten zeigen sich in Bezug auf die Helmpflicht wie auch auf den Versicherungsschutz.

Zusammenfassend lässt sich ableiten, dass in Bezug auf die Regelungen für S-Pedelec-Haltende in Deutschland Unsicherheiten bestehen, die auch unter S-Pedelec-Haltende zu Diskussionen führen.

Tabelle 8.2.3-31: Zusammenfassung weitere Nennungen – Deutschland

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren:	
- Klare Norm für Motorradhelm-Pflicht	—
Negative Faktoren:	
- negative Bewertung der Regelungen, da nicht auf S-Pedelec übertragbar	- Helmpflicht sollte für alle Verkehrsbeteiligten stärker umgesetzt werden
- negative Bewertung der Pflicht für Motorradhelm, da unklare Normen	
- Wunsch nach eigener Fahrzeugkategorie, da keine Verbrennungsmotorfahrzeuge	
- Rechtliche Unsicherheit aufgrund Fahrverhalten in rechtlicher Grauzone	
- Risiko der Ablehnung des Versicherungsschutzes, wenn Fahrverhalten in rechtlicher Grauzone	

8.2.3.11.2 Regeln für S-Pedelec-Haltende – Österreich

S-Pedelec-Fahrende in Österreich wie auch die weiteren Verkehrsteilnehmende beschreiben eine Gleichstellung von S-Pedelec und Motorrad als negativ. Ebenfalls wird die Motorradhelmpflicht negativ bewertet. Tabelle 8.2.3-32 umfasst die in den Fokusgruppen aufgebrachten Argumente.

Tabelle 8.2.3-32: Zusammenfassung weitere Nennungen – Österreich

Zusammenfassung S-Pedelec	Zusammenfassung weitere Verkehrsteilnehmende
Positive Faktoren: —	—
Negative Faktoren: - negative Bewertung der Regelungen, da S-Pedelec gesetzgebungsmäßig eher dem Rad als Motorrad gleichgestellt werden sollte - Helmpflicht: Herausforderung, dass kein gewöhnlicher Helm erlaubt ist und oft anderer Helm getragen wird	- negative Bewertung der Regelungen, da S-Pedelec als Fahrrad gesehen, aber gesetzlich Motorfahrzeug ist

Zusammenfassend beurteilen S-Pedelec-Haltende in Österreich die geltenden Regelungen als negativ.

8.2.3.11.3 Fazit Regeln für S-Pedelec-Haltende

Sowohl in Deutschland als auch in Österreich werden negative Aspekte in Bezug auf die geltenden Regelungen beschrieben. Es ergeben sich negative Bewertungen aus einer subjektiven Unsicherheit in Bezug auf Regeln und Versicherungsschutz (Deutschland) und eines Unverständnisses für die Zuordnung von S-Pedelecs zu Motorrädern. Da die Regelungen für S-Pedelec-Haltende nicht in allen Fokusgruppen diskutiert wurden, lässt sich für die Regeln nur ein Fazit für Deutschland und Österreich ziehen.

8.2.4 Ergebnisse Akzeptanzbefragung

8.2.4.1 Eingliederungsmaßnahmen der S-Pedelecs in die bestehende Verkehrsinfrastruktur

8.2.4.1.1 Akzeptanz der Maßnahmen nach Land

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Eingliederungsmaßnahmen abhängig von der Akzeptanz der Befragten in den Ländern Deutschland, Schweiz und Österreich berichtet.

Forschungsfrage: Gibt es Unterschiede in der Akzeptanz der Maßnahmen in Abhängigkeit der Länder?

Der Unterschied zwischen den Ländern wurde jeweils mittels Welch's t-Test und Post-Hoc Test überprüft. Statistisch relevante Unterschiede zwischen den Ländern werden erörtert. Tabelle 8.2.4-1 zeigt die Mittelwerte der Akzeptanz über alle Maßnahmen über alle Länder und alle Maßnahmen. Bei der Interpretation ist auch hier zu berücksichtigen, dass Radfahrende, Pedelec-Fahrende und S-Pedelec-Fahrende vermutlich übervertreten sind (siehe Kapitel Auswertung der Akzeptanzbefragung).

Tabelle 8.2.4-1: Maßnahmen nach Land und Ortslage – Mittelwerte Akzeptanz. Anmerkung: Deutschland (n = 455), Österreich (n = 470), Schweiz (n = 477), Standardabweichungen von 1.08–1.48; (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel)

	Mischverkehr mit MIV			Radfahranlagen			Gemeinsame Geh- und Radwege			Wahlfreiheit		
	über all	in-ner-orts	au-ßer-orts	über all	in-ner-orts	au-ßer-orts	über all	in-ner-orts	au-ßer-orts	Über all	in-ner-orts	au-ßer-orts
DE	3,11	3,13	3,01	3,61	3,59	3,60	3,31	3,34	3,48	3,09	3,09	3,23
AT	3,31	3,34	3,23	3,55	3,59	3,63	3,13	3,14	3,19	2,91	2,92	3,08
CH	3,16	3,16	3,06	3,78	3,77	3,81	3,33	3,30	3,45	2,84	2,96	3,04

Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV - Ländervergleich

Die Akzeptanz für die Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV unterscheidet sich in Hinblick auf die Länder kaum voneinander (siehe Abbildung 8.2.4-1). In Österreich (positive Bewertung / Kategorien: akzeptabel und sehr akzeptabel 45 %) ist die Akzeptanz für die Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV höher als in Deutschland (37

%). Bei der Interpretation ist auch hier zu berücksichtigen, dass Radfahrende, Pedelec-Fahrende und S-Pedelec-Fahrende vermutlich übervertreten sind (siehe Kapitel Auswertung der Akzeptanzbefragung).

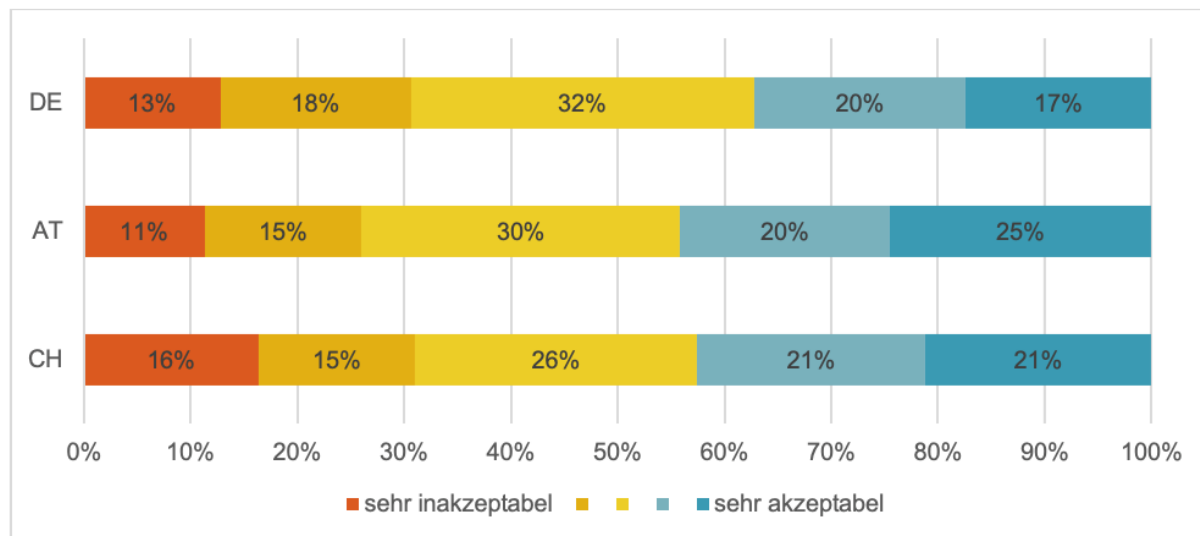


Abbildung 8.2.4-1: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in den Mischverkehr mit MIV überall (innerorts & außerorts) im Ländervergleich

Dieser Unterschied ist statistisch relevant jedoch gering. In der Schweiz geben 42 % der Befragten an, diese Maßnahme akzeptabel zu finden. Die Ergebnisse innerorts und außerorts zeigen dasselbe Bild.

Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen – Ländervergleich

Die Akzeptanz für die Nutzung von S-Pedelecs auf Radfahranlagen variiert im Durchschnitt zwischen der Schweiz, Deutschland und Österreich leicht. In der Schweiz ist die Akzeptanz dieser Maßnahme mit 63 % (positive Bewertung, Kategorien akzeptabel und sehr akzeptabel) höher als in Deutschland (56 %) und Österreich (52 %) (siehe Abbildung 8.2.4-2). Dieser Unterschied zeigt sich auch, wenn man diese Eingliederungsmaßnahme ausschließlich innerorts oder außerorts isoliert betrachtet. Der Unterschied zwischen der Schweiz und Deutschland sowie zwischen der Schweiz und Österreich ist statistisch relevant, jedoch gering. Die Akzeptanz in Österreich und Deutschland unterscheidet sich nicht signifikant.

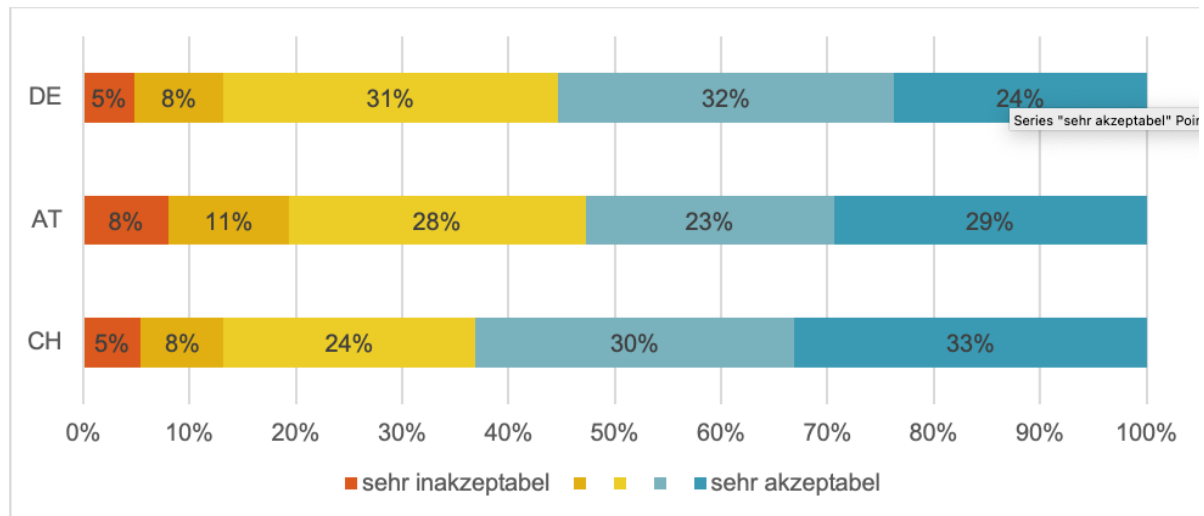


Abbildung 8.2.4-2: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in Radfahranlagen überall (innerorts & außerorts) im Ländervergleich

Eingliederung von S-Pedelecs in Geh- und Radwege – Ländervergleich

In Österreich gaben nur 40 % der Befragten an, die Eingliederung von S-Pedelecs auf allen Geh- und Radwegen (innerorts und außerorts) zu akzeptieren, während es in Deutschland 45 % waren und in der Schweiz 51 % (siehe Abbildung 8.2.4-3). Der Unterschied zwischen Österreich und Deutschland sowie Österreich und der Schweiz ist statistisch relevant, aber gering. Die Akzeptanz für diese Eingliederungsmaßnahme spezifisch außerorts ist ebenfalls in Österreich signifikant geringer im Vergleich zu Deutschland oder der Schweiz. Innerorts zeigt sich kein statistisch relevanter Unterschied. Obwohl der Welch's-Test für beide Bereiche (innerorts und außerorts) ein signifikantes Ergebnis aufweist, zeigt der Post-hoc Test nicht signifikante Werte. Es wird angenommen, dass dieses Bild durch die enthaltene Komponente außerorts entsteht.

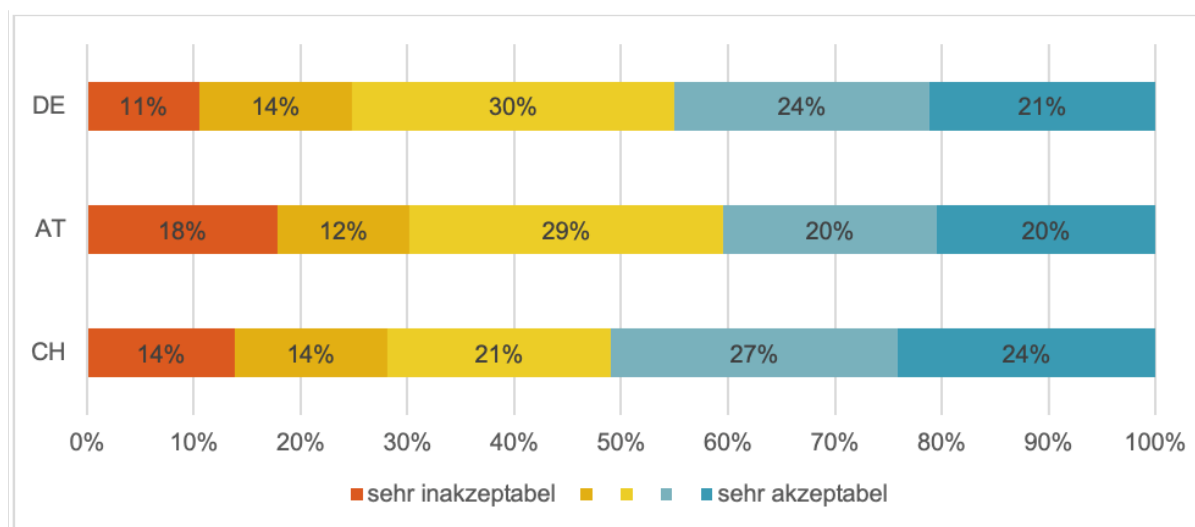


Abbildung 8.2.4-3: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in gemeinsame Geh- und Radwege überall (innerorts & außerorts) im Ländervergleich

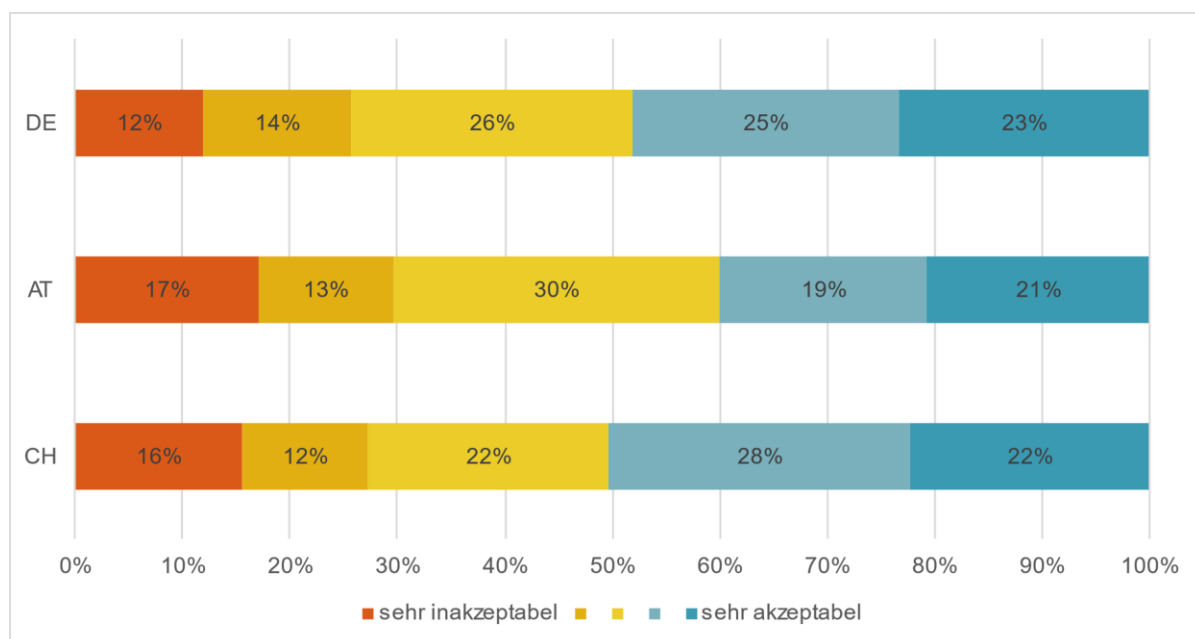


Abbildung 8.2.4-4: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in gemeinsame Geh- und Radwege innerorts im Ländervergleich

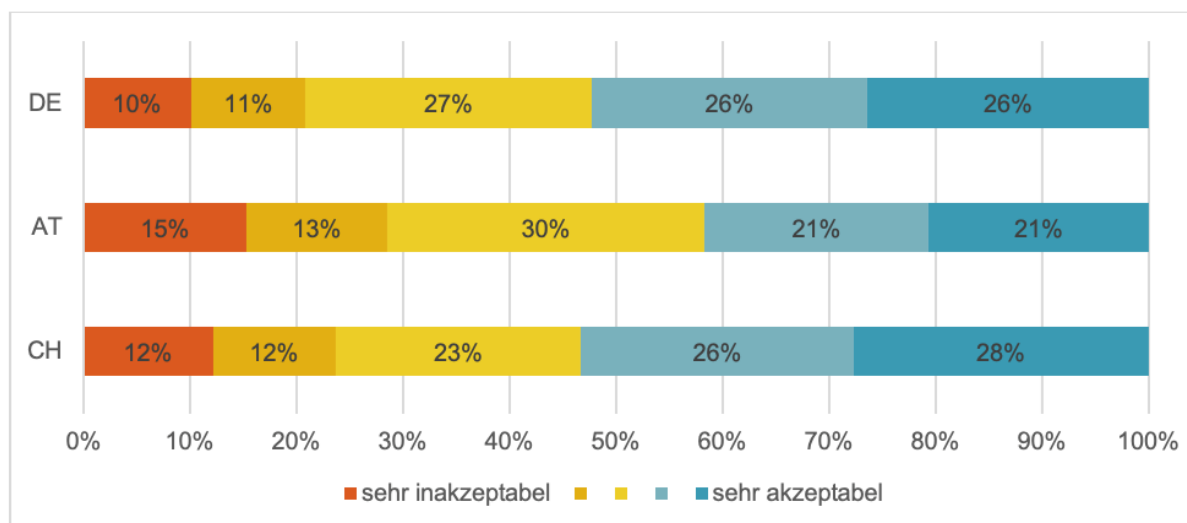


Abbildung 8.2.4-5: Akzeptanz der Eingliederung von S-Pedelecs in gemeinsame Geh- und Radwege außerorts im Ländervergleich

Wahlfreiheit – Ländervergleich

Die deskriptiven Analysen zeigen wiederum, dass die Unterschiede zwischen den Ländern klein sind. Die Akzeptanz für Wahlfreiheit für S-Pedelec-Fahrende ist mit 41 % in Deutschland am höchsten und in Österreich mit 33 % am tiefsten. In der Schweiz liegt sie bei 36 % (siehe Abbildung 8.2.4-6). Ein statistisch relevanter Unterschied konnte nur zwischen Deutschland und Österreich festgestellt werden, wobei die Unterschiede zwischen allen drei Ländern nur sehr gering sind.

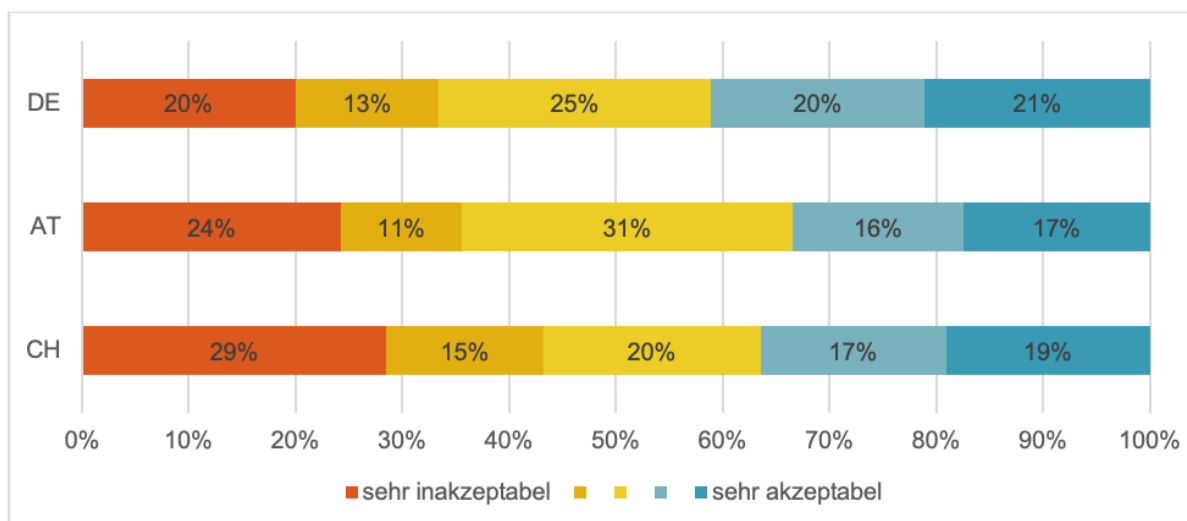


Abbildung 8.2.4-6: Akzeptanz von Wahlfreiheit für S-Pedelec-Fahrende überall (innerorts & außerorts) im Ländervergleich

8.2.4.1.2 Akzeptanz der Geschwindigkeitsregulation nach Land

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Akzeptanz der Geschwindigkeitsregulation abhängig von der Akzeptanz der Befragten in den Ländern Deutschland, Schweiz und Österreich berichtet.

Forschungsfrage: Gibt es Unterschiede in der Akzeptanz der Geschwindigkeitsregulation in Abhängigkeit der Länder?

Der Unterschied zwischen den Ländern wurde jeweils mittels Welch's t-Test und Post-Hoc Test überprüft. Statistisch relevante Unterschiede zwischen den Ländern werden erörtert. zeigt die Mittelwerte der Akzeptanz über alle Länder und beide Maßnahmen der Geschwindigkeitsregulation. Bei der Interpretation ist auch hier zu berücksichtigen, dass Radfahrende, Pedelec-Fahrende und S-Pedelec-Fahrende vermutlich übervertreten sind (siehe Kapitel 3.3.2.3.2).

Die Akzeptanz von Maßnahmen zur Geschwindigkeitsregulation ist bei beiden Maßnahmen hoch, wobei hier eine Limitation besteht, die im vorhergehenden Kapitel näher erläutert wurde. In der Tabelle 8.2.4-2 sind die Mittelwerte der jeweiligen Länder und Maßnahmen dargestellt. Die Mittelwerte sind allgemein hoch und variieren zwischen 3,85 und 4,00.

Tabelle 8.2.4-2: Übersicht über Mittelwerte der Akzeptanzbefragung zu Geschwindigkeitsregulation auf 30km/h (innerorts auf Radfahranlagen und gemeinsamen Geh- und Radwegen) – Mittelwerte Akzeptanz nach Land. Anmerkung: Deutschland (n = 455), Österreich (n = 470), Schweiz (n = 477), Standardabweichungen 1.08–1.23; (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel)

	Elektronische Geschwindigkeitsregulation S-Pedelecs	Geschwindigkeitsregulation alle Radfahrenden
Total	3,97	3,89
DE	3,98	3,90
AT	3,93	3,85
CH	4,00	3,92

Elektronische Geschwindigkeitsregulation von S-Pedelec auf 30 km/h auf Radfahranlagen – Ländervergleich

Die Akzeptanz für die elektronische Geschwindigkeitsregulation von S-Pedelecs auf 30 km/h auf Radfahranlagen ist in allen drei Ländern hoch (DE 69 %, AT 67 % und CH 73 %, siehe

Tabelle 8.2.3-7) und unterscheidet sich statistisch nicht zwischen den Ländern. Dieses Ergebnis ist jedoch mit Einschränkungen zu betrachten, da es anzunehmen ist, dass die Fragestellung für die Befragten unklar war oder möglicherweise nicht genau gelesen wurde. Es ist zu vermuten, dass die Formulierung "elektronisch" von den Teilnehmenden nicht eindeutig dem Eingriff in die Geschwindigkeitsregulation des S-Pedelecs zugeordnet werden konnte. Da die Frage nach der Geschwindigkeitsregulation für alle Radfahrende auf 30 km/h ähnlich hohe Ergebnisse in Bezug auf deren Akzeptanz erzielten (DE 68 %, AT 64 % und CH 69 %) ist zu vermutet, dass die Befragten unter beiden Fragen eine allgemeine Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30km/h mittels Beschilderung verstanden.

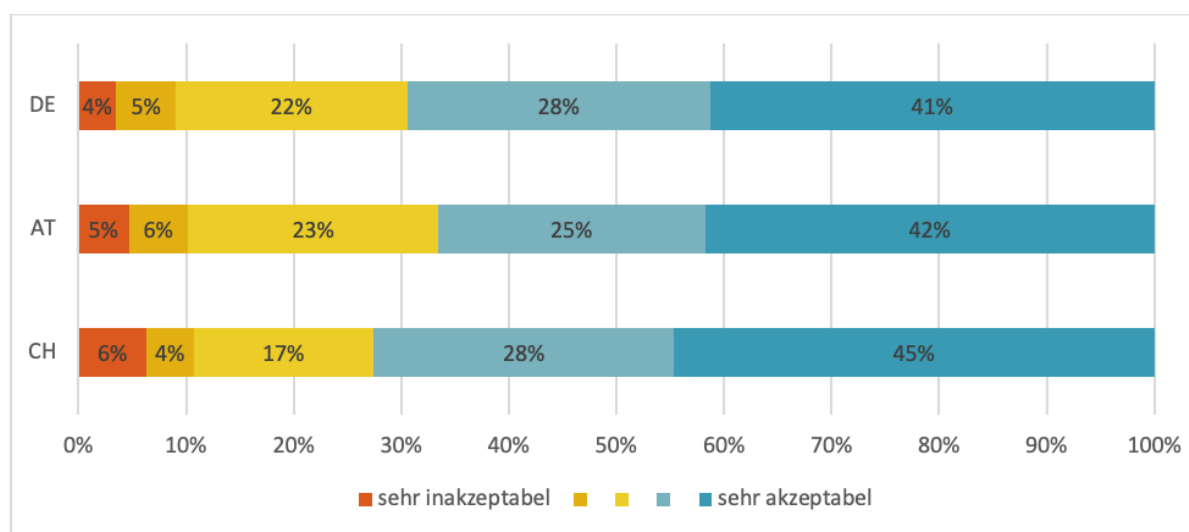


Abbildung 8.2.4-7: Geschwindigkeitsregulation für S-Pedelecs elektronisch auf 30km/h – Akzeptanz nach Land

Geschwindigkeitsregulation für alle Radfahrenden auf 30 km/h auf Radfahranlagen – Ländervergleich

Die Geschwindigkeitsregulation für alle Radfahrende auf 30 km/h weist ähnlich hohe Akzeptanzwerte wie die elektronische Geschwindigkeitsregulation für S-Pedelecs auf (DE 68 %, AT 64 % und CH 69 %, siehe Tabelle 8.2.3-8). Zwischen den Ländern besteht kein statistisch relevanter Unterschied. Wie bereits erwähnt, ist zu vermutet, dass die Befragten unter beiden Fragen eine allgemeine Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h mittels Beschilderung verstanden.

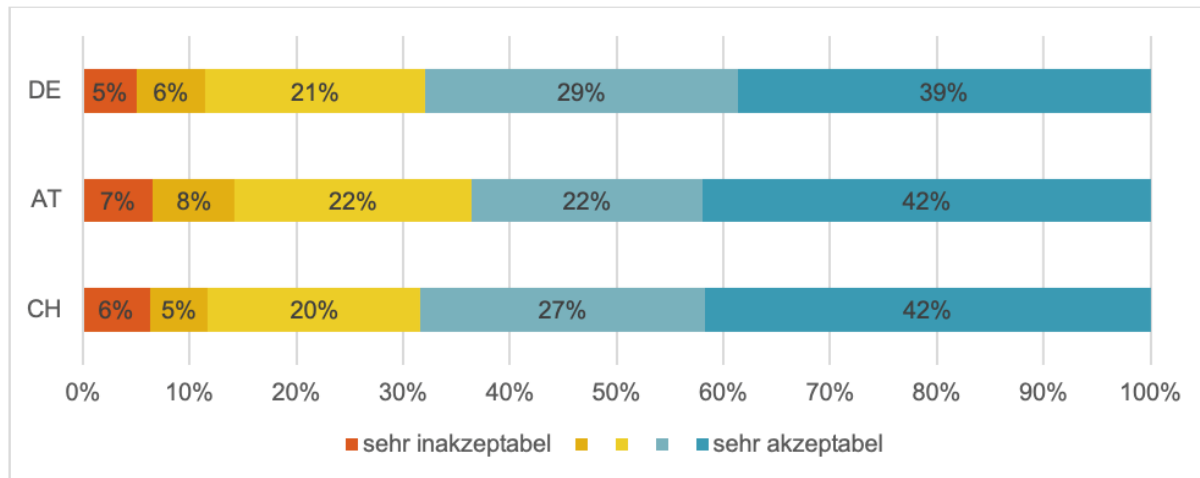


Abbildung 8.2.4-8: Akzeptanz von Geschwindigkeitsregulation für alle Radfahrenden auf 30km/h im Ländervergleich

8.2.4.1.3 Akzeptanz der Integration in ÖPV nach Land

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Akzeptanz der Integration in den ÖPV abhängig von der Akzeptanz der Befragten in den Ländern Deutschland, Schweiz und Österreich berichtet.

Forschungsfrage: Gibt es Unterschiede in der Akzeptanz der Integration in den ÖPV in Abhängigkeit der Länder?

Der Unterschied zwischen den Ländern wurde jeweils mittels Welch's t-Test und Post-Hoc Test überprüft. Statistisch relevante Unterschiede zwischen den Ländern werden erörtert. Tabelle 8.2.4-3 zeigt die Mittelwerte der Akzeptanz über alle Länder und beide Maßnahmen der Geschwindigkeitsregulation. Bei der Interpretation ist auch hier zu berücksichtigen, dass Radfahrende, Pedelec-Fahrende und S-Pedelec-Fahrende vermutlich übervertreten sind (siehe Kapitel 3.3.2.3.2).

Das Akzeptanzniveau für das Abstellen von S-Pedelecs bei Abstellanlagen an Haltestellen des ÖPV ist in allen drei Ländern hoch ($M = 4,12$). Auch die Akzeptanz für die Mitnahme von S-Pedelecs im ÖPV ist allgemein hoch und variiert im Mittelwert zwischen 3,53 und 3,66. In Tabelle 8.2.4-3 sind die Mittelwerte der jeweiligen Länder und Maßnahmen dargestellt.

Tabelle 8.2.4-3: Übersicht über die Mittelwerte der Akzeptanz der Integration von S-Pedelecs im ÖPV. Deutschland (n = 455), Österreich (n = 470), Schweiz (n = 477), Standardabweichungen 1.04–1.36; (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel)

	Mitnahme von S-Pedelecs im ÖPV	Abstellen von S-Pedelecs bei Abstellanlagen an Haltestellen des ÖPV
Total	3,55	4,12
DE	3,66	4,12
AT	3,53	4,12
CH	3,45	4,12

Mitnahme im öffentlichen Personenverkehr – Ländervergleich

Die Akzeptanz für die Mitnahme von S-Pedelecs im öffentlichen Personenverkehr ist mit 60 % in Deutschland am höchsten und in Österreich mit 51 % am tiefsten (siehe Abbildung 8.2.4-9). In der Schweiz liegt sie bei 54 %. Ein Unterschied im Durchschnitt konnte nur zwischen Deutschland und der Schweiz signifikant festgestellt werden, wobei sich die Mittelwerte zwischen allen drei Ländern nur sehr gering unterscheiden.

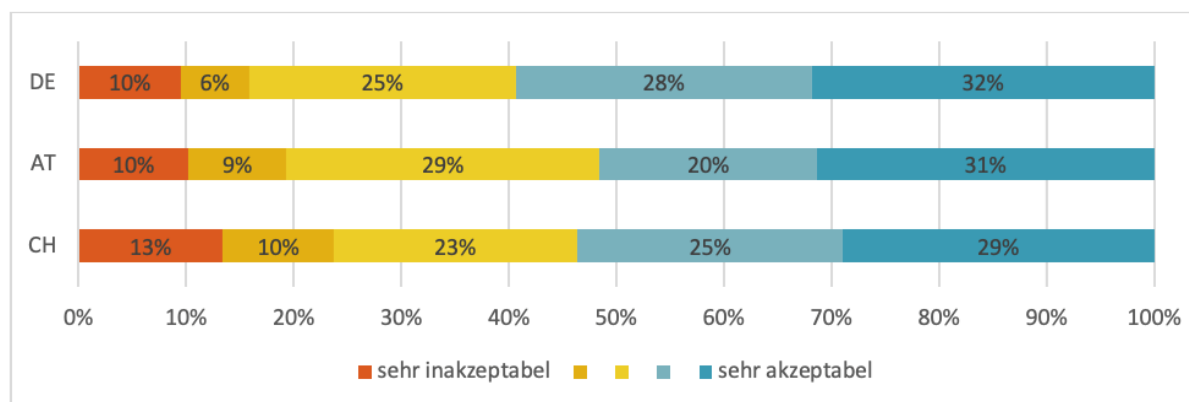


Abbildung 8.2.4-9: Akzeptanz für die Mitnahme von S-Pedelecs im ÖPV im Ländervergleich

Abstellanlagen an Haltestellen des öffentlichen Verkehrs – Ländervergleich

Die Akzeptanz für das Abstellen von S-Pedelecs an Haltestellen des öffentlichen Verkehrs liegt in der Schweiz bei 76 %, in Deutschland bei 74 % und in Österreich bei 73 % (siehe Abbildung 8.2.4-10). Ein Unterschied in den Mittelwerten konnte zwischen den Ländern nicht festgestellt werden.

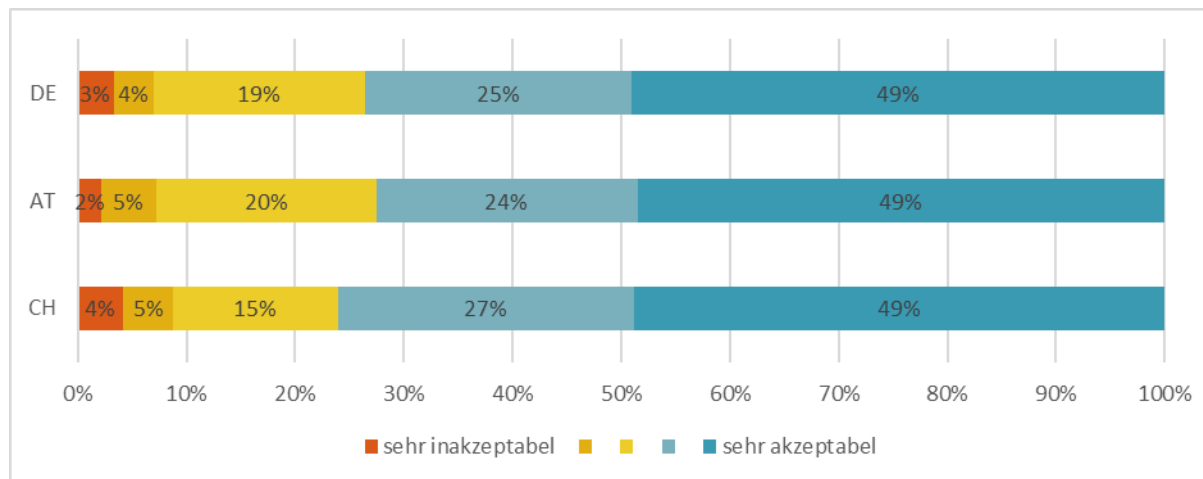


Abbildung 8.2.4-10: Akzeptanz für das Abstellen von S-Pedelecs an Abstellanlagen an Haltestellen des ÖPV im Ländervergleich

8.2.4.1.4 Akzeptanz von Maßnahmen zur Prävention und Sensibilisierung nach Land

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Akzeptanz der Prävention und Sensibilisierung abhängig von der Akzeptanz der Befragten in den Ländern Deutschland, Schweiz und Österreich berichtet.

Forschungsfrage: Gibt es Unterschiede in der Akzeptanz der Prävention und Sensibilisierung in Abhängigkeit der Länder?

Der Unterschied zwischen den Ländern wurde jeweils mittels Welch's t-Test und Post-Hoc Test überprüft. Statistisch relevante Unterschiede zwischen den Ländern werden erörtert. Tabelle 8.2.4-4 zeigt die Mittelwerte der Akzeptanz über alle Länder und Maßnahmen der Prävention/Sensibilisierung. Bei der Interpretation ist auch hier zu berücksichtigen, dass Radfahrende, Pedelec-Fahrende und S-Pedelec-Fahrende vermutlich übervertreten sind (siehe Kapitel 3.3.2.3.2).

Das Akzeptanzniveau für ein freiwilliges Fahrsicherheitstraining ist in allen drei Ländern hoch (siehe Abbildung 8.2.4-11). Auch die Akzeptanz für Helmpflicht ist hoch und variiert im Mittelwert zwischen 4,13 und 4,35. Die Akzeptanz eines verpflichtenden Fahrsicherheitstrainings liegt zwischen 3,68 und 3,89. In der Tabelle 8.2.4-4 sind die Mittelwerte der jeweiligen Länder und Maßnahmen dargestellt.

Tabelle 8.2.4-4: Übersicht über Mittelwerte der Akzeptanz der Sicherheitsmaßnahmen nach Land. Anmerkung: Deutschland (n = 455), Österreich (n = 470), Schweiz (n = 477), Standardabweichungen 1.02–1.22 (Skala 1 = sehr inakzeptabel; 5 = sehr akzeptabel)

	Freiwilliges Fahrsicher- heitstraining	Verpflichtendes Fahrsi- cherheitstraining	Helmpflicht
Total	4,12	3,81	4,22
DE	4,14	3,68	4,13
AT	4,11	3,89	4,17
CH	4,10	3,84	4,35

Freiwilliges Fahrsicherheitstraining – Ländervergleich

Ein freiwilliges Fahrsicherheitstraining für S-Pedelec-Fahrende wird in der Schweiz und in Deutschland jeweils von 74 % der Befragten als akzeptable Maßnahme eingestuft. In Österreich geben 72 % an, diese Maßnahme als akzeptabel zu betrachten (siehe Abbildung 8.2.4-11). Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Ländern.

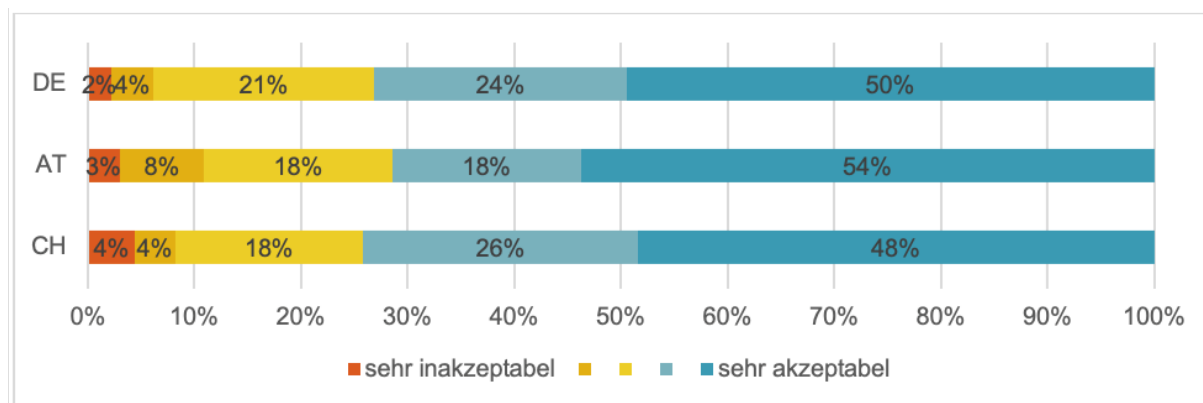


Abbildung 8.2.4-11: Akzeptanz von freiwilligem Sicherheitstraining für S-Pedelecs nach Land

Verpflichtendes Fahrsicherheitstraining – Ländervergleich

Ein verpflichtendes Fahrsicherheitstraining für S-Pedelec-Fahrende wird in Österreich von 66 % und in Deutschland von 57 % der Befragten als akzeptable Maßnahme eingestuft (siehe Abbildung 8.2.4-12). In der Schweiz geben 64 % an, diese Maßnahme als akzeptabel zu betrachten. Die Zustimmung zu einem verpflichtenden Fahrsicherheitstraining ist in Österreich signifikant größer als in Deutschland, wobei der Unterschied gering ist.

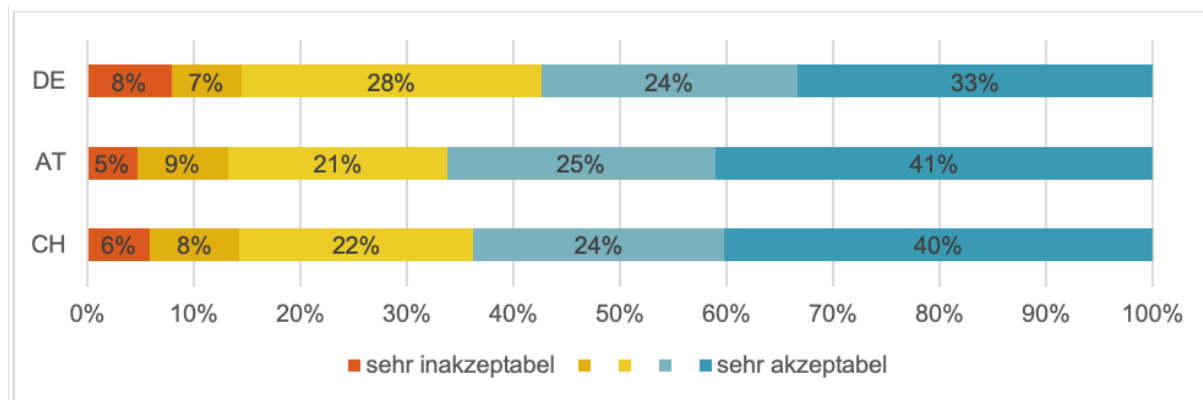


Abbildung 8.2.4-12: Akzeptanz von verpflichtendem Fahrsicherheitstraining nach Land

Helmpflicht – Ländervergleich

Die Helmpflicht wird in der Schweiz zu 80 %, in Österreich zu 74 % und in Deutschland zu 71 % akzeptiert (siehe Abbildung 8.2.4-13). Alle drei Länder unterscheiden sich signifikant in ihrem Akzeptanzniveau, wobei der Unterschied gering ist.

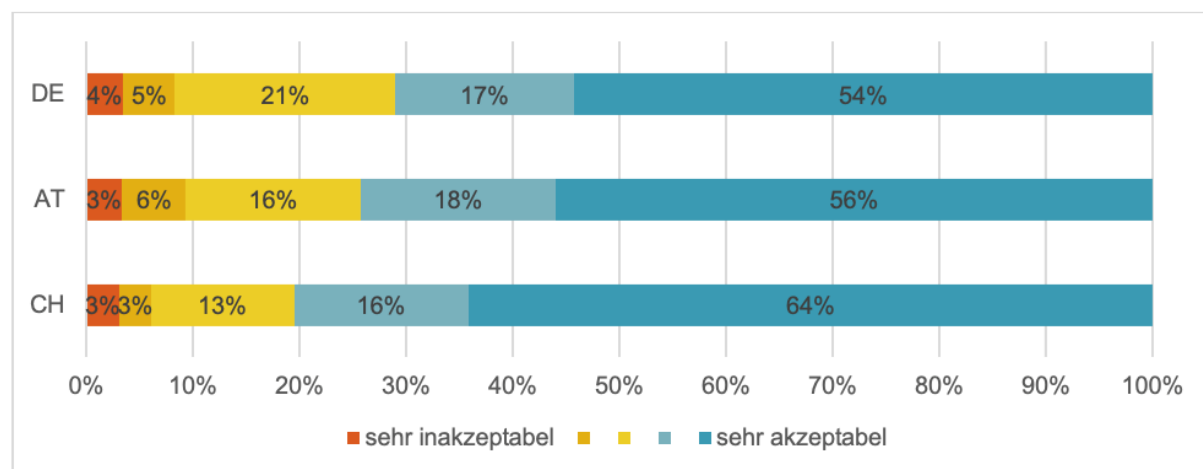


Abbildung 8.2.4-13: Akzeptanz von Helmpflicht nach Land