

SteigtUM!

Verbundprojekt: System elektrischer Kleinfahrzeuge zum privaten und gewerblichen Transport als ganzheitlicher Lösungsansatz urbaner Mobilitätsprobleme

Teilvorhaben: Nutzerforschung für eine optimierte Gestaltung der Mensch-Technik-Interaktion

Schlussbericht

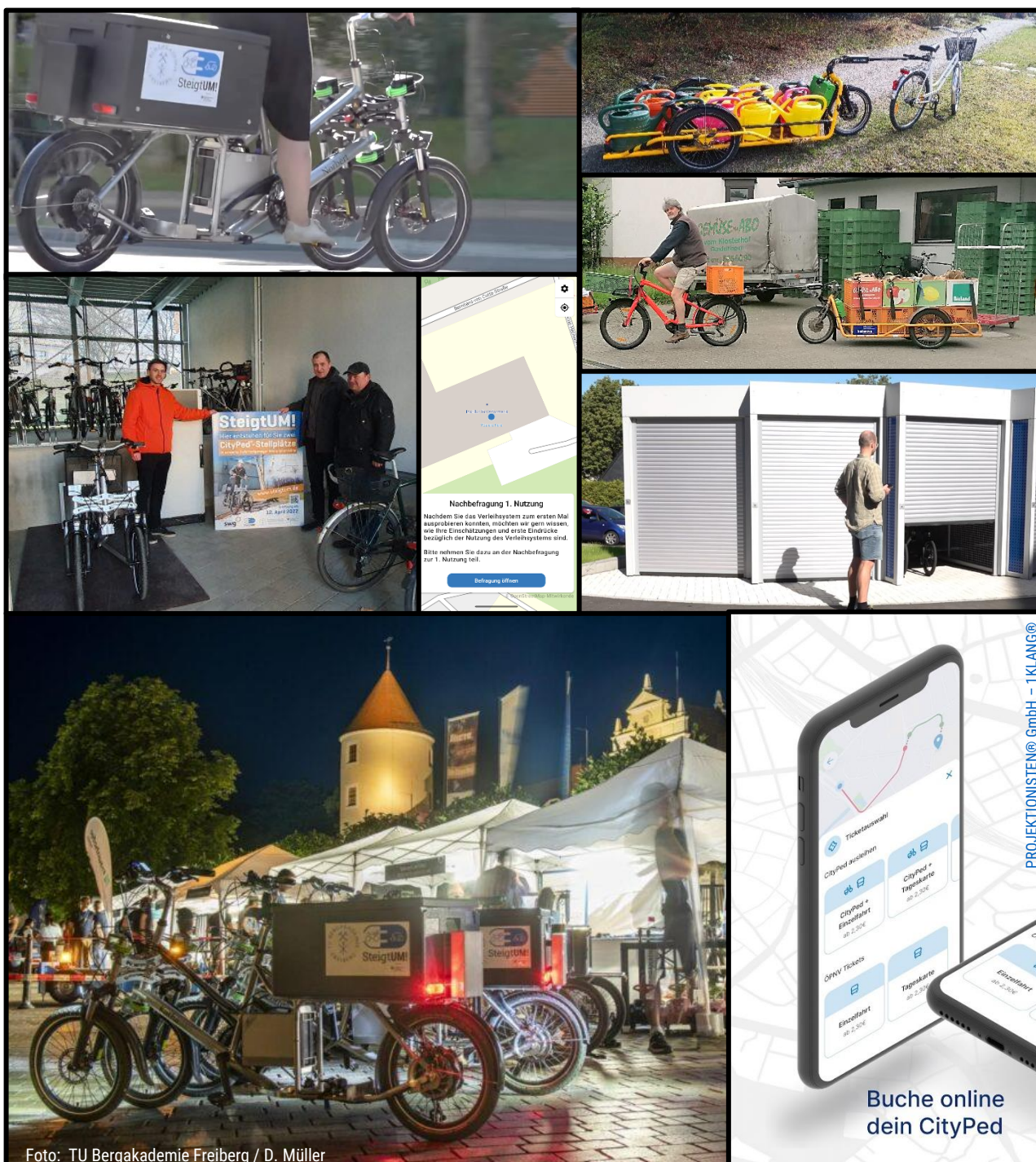


Foto: TU Bergakademie Freiberg / D. Müller



SteigtUM!

Zuwendungsempfänger Technische Universität Chemnitz Institut für Psychologie Forschungsgruppe Allgemeine und Arbeitspsychologie Wilhelm-Raabe-Str. 43, 09120 Chemnitz	Förderkennzeichen: 16SV8273
BMBF Bekanntmachung: "Individuelle und adaptive Technologien für eine vernetzte Mobilität"; Phase 2 Projektleitung	
Forschungsgruppe Allgemeine Psychologie & Arbeitspsychologie	Prof. Dr. Josef F. Krems Kontakt: Maria Kreußlein Tel.: 0371/531-34269 Email: maria.kreusslein@psychologie.tu- chemnitz.de
Projektpartner	
Professur Sozialpsychologie	Prof. Dr. Frank Asbrock Kontakt: Dr. Claas Pollmanns; Email: claas.pollmanns@psychologie.tu- chemnitz.de
Laufzeit des Projektes:	01.12.2019 bis 30.05.2024
Berichtszeitraum:	01.12.2019 bis 30.05.2024

Autor/-innen:

Kreußlein, M.; maria.kreusslein@psychologie.tu-chemnitz.de

Liehr, D.; dorothea.liehr@psychologie.tu-chemnitz.de

Pollmanns, C.; claas.pollmanns@psychologie.tu-chemnitz.de

Joura, V.; vincent.joura@posteo.de

Dr. Kreißig, I.; Isabel.Kreissig@iwu.fraunhofer.de

Dr. Morgenstern, T.; tina.morgenstern@mb.tu-chemnitz.de

Projektleitung: Prof. Dr. Josef F. Krems

Inhaltsverzeichnis

1. KURZE DARSTELLUNG	1
1.1 Gesamtziel des Vorhabens	1
1.2 Aufgabenstellung & Forschungsfragen	1
1.3 Voraussetzungen des Vorhabens	2
1.3.1 Projektstruktur	3
1.3.2 Projektplan	4
1.3.3 Projektpartner	7
1.4 Stand der Wissenschaft und Technik	8
1.5 Verwendete Fachliteratur, sowie benutzte Informations- und Dokumentationsdienste	11
1.6 Zusammenarbeit mit anderen Stellen	14
2. WICHTIGSTE POSITIONEN DES ZAHLENMÄßIGEN NACHWEISES	15
3. NOTWENDIGKEIT UND ANGEMESSENHEIT DER GELEISTETEN ARBEIT	15
4. EINGEHENDE DARSTELLUNG ERZIELTER ERGEBNISSE	16
4.1 Durchgeführte Studien	16
4.1.1 Studienbeschreibung	21
4.1.1.1 Befragung zum Mobilitätsverhalten und Anforderungen an Lastenpedelecs (A2.1)	21
4.1.1.2 Testival – nutzerseitige Beurteilung verschiedener Lastenpedelec-Konzepte (A2.5)	21
4.1.1.3 Nutzertest des CityPeds zum Fahren, Parken und Laden (A2.5)	23
4.1.1.4 Nutzertest CityScooter Evaluation zum Fahren und Beladen (A2.5)	25
4.1.1.5 Laborstudie autonomes Parken (A3.8)	26
4.1.1.6 Quick'n'Dirty App-Evaluation SteigtUM!-App (B2.6)	27
4.1.1.7 Quick'n'Dirty App-Evaluation SteigtUM!-Routing-App (B2.6)	29
4.1.1.8 MieterInnen-Befragung zu (Lasten)Fahrradverleihsystemen (C1.3)	30
4.1.1.9 Reallabor private Nutzung 2022/2023/2024. (C1.7)	31
4.1.1.10 Reallabor gewerbliche Nutzung 2022/2023/2024.(C1.5)	37
4.2 Beantwortung der Forschungsfragen	39
4.2.1 Wie werden Mikromobile von Nutzern unterschiedlicher Nutzergruppen (privat, gewerblich, Studenten, ältere Bevölkerung) akzeptiert und welche unterschiedlichen Bedarfe haben Nutzer?	39
4.2.1.1 Bedarfe an Mikromobile	39
4.2.1.2 CityPed	45
4.2.1.3 CityTrunk	51
4.2.1.4 CityScooter	52
4.2.1.5 Fazit: Akzeptanz, Bedarfe und Nutzergruppen	55
4.2.2 Welche Stellglieder für eine erfolgreiche Marktabtastung sind die wichtigsten und welche Barrieren müssen noch überwunden werden?	56
4.2.2.1 Anforderungen bei privater Nutzung	56
4.2.2.2 Anforderungen bei gewerblicher Nutzung	62
4.2.2.3 Fazit: Stellglieder und Barrieren	62

4.2.3	Welche Aspekte müssen speziell im Bereich Mikromobile adressiert werden, um eine optimale Mensch-Technik-Interaktion zu erlangen?	63
4.2.3.1	CityPed: Anforderungen, Akzeptanz, Benutzerfreundlichkeit und Nutzungsverhalten	64
4.2.3.2	CityTrunk: Anforderungen, Akzeptanz, Benutzerfreundlichkeit und Nutzungsverhalten	73
4.2.3.3	CityScooter: Anforderungen, Akzeptanz, Benutzerfreundlichkeit und Nutzungsverhalten	75
4.2.3.4	App: Anforderungen, Akzeptanz, Benutzerfreundlichkeit und Nutzungsverhalten	77
4.2.3.5	Gesamtsystem	83
4.2.3.6	Zusammenfassung	84
4.2.3.7	Fazit: Aspekte für eine optimale Mensch-Technik-Interaktion	86
4.2.4	Welche Außenkommunikationskanäle brauchen autonome Mikromobile und wie sollten diese gestaltet sein?	86
4.2.4.1	Usability	87
4.2.4.2	Akzeptanz	87
4.2.4.3	Vertrauen	89
4.2.4.4	Fazit: Gestaltung der Außenkommunikation für autonom agierende Mikromobile	89
4.2.5	Wie sieht eine nutzeroptimierte, autonome Park- und Ladestation aus?	90
4.2.5.1	Kontrollierbarkeit	90
4.2.5.2	Usability	91
4.2.5.3	Kontrollleuchte für korrektes Einparken	92
4.2.5.4	Fazit: Nutzeroptimierte Park- und Ladestation?	93
4.2.6	Wie sollte eine nutzeroptimierte Einbindung der entwickelten Mikromobile in die multimodalen Transportsysteme gestaltet sein?	94
4.2.6.1	Bewertung der intermodalen SteigtUM!-Routing App	94
4.2.6.2	Fazit: Nutzeroptimierte Einbindung in multimodalen Transportsysteme	98
4.2.7	Wie können NutzerInnen motiviert werden, ihr Verhalten beim Sharing zu optimieren, so dass das ökonomische und ökologische Potential besser ausgeschöpft werden kann?	98
4.2.7.1	Gamification und Belohnungssysteme	98
4.2.7.2	Kombination finanzieller und nicht-finanzieller Anreize	98
4.2.7.3	Transparente Rückmeldung und visuelle Darstellung	99
4.2.7.4	Soziale Normen und Gemeinschaftsgefühl fördern	99
4.2.7.5	Dynamische und lokale Anreizstruktur	100
4.2.7.6	Erklärvideos und Aufklärung über Datenschutz	100
4.2.7.7	Fazit: Motivation und Sharing-Konzepte	100
4.2.8	Welche sozialen Effekte haben Konzepte wie die Community-Logistik?	101
4.2.8.1	Stärken und Schwächen des Systems: SWOT-Analyse	102
4.2.8.2	NutzerInnenperspektive in Bezug auf Crowdshipping	103
4.2.8.3	Community-basiertes Rebalancing	105
4.2.8.4	Längsschnittliche Untersuchung der Nutzung und der Möglichkeit, Mitbringdienste für Ältere durchzuführen.	106
4.2.8.5	Fazit: Soziale Aspekte der Community-Logistik	108
5.	VORAUSSICHTLICHER NUTZEN	109
5.1	Anforderungen	109
5.2	Mobile	109
5.3	App	110
5.4	Community	110
5.5	Reallabor	111

5.6	Reputation	112
6.	ERFOLGTE ODER GEPLANTE VERÖFFENTLICHUNG DER ERGEBNISSE	113
6.1	Veröffentlichungen	113
6.2	Geplante Veröffentlichungen	114
7.	LITERATURVERZEICHNIS	115
8.	ANHANG	118

I. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Struktur des Vorhabens SteigtUM!-Arbeitspakete und Querschnittsfelder.	3
Abbildung 2. Ursprünglicher Ablaufplan des Teilprojektes.	4
Abbildung 3. Angepasster und gesetzteer Projektplan nach Laufzeitverlängerung.....	5
Abbildung 4. Lastenradmodelle im Testival. A) TreGo, B) Douze, C) Fred (CityPed), D) Chike.	22
Abbildung 5. Links: Schematische Darstellung des Parcours für Testfahrten mit den Versuchsfahrzeugen. Rechts: Fotodokumentation des Parcours.	23
Abbildung 6. Aufbau Ein- und Ausparkstudie.....	24
Abbildung 7. Durchführung einer Slalomfahrtmit Beladung während des Versuchs.	25
Abbildung 8. Screenshots der SteigtUm!-App.	28
Abbildung 9. Wissen bezüglich Smartphones (Mittelwerte mit 95 % Konfidenzintervall).	29
Abbildung 10. Wissen bezüglich Apps (Mittelwerte mit 95 % Konfidenzintervall).	29
Abbildung 11. Nutzungshäufigkeit App zur (intermodalen) Routenplanung.	30
Abbildung 12. Eröffnungsfeier am 12. April 2022	33
Abbildung 13. Lastenradanhänger CityTrunk im Bild (gelb) mit Projektteam und Nutzenden des Fahrradkurier-Service IMNU in Dresden.....	37
Abbildung 14. Schematische Darstellung der Erhebungszeitpunkte, -methoden in Phase 1 des Reallabors.	37
Abbildung 15 Auslieferung von Waren mit dem CityTrunk bei Gemüselieferant „Gemüse im Abo“.	38
Abbildung 16. Einsatz des CityTrunks in der Gärtnerei mit Gießkannen als Transportgut.....	39
Abbildung 17. Zustimmung zur Nutzung (Mittelwert) des Lastenpedelecs als Ersatz für verschiedene Mobilitätsmittel mit 95 % Konfidenzintervall (N = 93).	40
Abbildung 18. Zustimmung (Mittelwert) zum Nutzungsszenario mit 95 % Konfidenzintervall (N = 93).	40
Abbildung 19. Nutzungshäufigkeit des Sharing-Systems in Abhängigkeit der zu transportierenden Lasten (N = 93).	41
Abbildung 20. Prozentuale Häufigkeit der Nutzungszeiträume von Lastenpedelecs im Sharing-System nach Nutzergruppe (Beschäftigte vs. Azubis/Studierende, N = 93).....	42
Abbildung 21. Zustimmung zu Gründen der Nutzung eines Lastenpedelecs (Mittelwerte) mit 95 % Konfidenzintervall (N= 93).....	43
Abbildung 22. Zustimmung zu Gründen der Nicht-Nutzung eines Lastenpedelecs (Mittelwerte) mit 95 % Konfidenzintervall (N= 93).....	43
Abbildung 23. Häufigkeit von Nutzungszeiträumen nach Nutzergruppe.....	44
Abbildung 24. Ergebnisse der MieterInnen-Befragung zu Anforderungen an ein Verleihangebot in einer Wohnanlage.....	45
Abbildung 25. Bewertung der Akzeptanz durch die NutzerInnen der Reallaborphase im Jahr 2022 (N =16) auf den Items der Van der Laan Skala. Befragung nach der ersten Nutzung (t1) mit 95 % Konfidenzintervall.	46
Abbildung 26. Bewertung der Akzeptanz gegenüber den CityPeds durch die NutzerInnen der Reallaborphase im Jahr 2022, 2023 & 2024 auf den Items der Van der Laan Skala. Befragung nach der ersten Nutzung (t1) und längerer Nutzung (t2).....	46
Abbildung 27. Korrelationen zwischen den Konstrukten des eTAM-Modells für vor/nach der ersten Nutzung für SWG MieterInnen (N=13)	47
Abbildung 28. Durchschnittliche Bewertung der Skalen des eTAM vor und nach der ersten Nutzung im Reallaborjahr 2024 (n= 13) mit 95% Konfidenzintervall.....	49
Abbildung 29. Mittelwerte für die Skalen des erweiterten TAM (Davis, 1989) vor und nach der ersten Nutzung des CityTrunks bei Gemüse im Abo mit 95 % Konfidenzintervall.....	51
Abbildung 30. Mittelwerte für Vertrauen (Jian et al., 1998) vor und nach der ersten Nutzung des CityTrunks bei Gemüse im Abo mit 95 % Konfidenzintervall	52
Abbildung 31. Mittelwerte für Akzeptanz (Van der Laan, Heino & De Waard, 1997) in der Vorbefragung des CityScooters in den Bedingungen beladen und unbeladen mit 95 % Konfidenzintervall, (N = 15).	53
Abbildung 32. Bewertung der Technologieakzeptanz (TAM) bei der Nachbefragung durch die NutzerInnen der CityScooter Studie im Jahr 2024 (N =15).	54

Abbildung 33. Durchschnittliche Wichtigkeit von Anreizen zur Nutzung eines Verleihsystems über die Reallaborjahre 2022, 2023 und 2024 vor der ersten Nutzung (und nach längerer Nutzung für 2023) mit 95 % Konfidenzintervall. 57

Abbildung 34. Durchschnittliche Wichtigkeit von Anreizen vor in Abhängigkeit der Nutzungsintensität im Reallabor 2023 mit 95 % Konfidenzintervall. 58

Abbildung 35. Durchschnittliche Wichtigkeit von Anreizen aus Sicht von Mietenden in einer Wohnanlage (MieterInnen-Befragung 2022, N = 136) mit 95 % Konfidenzintervall. 59

Abbildung 36. Durchschnittliche Zustimmung zu Vorteilen bei der Nutzung der CityPeds bzw. des Leihsystems in den Reallaborjahren 2022, 2023 und 2024 mit 95 % Konfidenzintervall. 60

Abbildung 37. Durchschnittliche Zustimmung zu Nachteilen bei der Nutzung der CityPeds bzw. des Leihsystems in den Reallaborjahren 2022, 2023 und 2024 mit 95 % Konfidenzintervall. 61

Abbildung 38. Durchschnittliche Bewertung hinsichtlich Sicherheitsbedenken gegenüber den Aspekten Breite, Länge, Fahren mit schwerer Beladung, Handling und elektrische Unterstützung des CityTrunks (N=5). 62

Abbildung 39. Sicherheitsgefühl gegenüber der im Testival evaluierte Räder im Vergleich. 66

Abbildung 40. Prozentuale und relative Häufigkeit der Zufriedenheit mit dem CityPed nach jeder Fahrt über die Reallaborjahre 2022, 2023 und 2024. 69

Abbildung 41. Häufigkeit der Nutzung im Reallaborjahr 2023 (N = 220) nach Ausleihort für abgeschlossene Nutzungen durch NutzerInnen der SWG und Uni-Angehörige. 69

Abbildung 42. Häufigkeit der Nutzung im Reallaborjahr 2024 (N = 191) nach Ausleihort für abgeschlossene Nutzungen durch NutzerInnen der SWG und Uni-Angehörige. 70

Abbildung 43. Häufigkeit der Nutzung im Reallaborjahr 2023 (N = 220) und 2024 (N = 191) nach Wochentagen und Ausleihort für abgeschlossene Nutzungen durch NutzerInnen der SWG und Uni-Angehörige 70

Abbildung 44. Häufigkeit durchgeführter Fahrten mit dem CityPed im Jahr 2023 (N=220) und 2024 (N=191) betrachtet nach Uhrzeit der Nutzung..... 71

Abbildung 45. Häufigkeit der Ausleihen (N= 190) in Verbindung mit Tagesdurchschnitts-, Maximal- und Minimaltemperatur in Freiberg am Tag der Ausleihe. 72

Abbildung 46. Häufigkeit der Ausleihen (N= 190) in Abhängigkeit der Niederschlagsintensität (0=kein Regen, 1= Leichter Regen, 2=Mäßiger Niederschlag) in Freiberg am Tag der Ausleihe. 72

Abbildung 47. Bewertung des Interaktionskomforts (Hensch et al., 2019) gegenüber den einzelnen Komponenten des CityTrunks (N = 5) mit 95 % Konfidenzintervall. 73

Abbildung 48. Bewertung der Sicherheitsbedenken gegenüber verschiedenen Aspekten vor und nach der ersten Nutzung des CityTrunks. (N = 5) mit 95 % Konfidenzintervall. 74

Abbildung 49. Gewöhnung gegenüber verschiedenen Aspekten nach der ersten Nutzung des CityTrunks. (N = 5) mit 95 % Konfidenzintervall..... 75

Abbildung 50. Bewertung der Kontrollierbarkeit des CityScooters vor und der ersten Nutzung und die Mittelwerte der Gruppen beladen, unbeladen nach der ersten Nutzung (N = 15) 95% Konfidenzintervall. 76

Abbildung 51. Einschätzung der Risikobewertung vor der ersten Nutzung des CityScooters und nach der ersten Nutzung (beladen, unbeladen; N = 15) 95% Konfidenzintervall. 76

Abbildung 52. Bewertung des CityScooters hinsichtlich Vertrauen in der Nachbefragung der Gruppen beladen und unbeladen, N = 15, 95% Konfidenzintervall..... 77

Abbildung 53. Prozentuale und relative Häufigkeiten der NutzerInnen-Zufriedenheit mit der SteigtUM!-App in den Reallaborjahren (NutzerInnenebene). 80

Abbildung 54. Prozentuale und relative Häufigkeiten der Zufriedenheit mit der SteigtUM!-App im Reallaborjahr 2023, nach Gesamtanzahl der Nutzungen. 80

Abbildung 55. Bewertung der SteigtUM!-App auf der van der Laan Skala über die Reallaborjahre und Befragungszeitpunkte. 81

Abbildung 56. Prozentuale Verteilung der Dauer zwischen Buchung in der App und Ausleihbeginn (N = 191)... 83

Abbildung 57. Prozentuale Verteilung der Zufriedenheit mit dem SteigtUM!-System als Ganzen (N = 20)..... 84

Abbildung 58. Vergleich der Usability-Bewertung für die drei Kommunikationskonzepte. **p < .001 (N =36) mit 95 % Konfidenzintervall. 87

Abbildung 59. Vergleich der Akzeptanzbewertungen für die Skala Zufriedenheit für die untersuchten Kommunikationskonzepte. *p < .05; **p < .001, (N = 36) mit 95 % Konfidenzintervall. 88

Abbildung 60. Vergleich der Akzeptanzbewertungen für die Skala Nützlichkeit für die untersuchten Kommunikationskonzepte. * $p < .05$; ** $p < .001$, (N = 36) mit 95 % Konfidenzintervall.	88
Abbildung 61. Bewertung hinsichtlich Vertrauen für die untersuchten Kommunikationskonzepte. ** $p < .00$, (N = 36) mit 95 % Konfidenzintervall.	89
Abbildung 62. Kontrollierbarkeit des CityPeds während des Rückwärts- oder Vorwärts- Einparkens (N = 16) mit 95 % Konfidenzintervall.	91
Abbildung 63. Durchschnittliche Bewertung der Items der van der Laan Skala zur Bestimmung der Nützlichkeit und Zufriedenheit während des Rückwärts- oder Vorwärts-Einparkens (N = 16).	91
Abbildung 64. Durchschnittliche Bewertung der Nützlichkeit und Zufriedenheit während des Rückwärts- oder Vorwärts-Einparkens (N =16) mit 95 % Konfidenzintervall.	92
Abbildung 65. Durchschnittliche Bewertung wie hilfreich die Rückmeldung für das Vorwärts- und Rückwärts-Einparken mit und ohne Kontrollleuchte zur optischen Rückmeldung (N =16) war, mit 95 % Konfidenzintervall	92
Abbildung 66. Einschätzung der Sicherheit für das Vorwärts- und Rückwärts-Einparken mit und ohne Kontrollleuchte zur optischen Rückmeldung (N = 16) mit 95 % Konfidenzintervall.	93
Abbildung 67. Durchschnittliche Bewertung der Technologieakzeptanz auf den Skalen Nutzungsabsicht, Risiko, Nützlichkeit und Einfachheit der Nutzung vor und nach der ersten Nutzung der SteigtUM!-Routing App (N= 13) mit 95 % Konfidenzintervall.	95
Abbildung 68. Durchschnittliche Zustimmung zu Items der System Usability Skala (N= 13) mit 95 % Konfidenzintervall.	95
Abbildung 69. Bewertung der Akzeptanz-Items der van der Laan Akzeptanz-Skala mit 95 % Konfidenzintervall (N= 13).	96
Abbildung 70. Bewertung der Items des Technologie-Akzeptanz-Modells und korrelative Zusammenhänge zwischen den Variablen vor der ersten Nutzung.	96
Abbildung 71. Bewertung der Items des Technologie-Akzeptanz Modells und korrelative Zusammenhänge zwischen den Variablen nach der ersten Nutzung.	97
Abbildung 72. Beispiel für eine Auswahloption im Conjoint Experiment.	104
Abbildung 73. Häufigkeiten von Mitbringen für unterschiedlichen Personengruppen: Gemessen auf einer 7 – Likert-Skala (1 = Nie bis 7 = sehr häufig)	107
Abbildung 74. Kontakt zu unterschiedlichen Personengruppen während der Nutzung: Gemessen auf einer 7 - Likert-Skala (1 = Nie bis 7 = sehr häufig)	107
Abbildung 75. Zusammenhang zwischen Identifikation mit dem Wohnort und prosozialem Verhalten	107
Abbildung 76. Darstellung des Extended-Technology Acceptance Model von Wang et al. (2020).	119
Abbildung 77. Darstellung der Van der Laan Akzeptanzskala im Rahmen der SteigtUM!-Befragung.	119
Abbildung 78. Darstellung des Extended-Technology Acceptance Model von Wang et al. (2020).	119
Abbildung 79. Darstellung der Van der Laan Akzeptanzskala im Rahmen der SteigtUM!-Befragung.	120

II. Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1. Durchschnittlich zurückgelegte Kilometer mit dem PKW nach Nutzergruppe und Nutzungszeitraum.</i>	<i>44</i>
<i>Tabelle 2. Mittelwerte, Standardabweichungen und Ergebnisse der t-Tests der eTAM-Konstrukte für die Vor- und Nachmessung (N= 13).</i>	<i>47</i>
<i>Tabelle 3. Mittelwerte, Standardabweichungen und Stichprobengröße für die Konstrukte des eTAM für drei Messzeitpunkte.</i>	<i>48</i>
<i>Tabelle 4. Statistik (M, SD) zur Variable Vertrauen in das CityPed über die Erhebungszeitpunkte t0, t1, t2.</i>	<i>50</i>
<i>Tabelle 5. Vor- und Nachteile der getesteten Lastenräder auf einen Blick.</i>	<i>65</i>
<i>Tabelle 6. Deskriptive Statistik für Risiko und Stressempfinden, sowie Kontrollierbarkeit der im Testival evaluierten Modelle.</i>	<i>67</i>
<i>Tabelle 7. Deskriptive Statistik für Nutzungsintention, Nützlichkeit, Einfachheit der Nutzung der im Testival evaluierten Modelle.</i>	<i>67</i>
<i>Tabelle 8. Deskriptive Statistik für Komponenten der Handhabung der im Testival evaluierten Modelle im Vergleich.</i>	<i>68</i>
<i>Tabelle 9. Deskriptive Statistik (M, SD, N) für Vertrauen und Interaktionskomfort im Umgang mit der SteigtUM!-App für die Messzeitpunkte (t0, t1, t2) in den drei Reallaborjahren 2022, 2023, 2024.</i>	<i>82</i>
<i>Tabelle 10. Ergebnisse der SWOT-Analyse.</i>	<i>102</i>

1. Kurze Darstellung

1.1 Gesamtziel des Vorhabens

Aktuelle Konzepte für Mikromobilität sind wenig in öffentlichen Verkehrskonzepten sowie Geschäftsprozessen integriert, begrenzt adaptierbar für Städte und Gemeinden, sowie nur in geringem Maß auf eine breite Nutzergruppe ausgelegt. Daher verfolgt das Projekt „SteigtUM!“ das Ziel, ein abgestimmtes, umfassendes Mobilitätssystem aus alltagstauglichen, flexiblen, sicher und einfach nutzbaren elektrischen Kleinfahrzeugen, einer Verleih- und Ladeinfrastruktur sowie einer universellen Nutzerschnittstelle aller Systemkomponenten zu entwickeln und aufzubauen. Das Projekt trägt dazu bei, die ökonomisch und ökologisch sinnvolle Mobilitäts- und Transportlösung Mikromobil breit zu etablieren. Dazu soll u.a. ein Sharing-Pool an elektrischen Kleinfahrzeugen inkl. neu entwickelter Mikromobile entstehen. Des Weiteren sollte eine universelle Nutzerschnittstelle entwickelt werden, die bspw. die Nutzung der Mobile zum Zurücklegen der "letzten Meile" unterstützt als auch motiviert und die Schnittstelle zur Aus- und Rückgabe sowie für das Park- und Ladesystem bildet. Die Mikromobile sollten neben der privaten Anwendung auch für gewerbliche Zwecke eingesetzt werden.

Ziel der TU Chemnitz war es dabei, die neuen technologischen Entwicklungen unter Fokussierung der Nutzerperspektive humanwissenschaftlich zu begleiten, **Nutzeranforderungen** abzuleiten, **Vorstufen der Entwicklungen** mittels **Nutzerstudien** zu testen, **Präferenzen zu ermitteln** sowie Vorschläge für **Anreizsysteme** zu gestalten. Später im Realbetrieb übernimmt die TU Chemnitz die Evaluierung der **Alltagstauglichkeit, Akzeptanz und einfache Handhabung der Neuentwicklungen** in den verschiedenen Nutzungsszenarien durch Nutzerbefragungen. Ziel war es dabei, Nutzungsbarrieren im Alltag zu identifizieren und Maßnahmen für die Erhöhung der Nutzerakzeptanz abzuleiten, um die Marktetablierung zu unterstützen. Im Projekt untersuchte die TU Chemnitz schrittweise die integralen Module des Gesamtsystems (Community-Logistik) mit verschiedenen Nutzergruppen. Mit dem Fokus auf die human- und sozialwissenschaftliche Forschung übernahmen die beteiligten Professuren der TU Chemnitz die Verantwortung für das Querschnittsfeld Mensch-Technik-Interaktion im Rahmen des Projektes „SteigtUM!“ und trugen auch zu diversen ELSI-Aspekten (ethische, rechtliche und soziale Implikationen) bei. Der Fokus der TU Chemnitz lag dabei auf der Untersuchung von Usability- und User Experience-Faktoren sowie sozialen Implikationen des Systems.

1.2 Aufgabenstellung & Forschungsfragen

Der technische Entwicklungsfokus des Vorhabens SteigtUM! lag auf der Entwicklung des Sharing-Pools mit unterschiedlichen Mikromobilen sowie der (autonomen) Aus- und Rückgabe der Mikromobile mit einer einheitlichen und multifunktionalen Nutzerschnittstelle. Dabei wurden die technischen Entwicklungen durch die Erhebungen der TU Chemnitz begleitet und sowohl Anforderungen als auch Nutzungsbarrieren und -motivationen erfasst. Das Teilvorhaben der TU Chemnitz, insbesondere im Hinblick auf die geplanten Nutzerstudien, zeichnete sich durch eine hohe Anwendungsnähe aus und zählt damit zur angewandten Forschung. Im Sinne eines nutzerzentrierten Ansatzes wurden sowohl potenzielle NutzerInnen als auch reale Technologien in die geplanten Studien einbezogen. In Vorversuchen mit Funktionsprototypen der Subkomponenten des Gesamtsystems wurden erste Rückmeldungen von kleinen Nutzergruppen gesammelt, um in einem frühen Stadium der Entwicklung Ansätze für Verbesserungspotenziale zu erhalten. Die Technologien wurden mit Hilfe der Forschungsergebnisse schrittweise marktreifer gestaltet.

Im Anschluss an die nutzernahe Entwicklung und den stufenweisen Aufbau des Gesamtsystems wurde die schrittweise Erweiterung der Nutzergruppen als auch der Funktionalität durchgeführt und im Realversuch erprobt. Der Realversuch in der Stadt Freiberg war stufenweise über drei Phasen geplant: In der ersten und zweiten Phase lag der Fokus auf der Nutzergruppe der MieterInnen und Studierenden. Ab 2022, in der zweiten Phase, wird ein stationäres Sharing-Angebot etabliert. Die ursprünglich geplante dritte Phase sah eine Erweiterung des Systems um die Community-Logistik vor, konnte jedoch nicht umgesetzt werden.

Stattdessen wurden umfassende Studien durchgeführt, um die Grundlagen für eine zukünftige Implementierung zu schaffen. Diese Untersuchungen liefern wertvolle Erkenntnisse und legen die Basis dafür, die Integration der Community-Logistik in einem späteren Projektstadium gezielt und fundiert umzusetzen.

Aus den Ergebnissen der durchgeführten Nutzerstudien können allgemeine Erkenntnisse für die Gestaltung zukünftiger Mikromobilangebote abgeleitet werden. Des Weiteren wurde neues Wissen zu spezifischen Themen generiert, wobei folgende Forschungsfragen, die von besonderer Relevanz sind, adressiert werden:

- **Wie werden Mikromobile von Nutzern unterschiedlicher Nutzergruppen (privat, gewerblich, Studenten, ältere Bevölkerung) akzeptiert und welche unterschiedlichen Bedarfe haben Nutzer?**
- **Welche Stellglieder für eine erfolgreiche Marktetablierung sind die wichtigsten und welche Barrieren müssen noch überwunden werden?**
- **Welche Aspekte müssen speziell im Bereich Mikromobile adressiert werden, um eine optimale Mensch-Technik-Interaktion zu erlangen?**
- **Welche Außenkommunikationskanäle brauchen autonome Mikromobile und wie sollten diese gestaltet sein?**
- **Wie sieht eine nutzeroptimierte, autonome Park- und Ladestation aus?**
- **Wie sollte eine nutzeroptimierte Einbindung der entwickelten Mikromobile in die multimodalen Transportsysteme gestaltet sein?**
- **Wie können NutzerInnen motiviert werden, ihr Verhalten beim Sharing zu optimieren, so dass das ökonomische und ökologische Potential besser ausgeschöpft werden kann?**
- **Welche sozialen Effekte haben Konzepte wie die Community-Logistik?**

Durch wissenschaftliche Veröffentlichungen der Projekterfahrungen und -ergebnisse im Rahmen von Konferenzen und Zeitschriften sowie die Dissemination in der Lehre sollte ein Wissenstransfer und die wissenschaftliche Anschlussfähigkeit gewährleistet werden.

1.3 Voraussetzungen des Vorhabens

Im Projektverlauf waren folgende Arbeiten geplant: Für die technologischen Neuentwicklungen mussten zunächst die Nutzeranforderungen identifiziert werden. Dies geschah fokussiert für die einzelnen Subkomponenten des Systems (Mobile, universelle Schnittstelle, Lade- und Parkinfrastruktur). Die Analyse der Nutzeranforderungen basierte teilweise auf der Sekundärdatenanalyse aus Vorgängerprojekten der Technischen Universität Chemnitz und dem Vorgängerprojekt ELEKTRON und wurde durch aktuelle Literaturrecherchen zu den spezifischen Neuentwicklungen ergänzt. Nachdem die Projektpartner erste Entwicklungen geliefert hatten, wurden in Nutzerstudien die Prototypen getestet. Im Anschluss fanden diverse Realtests in unterschiedlichsten Nutzungskontexten statt. Für jede Studie wurde ein adaptiertes Erhebungskonzept entwickelt. Zum großen Teil wurden anschließend vor Ort Befragungen durchgeführt, Interviews transkribiert und kodiert sowie Daten ausgewertet. Die Ergebnisse wurden entsprechend aufbereitet und an die technischen Partner zurückgemeldet. So sollten die Alltagstauglichkeit, die einfache Bedienbarkeit, die Akzeptanz und das Verbreitungspotential der einzelnen Komponenten wie auch des Gesamtsystems ermittelt und ggf. verbessert werden.

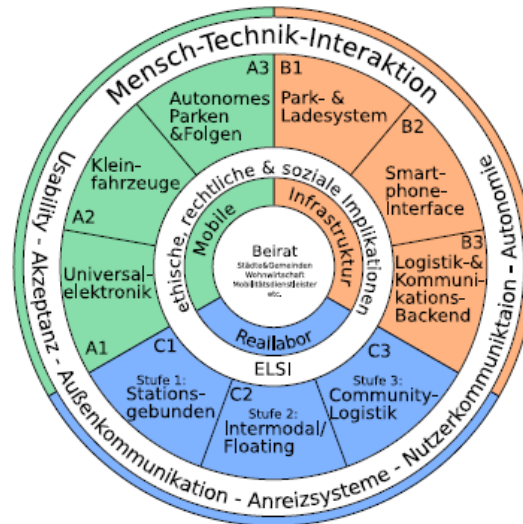


Abbildung 1. Struktur des Vorhabens SteigtUM!-Arbeitspakete und Querschnittsfelder.

Die Arbeitspakete sowie die geplanten Arbeitsaufwände der TU Chemnitz werden im folgenden Arbeitsplan detailliert beschrieben. Der Arbeitsplan enthält der Vollständigkeit halber alle Arbeitspakete des Vorhabens. Die Unterarbeitspakete der TU Chemnitz sind hervorgehoben und im Detail beschrieben.

1.3.1 Projektstruktur

Das Projekt „SteigtUM!“ ist in drei Hauptarbeitsbereiche (Mobile, Infrastruktur und Reallabor, siehe Abbildung 1) unterteilt, die die Entwicklung eines ganzheitlichen Mikromobilitätssystems vorantreiben sollten. Diese Bereiche werden von zwei Querschnittsfeldern – Mensch-Technik-Interaktion (MTI) und ethische, rechtliche und soziale Implikationen (ELSI) – begleitet, die sicherstellen, dass die Technologie nutzerzentriert, sozialverträglich und nachhaltig entwickelt wird. Ein interdisziplinärer Beirat unterstützte das Projekt, um Akzeptanz, Integrationsfähigkeit und wirtschaftliche Verwertbarkeit sicherzustellen. Die Aufgaben und Themen der Querschnittsfelder sind in die insgesamt neun Arbeitspakete des Projekts als Unterarbeitspakete integriert. Im Querschnittsfeld Mensch-Technik-Interaktion (MTI), für das die TUC verantwortlich ist, wirkt die Forschergruppe Allgemein & Arbeitspsychologie (TUC/FGAAP) in enger Kooperation mit der Professur Sozialpsychologie (TUC/SOZ). Diese Fachkompetenzen und Methoden bildeten die Basis, um die neu entwickelten Mikromobile und Nutzerschnittstellen benutzerfreundlich, sozial integriert und sicher zu gestalten. Durch diese Ausrichtung wurde zugleich die Grundlage für zukunftsfähige Geschäftsmodelle geschaffen. Die Entwicklung erfolgte iterativ und nutzerzentriert: Von der Konzeption bis zur Prototypenphase wurden regelmäßig Rückmeldungen aus verschiedenen Nutzerperspektiven durch die Forschungsgruppe Allgemeine und Arbeitspsychologie der TU Chemnitz eingeholt und zur Optimierung an die Entwicklungspartner weitergegeben. Der Fokus der Ergebnisse aus dem Querschnittsfeld Mensch-Technik-Interaktion lag sowohl auf den NutzerInnen beim Nutzen des Fahrzeugs und des Gesamtsystems als auch auf die Außenkommunikation mit anderen VerkehrsteilnehmerInnen. Die Forschungsstelle Mobilitätsrecht untersucht ethische, rechtliche und soziale Implikationen. Darunter die Zulassungs- und Freigabekriterien für die Fahrzeuge in Bezug auf Geschwindigkeits- und Leistungsklassen sowie die erforderliche Fahrerqualifikation (z.B. Führerscheinklasse, Behindertenausweis). Besondere Aufmerksamkeit galt auch der rechtlichen Einordnung und dem Wechsel zwischen verschiedenen Fahrzeugkategorien wie Pedelec, Krankenfahrrad und autonomen „Roboterfahrzeugen“. Zusätzlich wurden arbeitsrechtliche Aspekte der gewerblichen Nutzung und zivilrechtliche Fragen zur Haftung und zum Datenschutz im Kontext des Sharing-Systems, der (autonomen) Fahrzeuge und der Community-Logistik behandelt. An der Umsetzung waren, neben der

Forschungsgruppe Allgemeine und Arbeitspsychologie, die Professur für Sozialpsychologie der TU Chemnitz, die TU Bergakademie Freiberg, das Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme Dresden, die aprocema data systems GmbH Freiberg, die TU Carola-Wilhelmina zu Braunschweig und die Projektionisten GmbH beteiligt.

1.3.2 Projektplan

Abbildung 2 stellt den ursprünglich geplanten Ablauf des Projektes dar. Auf Grund der Covid-19 Pandemie kam es zu zahlreichen Verzögerungen, z. B. auf Grund von Lieferengpässen, welche die Fertigung und Konstruktion der entwickelten Mobile verzögerten. Darüber hinaus führten die gesetzlich vorgeschriebenen Kontaktbeschränkungen dazu, dass die Durchführung von Probandenstudien, welche ein wesentlicher Teil der Testung im Reallabor waren, verschoben werden mussten. Gewisse Arbeitspakete konnten nicht wie ursprünglich in der Projektlaufzeit geplant umgesetzt werden, sodass eine kostenneutrale Projektlaufzeitverlängerung beantragt und bewilligt wurde.

Vorläufiger Projektablaufplan	2019				2020				2021				2022			
	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
Gesamtprojekt SteigtUM!																
A Mobile																
A1 Universalelektronik																
A1.6 Entwicklung geeigneter Signalelektronik zur Außenkommunikation basierend auf Forschungserkenntnissen zu anderen hochautomatisierten Fahrzeugarten und breiter Literaturbasis (QF: MTI)																
A2 Mikromobile																
A2.1 Spezifikation / Detaillierung d. Fahrzeuganforderungen / Ergänzung/Evaluation Ergebnisse aus Vorgängerprojekten																
A2.5 UX von Fahrzeugen/Funktionen: Testevents&Interviews zu wahrgenommener Sicherheit, mögl. Nutzungsbarrieren und positiven Erlebniskomponenten und reibungsloser Mensch-Technik-Interaktion (QF: MTI)																
A3 Autonomes Parken																
A3.8 Untersuchung der Akzeptanz, Außenwirkung & Außenkommunikation des autonomen Fahrzeuges / Intuitive Erkennbarkeit der Systemzustände durch Konfrontation&Beobachtung anderer Verkehrsteilnehmer (N=40) (QF: MTI)																
B Infrastruktur																
B1 Park- und Ladeinfrastruktur																
B1.9 Usability Aus-/Rückgabe: Vortest unterschiedl. Konfigurationen d. Park-&Ladesystems durch pot. Nutzer (N=20) zur Erfassung von Gebrauchs- und Alltagstauglichkeit, Akzeptanz, Bedenken u. pot. Nutzungsbarrieren (QF: MTI)																
B2 Smartphone Interface (QF: MTI)																
B2.1 Spezifikation & Detaillierung Anforderungen an die zentrale Smartphone App unter Einbringung von Kriterien für positives Nutzererlebnis u. a. auf Basis von Heuristiken und Erfahrungen der Human Factors Forschung																
B2.4 Entwicklung HMI für die intermodale Nutzung / Buchung / nahtlose Navigation auf Basis virtuelles Ticket/Fahrplan / Konzepte zur Darstellung v. rechtl. Rahmenbedingungen für die Fahrzeugnutzung insb. StVO um zur Einteilung zu animieren (QF: ELS/MTI)																
B2.6 Untersuchung UX und Usability der App-Funktionen/des Designs inkl. Kurzeinführung z.B. durch heuristische Expertenevaluation und Usability-Test Im Labor (QF: MTI)																
B3 Logistik-&Kommunikations-Backend																
B3.8 Entwicklung und Bewertung von Konzepten der Disposition / Lieferung durch die Nutzercommunity; Fokusgruppen sollen Bedürfnisse/Ansprüche erfassen. SWOT-Analyse bestehender Angebote (QF: MTI)																
C Reallabor																
C1 Stationsgebunden																
C1.3 Untersuchungen sozialer und finanzieller Aspekte sowie geeigneter Marketingmaßnahmen in Bezug auf eine erfolgreiche Markteinführung und den Abbau von Hemmnissen sowie Durchführung (QF: ELSI)																
C1.5 Flexibilität für innerstädtische Dienstleister: Demonstrationsversuch CityPed/CityTrunk mit gewerblichen Nutzern, Untersuchung Arbeitsrecht/-schutz, Begleitung, Rückschlüsse für Einsatz- und Marktpotentiale (QF:MTI/ELSI)																
C1.7 Untersuchung und Auswertung des stationären Sharing-Konzepts (QF: MTI)																
C2 Intermodal / Floating																
C2.5 Untersuchung und Auswertung Floating- und Intermodal-Nutzung (QF: MTI)																
C3 Community-Logistik																
C3.1 Entwicklung v. Anreizsystemen zur Optimierung des Floating-Systems, Nutzermotivation Fahrzeuge zu nutzen, die aus Systemsicht (z.B. bzgl. Ladestand) aber nicht aus Nutzersicht besser sind / Suche peripherer Partner (QF: ELSI)																
C3.2 Rechtliche Aspekte der Community-Logistik insbesondere Haftung, Übergang, Versicherung, Absicherung d. Übergabe in Zusammenarbeit mit Bundesverband Paket und Expresslogistik u. Prof. für bürgerliches Recht/Freiberg (QF: ELSI)																
C3.3 Soziale Aspekte und Integration insbesondere älterer Bevölkerungsschichten in der Community-Logistik (QF: ELSI)																

Abbildung 2. Ursprünglicher Ablaufplan des Teilprojektes.

Abbildung 3 zeigt den angepassten und umgesetzten Projektablaufplan.

Der umgesetzte Projektablaufplan erstreckt sich über den Zeitraum von 2019 bis 2024 und gliedert sich in die Arbeitspakete A (Mobile), B (Infrastruktur) und C (Reallabor). Jedes Arbeitspaket besteht aus mehreren Unterarbeitspaketen, die zeitlich aufeinander abgestimmt waren und die Entwicklungs- sowie Implementierungsphasen des Projekts abbilden.

Projekttablaufplan		2019	2020				2021				2022				2023				2024			
		IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Teilprojekt SteigtUM!																						
A	Mobile																					
A1	Universalelektronik																					
A1.6	Entwicklung geeigneter Signalelektronik zur Außenkommunikation basierend auf Forschungskenntnissen zu anderen hochautomatisierten Fahrzeugarten und treiber Literaturlage (QF, MT)																					
A2	Mikromobile																					
A2.1	Spezifikation / Detaillierung der Fahrzeuganforderungen / Ergänzung / Evaluation Ergebnisse aus Vorgängerprojekten																					
A2.5	UX von Fahrzeugen/Funktionen Testevents&Interviews zu wahrgenommener Sicherheit, mögl. Nutzungsbarrieren und positiver Erlebnis-komponenten und reibungsloser Mensch-Technik-Interaktion (QF, MT)																					
A3	Autonomes Parken																					
A3.8	Untersuchung der Akzeptanz, Ausbreitung & Autarkiekommunikation des autonomen Fahrzeuges / intuitive Erkennbarkeit des Systemzustandes durch Konfrontation&Beobachtung anderer Verkehrsteilnehmer (N=40) (QF, MT)																					
B	Infrastruktur																					
B1	Park- und Ladeinfrastruktur																					
B1.3	Usability Aus-Rückgabe, Vorteil unterschiedl. Konfigurationen d. Park-&Ladesysteme durch pot. Nutzer (N=20) zur Erfassung von Gebrauchs- und Alltagstauglichkeit, Akzeptanz, Bedenken u. Nutzungbarrieren (QF, MT)																					
B2	Smartphone Interface (QF, MT)																					
B2.1	Spezifikation & Detaillierung Anforderungen an die zentrale Smartphone App unter Einbringung von Kriterien für positives Nutzerelebnis u.a. auf Basis von Heuristiken und Erfahrungen der Human Factors Forschung																					
B2.4	Entwicklung HMI für die intermediäre Nutzung / Buchung / nahtlose Navigation auf Basis virtuelles Ticket/Fahrplan / Konzepte zur Darstellung v. rechtl. Rahmenbedingungen für die Fahrzeugnutzung insb. StVO um zur Einhaltung zu animieren (QF, ELS/MT)																					
B2.8	Untersuchung UX und Usability der App-Funktionen/des Designs inkl. Kurzeinführung z.B. durch heuristische Expertenevaluation und Usability-Test im Labor (QF, MT)																					
B3	Logistik-&Kommunikations-Backend																					
B3.8	Entwicklung und Bewertung von Konzepten der Disposition / Lieferung durch die Nutzercommunity: Fokusgruppen sollen Bedürfnisse/Ansprüche erfassen, SWOT-Analyse bestehender Angebote (QF, MT)																					
C	Reallabor																					
C1	Stationsgebunden																					
C1.3	Untersuchungen sozialer und finanzieller Aspekte sowie geeigneter Marketingmaßnahmen in Bezug auf eine erfolgreiche Markteinführung und den Abbau von Hemmnissen sowie Durchführung (QF, ELS)																					
C1.5	Flexibilität für innovative Dienstleister: Demonstratorversuch CityPed/CityTrunk mit gewerblichen Nutzern; Untersuchung Arbeitsschutz, Begleitung, Rücklösungen für Einsatz, Marktpotenziale (QF, MT/ELS)																					
C1.7	Untersuchung und Auswertung des stationären Sharing-Konzepts (QF, MT)																					
C2	Intermodal / Floating																					
C2.5	Untersuchung und Auswertung Floating- und Intermodal-Nutzung (QF, MT)																					
C3	Community-Logistik																					
C3.1	Entwicklung v. Anreizsystemen zur Optimierung des Floating-systems, Nutzer-motivation Fahrzeuge zu nutzen, die aus Systemicht (z.B. bzgl. Ladestand) aber nicht aus Nutzersicht besser sind / Suche geeigneter Partner (QF, ELS)																					
C3.3	Soziale Aspekte und Integration insbesondere älterer Bevölkerungs-schichten in der Community-Logistik (QF, ELS)																					

Abbildung 3. Angepasster und gesetzteer Projektplan nach Laufzeitverlängerung.

Es folgt die inhaltliche Beschreibung der einzelnen Arbeitspakete:

A1) Universalelektronik

Im Arbeitspaket **Mobile** wurde eine **Universalelektronik** entwickelt, die für verschiedene Fahrzeugtypen wie (Lasten-)Pedelec und CityPed geeignet ist. Diese Elektronik bildete die standardisierte Basis für die gesamte **Fahrzeugelektronik** und stellt Kommunikationsmittel, Daten für ein adaptives Flottenmanagement sowie eine universelle Schnittstelle für Erweiterungsmodule, z. B. für Spezialaufbauten, zur Verfügung. Ein besonderer Fokus lag auf der Entwicklung einer einheitlichen Schnittstelle zur Nutzerschnittstelle, die als vertraute Mensch-Maschine-Schnittstelle dienen sollte. Die für die Arbeitspakete A2, A3 und B1 benötigten Erweiterungsmodule sollten entwickelt, getestet und in die Universalelektronik integriert werden. Im Querschnittsfeld Mensch-Technik-Interaktion sollten die Potenziale und Effekte der Signalelektronik auf die Außenkommunikation mit Passanten analysiert werden.

A2) Mobile

Im Rahmen dieses Arbeitspakets wurden Funktionsdemonstratoren für **CityPed**, **CityScooter** und **CityTrunk** entwickelt, die bis zur Einsatzfähigkeit im Reallabor getestet wurden. Die Alltagstauglichkeit und Akzeptanz dieser Fahrzeuge wurden durch regelmäßiges Feedback aus Fokusgruppen, Befragungen und Testfahrten evaluiert. Die gewonnenen Erkenntnisse flossen direkt in den Entwicklungsprozess ein. Zudem wurden in diesem Arbeitspaket die Zulassungen für den Feldversuch geklärt sowie rechtliche Optionen für eine dynamische Zulassung beim Wechsel zwischen Fahrzeugklassen und für unbemannte autonome Fahrzeuge geprüft (siehe auch AP A3).

A3) Autonomes Parken und Folgen

Ziel dieses Arbeitspaketes war es, eine **autonome Park- und Ladefunktion** zu entwickeln, die es ermöglicht, Fahrzeuge innerhalb eines begrenzten Bereichs selbstständig an einer Station abzugeben.

Zusätzlich wurden weitere Anwendungsfälle, wie beispielsweise in Parkhäusern, untersucht. Zudem werden rechtliche Fragestellungen geklärt, darunter die Zulassung der Folgefunktion für den öffentlichen Straßenverkehr sowie Haftungsfragen im Zusammenhang mit der autonomen Parkfunktion. Im Querschnittsfeld Mensch-Technik-Interaktion wurden Erkenntnisse zur Gestaltung der Außenkommunikation und zur Markteinführung autonomer Systeme gewonnen, um deren Sicherheit, das Sicherheitsempfinden und die Akzeptanz bei den Nutzern zu steigern.

B1) Park- & Ladeinfrastruktur

Ein flexibles und modulares **Park- und Ladesystem** wurde entwickelt. Dabei lag der Fokus auf hoher **Integrationsfähigkeit** und Anpassungsfähigkeit. Das System sollte das autonome Parken sowie das automatische Laden und Ausgeben der Fahrzeuge ermöglichen. Es sollte so konzipiert werden, dass es im Feldversuch für das Laden aller Fahrzeugtypen eingesetzt werden kann. Die Alltagstauglichkeit, Akzeptanz und Wirkung des Systems bei der Fahrzeugbereitstellung und -rückgabe sollten analysiert werden und in den Entwicklungsprozess einfließen. Erkenntnisse aus dem Reallabor sowie Rückmeldungen aus dem Beirat wurden über die gesamte Projektlaufzeit kontinuierlich in die Weiterentwicklung des Systems und der Steuerungstechnologie eingebracht.

B2) Smartphone-Interface

Die **Mensch-Maschine-Schnittstelle** für die Kommunikation der NutzerInnen mit dem Gesamtsystem und seinen Komponenten wurde in einer klar strukturierten und **anwenderfreundlichen** Form entwickelt und getestet. Der Schwerpunkt lag dabei auf einer möglichst **intuitiven Bedienbarkeit** und einer benutzerfreundlichen Nutzerführung. Die Funktionen sollten in einer zentralen App integriert werden, die zusätzlich eine Hilfefunktion sowie eine Kurzeinführung bereitstellt. Zur Sicherstellung der Funktionalität und Kompatibilität sollten umfassende Tests durchgeführt werden. Das Arbeitspaket umfasst außerdem die kontinuierliche Wartung und Weiterentwicklung der Schnittstelle, basierend auf Nutzerfeedback und Erkenntnissen aus dem Reallabor.

B3) Logistik- & Kommunikations-Backend

Das **Logistik- und Kommunikations-Backend** bildete das zentrale Rückgrat für die Feldversuche und wurde entsprechend entwickelt und umgesetzt. Es umfasste Werkzeuge für Verwaltung und Auswertung, Kommunikations- und Steuerungsstrukturen für NutzerInnen sowie Überwachungs- und Analysefunktionen für Fahrzeuge und Stationen. Ein besonderer Schwerpunkt lag auf der Auswertung von Batteriedaten der Fahrzeuge, um Alterungsprozesse und die aktuelle Reichweite zu bestimmen. Ein wesentlicher Bestandteil des Backends ist das Virtuelle Ticket, ein digitales Austauschformat, das alle relevanten Buchungs- und Reiseinformationen enthält. Dies ermöglicht es dem Fahrzeug, den nächsten Punkt einer intermodalen Reisekette zu erkennen und die Navigation automatisch anzupassen. Das abschließende Ziel von Arbeitspaket B3 war die Entwicklung eines nutzerbasierten Dispositions- und Liefersystems, das im Rahmen von AP C3 Community-Logistik praktisch getestet werden sollte. Die Entwicklung erfolgte von Anfang an unter Berücksichtigung psychologischer Faktoren und der Alltagstauglichkeit. Dabei wurden funktionale Anforderungen sowie Aspekte der Disposition und Community-Logistik ausgearbeitet und in das Backend integriert. Auch während des Realversuchs wurde das Backend kontinuierlich weiterentwickelt, basierend auf den gewonnenen Erfahrungen und Rückmeldungen aus der Praxis.

C1) Stationsgebundenes System

Das **Sharingsystem**, bestehend aus CityPed, Stationen und Nutzer-Schnittstelle, wurde im Stadtgebiet Freiberg als Gesamtsystem zunächst geschlossenen Nutzergruppen zur alltäglichen Nutzung bereitgestellt. Dabei lag der Fokus insbesondere auf MieterInnen der Städtischen Wohnungsgesellschaft (SWG) und Studierenden der TU Bergakademie Freiberg. Im Vorfeld wurden die sozialen und finanziellen

Hintergründe der Zielgruppen berücksichtigt, um potenzielle Umstiegshemmnisse zu identifizieren und durch gezielte Marketingstrategien abzubauen. Während des Feldversuchs wurden Hemmnisse sowie das Nutzungsverhalten der TeilnehmerInnen weiter untersucht. Der laufende Betrieb des Systems wurde währenddessen gewährleistet, und Erkenntnisse aus den Untersuchungen flossen kontinuierlich in die Weiterentwicklung des Systems ein. Zusätzlich erhielten DemonstrationspartnerInnen im Rahmen des Arbeitspakets zeitweise Zugang zum CityTrunk. Die Demonstrationspartner konnten die Fahrzeuge und Aufbauten kostenfrei in ihrem Arbeitsalltag testen. Ein begleitender Evaluationsprozess diente dazu, die entwickelten Innovationen zu analysieren und weiterzuentwickeln. Dabei wurden insbesondere Potenziale für Verbesserungen an den Fahrzeugen, der einheitlichen Nutzlastbuchung sowie der Daten- und Dienstleistungsschnittstelle identifiziert und in die nächste Entwicklungsstufe überführt.

C2) Intermodal und Floating Ansatz

Die Idee des Arbeitspaketes bestand darin, in Zusammenarbeit mit der Stadt spezifische Parkplätze für den **Floating-Einsatz** der entwickelten Fahrzeuge festzulegen und in das System zu integrieren. Zusätzlich sollten Ladepunkte für CityPed und CityScooter ergänzt werden, um eine flexible Nutzung zu gewährleisten. Basierend auf den Erfahrungen aus dem stationsgebundenen Versuch und der Expertise der Stadt sollten verkehrsgünstige Routen identifiziert werden, die dem NutzerInnen als Empfehlungen bereitgestellt werden. Im Kontext des Floatingsystems und intermodalen Routings sollten die CityScooter als weiteres Verkehrsmittel in das System eingebunden werden. Das Konzept des Floatings konnte nicht umgesetzt werden, da keine Genehmigung durch die Stadt Freiberg erteilt wurde. Dies wurde durch den Konsortialführer in Abstimmung mit dem Fördergeber kommuniziert. Auch die Technische Universität Chemnitz hat im Vorfeld entsprechende Absprachen getroffen und im Zwischenbericht über den Sachstand informiert.

C3) Community-Logistik

Das Sharing-System sollte durch die Entwicklung und Implementierung von **Anreizsystemen** um eine community-basierte Fahrzeuglogistik erweitert werden, die eine effizientere Disposition der Fahrzeuge ermöglicht. Zusätzlich sollte das System um die Funktion der Paketzustellung, beispielsweise für einen zweiten Zustellversuch, ergänzt werden. Ein zentraler Fokus lag dabei auf den sozialen Aspekten des Systems. Im Gegensatz zu vollständig autonomen Lieferdrohnen und ähnlichen Ansätzen sollte hier die Möglichkeit des persönlichen Kontakts mit Dritten betont werden, beispielsweise durch die Zustellung von Paketen oder das Liefern von Einkäufen. Dieser Ansatz sollte der zunehmenden Anonymität und Vereinsamung in der Gesellschaft entgegenwirken. Besonderes Augenmerk lag auch auf die Integration von Senioren. Dazu sollten geeignete Maßnahmen entwickelt und umgesetzt werden, um ihre aktive Einbindung in das System zu fördern und soziale Teilhabe zu stärken.

1.3.3 Projektpartner

Ein zentraler Forschungsschwerpunkt der [Forschungsgruppe Allgemeine Psychologie und Arbeitspsychologie](#) (FGAAP ehemals AAP; Prof. Dr. Josef F. Krems) der TU Chemnitz liegt auf der Beantwortung verkehrspsychologischer Fragestellungen, der Erfassung von Nutzererleben und -verhalten sowie der Untersuchung von Nutzerschnittstellen, vor allem hinsichtlich innovativer Mobilitätslösungen. Zudem hat die AAP eine breite Expertise mit diversen Untersuchungsmethoden (Wegetagebücher, Fragebögen, Interviews, Beobachtungen, naturalistische Fahrstudien, Choice-based-Conjoint-Analysen) in früheren Projekten aufgebaut. Die Forschungsgruppe profitiert von einer umfangreichen Probandendatenbank (ca. 2500 eingetragene Teilnehmer) für die Rekrutierung von Studienteilnehmern. Besonders relevant für das vorliegende Vorhaben sind die wissenschaftlichen Aspekte aus den folgenden Projekten: Das Mobilitäts- und Sicherheitsverhalten von Zweiradfahrern (insbesondere Pedelecs) wurde

bereits im Kontext einer „[Pedelec Naturalistic Cycling Study](#)“ durch die AAP untersucht. Des Weiteren ist die FGAAP in das Projekt „[RadimFokus](#)“ involviert, in welchem ein verkehrsübergreifendes Warn- und Unterstützungssystem evaluiert wurde, das Fahrradunfälle reduzieren soll. Im Projekt [InMotion](#) wurden aktuell lichtbasierte Kommunikationskonzepte zwischen automatisierten Fahrzeugen und anderen VerkehrsteilnehmerInnen entwickelt und unter Wahrnehmungs- sowie Verständlichkeitsaspekten untersucht. Auch innerhalb des Forschungsvorhabens [KIVI](#) wurde das kooperative Verhalten von schwächeren VerkehrsteilnehmerInnen mit (hoch-) automatisierten Fahrzeugen durch die FGAAP erforscht. In Projekten wie [BMW ActiveE Berlin](#), [BMW ActiveE Leipzig](#) und [Gesteuertes Laden V3.0](#) wurde die Sicherheit, Nutzen und Nutzerakzeptanz von Elektrofahrzeugen sowie Ladevorgängen untersucht. Hier wurden Verbesserungspotenziale von Fahrzeugen und mobilen Nutzerschnittstellen mittels intensiver Feldstudien und -Tests aufgezeigt, bei denen die Untersuchung von Usability und User Experience einen Schwerpunkt bildeten. Die Untersuchung von Nutzererleben und -verhalten in Bezug auf den Themenschwerpunkt intermodale Mobilität stand im Fokus der bereits abgeschlossenen Forschungsprojekte [fahrE](#) und [ECoMobility](#).

Die [Professur Sozialpsychologie](#) (SOZ, Prof. Dr. Frank Asbrock) unterstützte die FGAAP in den Arbeitspaketen B und C. Die Professur forscht zu sozialen Identitätsprozessen, Verhaltens- und Einstellungsänderungen durch soziale Normen, Integration und Akkulturation, Kontakten und Konflikten zwischen verschiedenen Bevölkerungsgruppen und umweltfreundlichem Verhalten. Projekte mit nationalen und internationalen Kooperationspartnern beschäftigen sich unter anderem mit der Frage nach sozialer Mobilisierung von Personen mit niedrigem sozialen Status ([Research Network on Social Inequality](#)), Aufbau gemeinsamer Identitäten durch positiven Intergruppenkontakt, Integration von Migranten und Geflüchteten in lokale Gemeinschaften ([Demokratischer Zusammenhalt in Sachsen](#), DeZiS), den Einfluss sozialer Normen auf Einstellungen zur Integration und Diversität ([Demokratie leben!](#)) sowie die Bereitschaft zu umweltfreundlichem Verhalten. Während des SteigtUM! Projektes betreute die Professur das Projekt „[TechnoSapiens](#)“, das sich mit der Wahrnehmung von Menschen mit Prothesen beschäftigt, sowie ein Projekt zu der Identität von weiblichen Führungskräften. Des Weiteren setzt sich die Abteilung für die Open Science Initiative ein. Die Professur verfügt über breite Expertise in labor- und feldexperimentellen Studien, Fragebogenuntersuchungen, Längsschnittdesigns sowie qualitativen Interviews.

1.4 Stand der Wissenschaft und Technik

Im Projekt SteigtUM! soll ganzheitlich das mikromobile Mobilitätskonzept als System betrachtet und umgesetzt werden. Eine solche Betrachtung sowie die Abstimmung aller Komponenten im Hinblick auf Benutzerfreundlichkeit, Alltagstauglichkeit und Integrationsfähigkeit in den städtischen Raum wurde bisher nach Kenntnis des Antragstellers nicht durchgeführt. Im Folgenden wird für ausgewählte Komponenten der Stand der Wissenschaft und Technik dargestellt:

CityPed: Lastenpedelecs sind bereits seit Jahren im Handel erhältlich. Eine am [Institut für Elektrotechnik](#) (IET) erstellte Marktübersicht zeigt jedoch, dass die bisherige Fokussierung auf Liefer-/Kurierdienste zu sperrigen (Breiten bis 95 cm, Längen deutlich über 2 Meter), schweren (Gewicht > 38 kg) und in der Anschaffung teuren (2500 bis 5000 Euro) Lastenpedelecs geführt hat. Diese sind insbesondere für GelegenheitsNutzerInnen nicht geeignet und Fahrtests mit einem Lastendreirad in Phase 1 (Projekt ELEKTRON) haben bei privaten und gewerblichen Nutzern große Hemmnisse aufgrund von schlechtem Handling und fehlende Praxistauglichkeit aufgezeigt. Diese Hemmnisse sollen durch die nutzernehe Fahrzeugentwicklung und einen neuartigen Kompaktier- und Verschlussmechanismus minimiert werden. Eine standardisierte Nutzlastbox sowie eine fahrzeugklassenübergreifende Universalelektronik mit umfangreichen Analyse- und Funktionsschnittstellen ist bisher nicht bekannt.

Park- und Ladesystem: Eine für Sharingsysteme und platzsparende, harmonische Integration optimierte Park- und Ladelösung mit autonomer Aus- und Rückgabefunktion ist für Lastenpedelecs bisher nicht entwickelt und umgesetzt worden. Im Prinzip sind Einzelkomponenten für Bilderkennung, Pfadplanung und Lenkregelung vorhanden (siehe Kompetenzen Fraunhofer IVI). Sie wurden jedoch nie für den ein autonom funktionierendes Aus- und Rückgabesystem weiterentwickelt und optimiert. Gleiches gilt für das automatische induktive Ladesystem: Hier konzentriert sich die Forschung in erster Linie auf leistungsstarke automobile Systeme (22 kW). Das geplante kompakte 1kW System soll darüber hinaus für die Anforderungen der CityPed- und CityScooter-Klasse flexibel einsetzbar sein.

Smartphone als vertraute Nutzerschnittstelle: Das Smartphone als Schnittstelle zum Freischalten von Fahrzeugen oder zum Buchen und Bezahlen ist etabliert. Eine zusätzliche direkte Integration ins Fahrzeug (z.B. Status-/Abstandsanzeige) und nahtlose Navigation in Kombination mit intermodaler Verkettung über eine zentrale Usability und User Experience (UUX) optimierte App ist bisher nicht umgesetzt worden. Hinzukommt die Interaktion des Systems mit dem NutzerInnen im Rahmen der Community-Logistik. Die bisherigen Ergebnisse der laufenden Projekte ELEKTRON und MoVeN sind die erwähnten Befragungen potentieller Nutzer, Städte und Unternehmen sowie das daraus entwickelte Gesamtkonzept einer zukunftsweisenden Mobilitätslösung.

Neben den individuellen Vorteilen für Gesundheit und Wohlbefinden, trägt die Nutzung von mikromobilen Mobilitätslösungen zum Umwelt- und Ressourcenschutz bei und geht darüber hinaus mit geringeren finanziellen Aufwendungen und mit geringeren Lärm- und Verkehrsbelastungen einher. Eine aktive Mobilität wurde des Weiteren als dritte Säule der Verkehrspolitik ausgerufen (Neun, 2015). **Ziel des Projekts SteigtUM! ist, die Mobilitäts- und Transportlösung Mikromobil breit zu etablieren.** Dabei soll vor allem das Querschnittsfeld Mensch-Technik-Interaktion fokussiert werden. So ist es vor allem von großem Interesse, nutzerfreundliche Fahrzeuge und Fahrzeugfunktionen zu entwickeln. Denn Forschung hat gezeigt, dass für eine erfolgreiche Einführung nachhaltiger Mobilitätskonzepte nicht nur technische Aspekte betrachtet werden müssen, sondern vor allem auch sozialwissenschaftliche und psychologische Aspekte von zentraler Bedeutung sind (z.B. Sovacool, 2014). In Deutschland gibt es bislang keine nennenswerten publizierten Ergebnisse zur Akzeptanz und wahrgenommenen Alltagstauglichkeit von mikromobilen Mobilitätskonzepten, die in den innerstädtischen Bereich implementiert werden sollen (in Form von Sharing- oder Floating-Systemen). Die meisten Studien zu Mikromobilen, wie Pedelecs, thematisieren Sicherheitsaspekte dieser Fahrzeuge im Vergleich zu herkömmlichen Fahrrädern ohne elektrische Unterstützung (z.B. Schleinitz et al., 2017).

Großangelegte Feldversuche, die nicht nur die Sicherheit, sondern vor allem auch die Einstellung und Akzeptanz sowie das Erleben und Verhalten von Nutzern zu mikromobilen Mobilitätslösungen erfassen, sind nicht selten. Solche Studien existieren in einer Vielzahl nur aus dem Bereich der automobilen Elektromobilität (z.B. Bühler et al., 2014, Cocron et al., 2011, Schmalfuß et al., 2017). Die Integration von Pedelecs in städtische Mobilitätskonzepte hat in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen. Projekte wie "PedsBlitz" in Hannover demonstrieren die praktische Umsetzung von Pedelec-Verleihsystemen und liefern wertvolle Erkenntnisse für die wissenschaftliche Diskussion. Im Rahmen des Projekts "PedsBlitz" wurden verschiedene Pedelec-Modelle, darunter Stadtfliitzer, Lasten-Pedelecs und behindertengerechte Varianten, in das Verleihsystem integriert. Die Evaluation zeigte, dass Studierende Pedelecs häufiger in der Freizeit (66 %) als für den Arbeitsweg (34 %) nutzten, während Mitarbeitende vermehrt die niedrigste Unterstützungsstufe "Eco" (54 %) wählten. Diese Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit, Pedelec-Verleihsysteme an die spezifischen Bedürfnisse unterschiedlicher Nutzergruppen anzupassen. Die Erkenntnisse aus "PedsBlitz" tragen somit wesentlich zum aktuellen Stand der Forschung bei und bieten wertvolle Anhaltspunkte für die Weiterentwicklung nachhaltiger urbaner Mobilitätslösungen. Kammerhofer et al. (2023) verstärken in einer Fallstudie, dass es bei Designüberlegungen für Lastenräder unabdingbar ist, die Nutzerperspektive einzubeziehen, um die

"Lastenradtauglichkeit" städtischer Gebiete zu fördern. Unterschiedliche Nutzergruppen sollten bei der Gestaltung von Lastenradnutzungsmodellen berücksichtigt werden, um eine sozial inklusive Nutzung zu ermöglichen. Es ist es wichtig, die individuellen Vorlieben und persönlichen Merkmale potenzieller NutzerInnen zu berücksichtigen, wenn es um konkrete Vorschläge für ein Lastenrad geht. Studien zeigen, dass das Umweltbewusstsein und die Fahrradfahr-Häufigkeit (Bösehans et al., 2023; Pobudzei et al. 2023) einen Einfluss auf die Nutzungshäufigkeit von E-Lastenrädern hat, weswegen diese Variablen in den zukünftigen Analysen mit beachtet werden sollen. Darüber hinaus zeigten Mowe et al. (2023), dass berufsgruppenspezifische Merkmale die Bereitschaft, ein konventionelles Firmenauto durch ein Lastenrad zu ersetzen, beeinflussen. Eine Unterscheidung nach Berufsgruppen kann daher hilfreich sein. Im Vergleich zu Autos oder Lastwagen zeigen Lastenräder Zeitvorteile bei der Routenwahl im gewerblichen Verkehr (Hardinghaus et al. 2023). Lastenräder für Lieferungen in der Nähe sind kostengünstiger als Lieferwagen und können viele Lieferungen mit PKW ersetzen. Im Rahmen einer irischen Fallstudie in Dublin (Malik et al., 2023) wurde gezeigt, dass kleine Unternehmen E-Lastenräder bevorzugen, um Waren über längere Strecken bei warmen und trockenem Wetter zu liefern. Bei nassem Wetter spielen Faktoren wie Temperatur, Reisezeit und die Dauer des Dienstes eine wichtige Rolle bei der Entscheidung für den Einsatz von E-Lastenrädern. Die Attraktivität von E-Lastenrädern als Liefermodus nimmt mit steigender Reisezeit und sinkenden Temperaturen ab. Die Reisezeit scheint ein entscheidenderer Faktor als Streckenlänge zu sein, wenn es um Regenbedingungen geht. Die Ergebnisse der Studie legen, nahe dass bei der Analyse von Reallabordaten auch die gemeinsame Wirkung von Regen und Temperatur auf die Wahl des E-Lastenradmodus berücksichtigt werden sollte. Raumbezogene Daten, insbesondere GPS-Analysen, können dazu beitragen, Engpässe für LastenradNutzerInnen zu identifizieren, wenn sie mit anderen relevanten Datenquellen (z.B. Interviews, Fragebogendaten etc.) kombiniert werden (Kammerhofer et al., 2023). Bezogen auf die Routenwahl zeigt sich, dass E-Bike- und LastenradNutzerInnen eine höhere Bereitschaft haben, einen Umweg zu machen, um bestimmte Infrastrukturmerkmale zu nutzen (Hardingshaus et al. 2023). Dies steht im Einklang mit früheren Studien (Allemann, & Raubol, 2015; Campbell et al., 2016.), die gezeigt haben, dass E-Bike-NutzerInnen weniger Wert auf die kürzeste Route legen. LastenradNutzerInnen bevorzugen sogar Nebenstraßen und Asphaltstraßen. Es ist bekannt, dass Lastenrad- und E-Bike-NutzerInnen bestimmte Infrastrukturmerkmale anders bewerten als herkömmliche Fahrradfahrer. Geschützte Fahrradwege werden von ihnen höher bewertet, ebenso wie Fahrradwege und Seitenstraßen. Während der allgemeine Nutzen des Parkens auf der Straße negativ ist, empfinden E-Bike-Fahrer dies als noch störender, während LastenradNutzerInnen geparkte Autos weniger negativ wahrnehmen im Vergleich zu regulären Nutzern (Hardinghaus et al., 2023). Die Entdeckung dieser Ergebnisse diene als Grundlage, um das GPS-Tracking im Rahmen des Projekts voranzutreiben. Dies ermöglichte es, nähere Einblicke in das Fahrverhalten zu gewinnen und relevante Daten zu sammeln. Während die größten Hürden für die Nutzung von E-Lastenrädern eine ungeeignete Stadtinfrastruktur, soziale Hürden fürs Radfahren und Reiserkmale sind, können Fahrradspuren, radverkehrsfreundliche Gesetzesvorschriften und die Verfügbarkeit von E-Fahrrädern als beste Lösungen betrachtet werden, um diese Barriere zu überwinden (Patel et al., 2023).

Darüber hinaus ist es wichtig, dass die zum Teil autonom fahrenden Mikromobile zur Aufrechterhaltung der Verkehrssicherheit beitragen. Hierfür müssen die Fahrzeuge in der Lage sein, mit anderen Verkehrsteilnehmern zu kommunizieren und ggf. auch zu interagieren (Rasouli, Kotseruba, & Tsotsos, 2018). In der Automobilindustrie wird versucht, externe HMIs für autonome Fahrzeuge zu entwickeln, die vulnerablen Verkehrsteilnehmern bestimmte Fahrzeugzustände signalisieren (siehe z.B. Small, 2017). Es zeigte sich in Studien, dass besonders im Niedriggeschwindigkeitsbereich und in nicht eindeutigen Situationen ein Bedarf an expliziter Kommunikation seitens der NutzerInnen besteht (z.B. Merat, Louw, Madigan, Wilbrink, & Schieben, 2018). Erste Evaluationen zu möglichen expliziten Kommunikationsarten liegen aus dem automobilen Kontext vor (siehe z.B. Ackermann, Beggiato, Schubert, & Kreams, 2019;

Hensch et al., 2018; Neumann, Hensch, Beggiato, Halama, & Krems, 2019). Es stellt sich die Frage, ob Außenkommunikation auch für mikromobile Mobilität relevant ist. Hierzu gibt es bislang keine Forschung.

Aus der sozialpsychologischen Forschung ist dem Antragsteller keine Forschung bekannt, die konkret die Community-Struktur eines Mikromobilitätskonzepts untersucht bzw. hier relevante Faktoren oder Anforderungskonzepte identifiziert. Es kann jedoch auf eine Reihe sozialpsychologischer Grundlagenbefunde zurückgegriffen werden, die aus der Literatur bekannt sind. So wird beispielsweise die Akzeptanz und Nutzung des auf einer Community-Struktur aufbauenden Mikromobilitätskonzepts von der Identifikation der NutzerInnen mit dieser Gemeinschaft beeinflusst (Sloot, Jans, & Steg, 2016; Bamberg, Rees, & Seebauer, 2015). Dabei verstärkt eine positive soziale Identität als Mitglied einer Gemeinschaft die Bereitschaft, sich für das Funktionieren dieser Strukturen einzusetzen und sie im Sinne aller zu nutzen (Haslam, 2004). Die dadurch resultierende Erhöhung des Nutzens für andere wirkt sich wiederum positiv auf das eigene Selbst und das Wohlbefinden aus (Jetten, Haslam, & Haslam, 2011). Darüber hinaus wurde gefunden, dass durch eine gemeinsame soziale Identität der Community-NutzerInnen der Kontakt zwischen Mitgliedern verschiedener gesellschaftlicher Gruppen (z.B. Studierende, Senioren, Familien) ermöglicht wird und zu positiveren Intergruppeneinstellungen zwischen den Gruppenmitgliedern führt (Drury, Hutchison, & Abrams, 2016). Ebenso erhöht eine gemeinsame soziale Identität die Bereitschaft zur gegenseitigen Unterstützung (Dovidio, Gaertner, & Saguy, 2007). Darüber hinaus steigt bei einer funktionierenden Community-Struktur die Wahrnehmung von Handlungseffektivität und die Bereitschaft, diese Strukturen weiter für sich und andere zu nutzen (Jugert et al., 2016). Die dargestellten Befunde und Wirkmechanismen aus der Grundlagenforschung liefern vielversprechende Ergebnisse und Ansätze, um eine funktionierende und für NutzerInnen wie auch Betreiber ansprechende Community-Struktur zu implementieren. Dazu müssen die Erkenntnisse jedoch verdichtet und speziell auf den konkreten Anwendungsfall angepasst und umgesetzt werden.

1.5 Verwendete Fachliteratur, sowie benutzte Informations- und Dokumentationsdienste

- Ackermann, C., Beggiato, M., Schubert, S., & Krems, J. F. (2019). An experimental study to investigate design and assessment criteria: what is important for communication between pedestrians and automated vehicles? *Applied Ergonomics*, *75*, 272-282. doi:10.1016/j.apergo.2018.11.002
- Allemann, D., & Raubal, M. (2015). Usage differences between bikes and E-bikes. *AGILE 2015: Geographic Information Science as an Enabler of Smarter Cities and Communities*, 201-217.
- Asbrock, F. (2010). Stereotypes of social groups in Germany in terms of warmth and competence. *Social Psychology*, *41*, 76-81. doi:10.1027/1864-9335/a000011
- Born, B., Günther, M., Jacobsen, B., Jähn, B., Müller-Blumhagen, S., Temmler, A., Teuscher, J. (2019). *ECoMobility - Connected E-Mobility. Vernetzte Elektromobilität am Beispiel der Technischen Universität Chemnitz*. Chemnitz: Universitätsverlag der Technischen Universität Chemnitz. ISBN 978-3-96100-082-1. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:ch1-qucosa2-327884>
- Brune, A., Asbrock, F., & Sibley, C. G. (2016). Meet your neighbours. Authoritarians engage in intergroup contact when they have the opportunity. *Journal of Community and Applied Social Psychology*, *26*, 567-580. doi: 10.1002/casp.2289
- Bühler, F., Cocron, P., Neumann, I., Franke, T., & Krems, J. F. (2014). Is EV experience related to EV acceptance? Results from a German field study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology*, *25(A)*, 85-90. doi:10.1016/j.trf.2014.05.002

- Bösehans, G., Bell, M., Thorpe, N., & Dissanayake, D. (2023). Something for every one?-An investigation of people's intention to use different types of shared electric vehicle. *Travel Behaviour and Society*, 30, 178-191.
- Campbell, A.A., Cherry, C.R., Ryerson, M.S., Yang, X., (2016). Factors influencing the choice of shared bicycles and shared electric bikes in Beijing. *Transp. Res. Part C: Emerg. Technol.* 67, 399–414. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.03.004>
- Cocron, P., Bachl, V., Früh, L., Koch, I., & Krems, J.F. (2014). Hazard detection in noise-related incidents - the role of driving experience with battery electric vehicles. *Accident Analysis and Prevention*, 73, 380-391. [dx.doi.org/10.1016/j.aap.2014.09.016](https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.09.016)
- Cocron, P., & Krems, J. F. (2013). Driver perceptions of the safety implications of quiet electric vehicles. *Accident Analysis and Prevention*, 58, 122-131. [dx.doi:10.1016/j.aap.2013.04.028](https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.04.028)
- Dovidio, J. F., Gaertner, S. L., & Saguy, T. (2007). Another view of "we": Majority and minority group perspectives on a common ingroup identity. *European Review of Social Psychology*, 18, 296–330.
- Drury, L., Hutchison, P., & Abrams, D. (2016). Direct and extended intergenerational contact and young people's attitudes towards older adults. *British Journal of Social Psychology*, 55, 522–543.
- Franke, T., Rauh, N., & Krems, J. F. (2016). Individual differences in BEV drivers' range stress during first encounter of a critical range situation. *Applied Ergonomics*, 57, 28-35 [doi:10.1016/j.apergo.2015.09.010](https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.09.010)
- Hardinghaus, M., & Weschke, J. (2023). Transforming bicycle market: Assessing cyclists route preferences on different bike types in a choice experiment. *Transportation research interdisciplinary perspectives*, 22, 100921.
- Haslam, S. A. (2004). *Psychology in Organizations*. London: Sage.
- Hensch, A., Halama, J., Ackermann, C., Beggiano, M., Neumann, I., & Krems, J. (2018). Kommunikation zwischen Fußgängern und Fahrzeugen. Querungsimplosionen und Interaktionsverhalten im Niedriggeschwindigkeitsbereich. In VDI (Eds.). *Fahrerassistenzsysteme und automatisiertes Fahren 2018, VDI-Berichte 2335* (p. 323-336). Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH. ISBN 978-3-18-092335-2.
- Jetten, J., Haslam, C., & Haslam, A. S. (2011). *The Social Cure: Identity, Health and Well-Being*. Routledge.
- Jugert, P., Greenaway, K. H., Barth, M., Büchner, R., Eisentraut, S., & Fritsche, I. (2016). Collective efficacy increases pro-environmental intentions through increasing self-efficacy. *Journal of Environmental Psychology*, 48, 12–23.
- Kammerhofer, A., Pühringer, F., Kostka, L., & Berger, M. (2023, September). Understanding Spatio-Temporal Usage Patterns of Cargo Bike Sharing to Foster Market Diffusion. In LET IT GROW, LET US PLAN, LET IT GROW. Nature-based Solutions for Sustainable Resilient Smart Green and Blue Cities. Proceedings of REAL CORP 2023, 28th International Conference on Urban Development, Regional Planning and Information Society (pp. 881-892). CORP–Competence Center of Urban and Regional Planning.
- Malik, F. A., Egan, R., Dowling, C. M., & Caulfield, B. (2023). Factors influencing e-cargo bike mode choice for small businesses. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 178, 113253.
- Mowe, M., Weiß, A., & Clausen, U. (2023, March). Cargo Bikes in Transport Logistics Review of User Requirements and Related Bike Models. In *Interdisciplinary Conference on Production, Logistics and Traffic* (pp. 95-107). Cham: Springer International Publishing.
- Patel, S. J., Patel, C. R., & Dhonde, B. (2023, April). Ranking barriers and optimum solutions to implement public bicycle-sharing system in cities. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Municipal Engineer* (Vol. 176, No. 3, pp. 173-186). Emerald Publishing Limited.

PedsBlitz Hannover: Ergebnisse und Erkenntnisse. Abgerufen von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2503/dokumente/00_pedsblitz_hannover.pdf

- Petzoldt, T., Schleinitz, K., Heilmann, S., & Gehlert, T. (2017). Traffic conflicts and their contextual factors when riding conventional vs. electric bicycles. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 46(B), 477-490. doi:10.1016/j.trf.2016.06.010
- Pobudzei, M., Wichmann, I., & Hoffmann, S. (2023). Unlocking the Wheel: Insights into Shared Micromobility Perceptions and Adoption on Campus. In *VEHITS* (pp. 410-419).
- Schleinitz, K., Franke-Bartholdt, L., Petzoldt, T., Schwanitz, S., Kühn, M., & Gehlert, T. (2014). *Pedelec-Naturalistic Cycling Study*. Forschungsbericht Nr. 27. *Unfallforschung der Versicherer*. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Berlin.
- Schleinitz, K., Petzoldt, T., Franke-Bartholdt, L., Krems, J.F., & Gehlert, T. (2017). The German Naturalistic Cycling Study – Comparing cycling speed of riders of different e-bikes and conventional bicycles. *Safety Science*, 92, 290-297. doi:10.1016/j.ssci.2015.07.027
- Schleinitz, K., Petzoldt, T., Kröling, S., Gehlert, T., & Mach, S. (2019). (E-)Cyclists running the red light - The influence of bicycle type and infrastructure characteristics on red light violations. *Accident Analysis & Prevention*, 122, 99-107. doi:10.1016/J.AAP.2018.10.002
- Schmalfuß, F., Kreußlein, M., Mair, C., Döbelt, S., Heller, C., Wüstemann, R., Kämpfe, B., & Krems, J. F. (2017). Smart charging in daily routine - Expectations, experiences and preferences of potential users. In: J. Liebl (Ed.), *Grid Integration of Electric Mobility - 1st International ATZ Conference 2016*. Wiesbaden, Germany: Springer Vieweg.
- Schmalfuß, F., Mair, C., Döbelt, S., Kämpfe, B., Wüstemann, R., Krems, J. F., & Keinath, A. (2015). User responses to a smart charging system in Germany: Battery electric vehicle driver motivation, attitudes and acceptance. *Energy Research & Social Science*. doi:10.1016/j.erss.2015.08.019
- Sloot, D., Jans, L., & Steg, L. (2017). The potential of environmental community initiatives – a social psychological perspective. In A. Römpke, G. Reese, I. Fritsche, N. Wiersbinski, & A. Mues (Eds.), *Outlooks on applying environmental psychological research* (pp. 27-34). BfN-Skripten 460. Bonn: Federal Agency for Nature Conservation.
- Van Assche, J., Asbrock, F., Roets, A., & Kauff, M. (2018). Positive neighborhood norms buffer ethnic diversity effects on neighborhood dissatisfaction, perceived neighborhood disadvantage, and moving intentions. *Personality and Social Psychology Bulletin*. <https://doi.org/10.1177/0146167217744767>

Verwendete Datenbanken: PsycInfo, Scienedirect, PubPsych, Scopus
 Institutionelle Repositorien: Dokumenten- und Publikationsserver MONARCH für die Veröffentlichung und Archivierung von wissenschaftlicher Literatur der TU Chemnitz

Statistik- und Datenanalyseedienste: Statista, SPSS, R, Excel

Zitations- und Literaturverwaltungssoftware: Zotero, GoogleScholar

1.6 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

ICM – Institut Chemnitzer Maschinenbau

Das ICM – Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e.V. ist eine gemeinnützige Forschungseinrichtung, die seit 1992 kleine und mittlere Unternehmen bei der Umsetzung innovativer Ideen unterstützt. Das Institut entwickelt zukunftsorientierte Prozesse und Produkte und setzt diese in Forschungs- und Entwicklungsprojekten um. Die Schwerpunkte liegen in den Bereichen Maschinen- und Anlagenbau, Elektromobilität, Medizintechnik sowie Prozessanalyse und Digitalisierung. Im Rahmen des Arbeitspakets A2 hat das ICM das Kleinfahrzeug INNVELO® Lastenroller entwickelt und bereitgestellt. Der Roller ist mit verschiedenen Halterungen ausgestattet, die es ermöglichen, diverse Güter wie Getränkekisten, Thermoboxen oder Handgepäck sicher zu transportieren. Dies ermöglicht den Einsatz für Lieferdienste oder Gewerbetreibende.

ImNu – Fahrradkurier Dresden

Der ImNu – Fahrradkurier Dresden ist ein umweltfreundlicher Kurierdienst mit Sitz in Dresden. Seit 1992 bietet das Unternehmen schnelle und zuverlässige Transportlösungen innerhalb der Stadt und des Umlands an, wobei der Fokus auf der Nutzung von Fahrrädern liegt, um eine emissionsfreie Logistik zu gewährleisten. Im Rahmen des Projekts wurde dem Fahrradkurierdienst ImNu – Dresden ein CityTrunk, ein intelligenter elektrischer Fahrradanhänger, zur Verfügung gestellt. Damit konnte der CityTrunk im gewerblichen Kontext im Raum Dresden praktisch erprobt und evaluiert werden.

GiA – Gemüse im Abo

Gemüse im Abo ist ein Bioland-Betrieb mit Sitz in Gundelfingen bei Freiburg, der seit 1996 wöchentlich frisches, saisonales Gemüse und Obst aus kontrolliert biologischem Anbau direkt an Haushalte und Arbeitsplätze in Freiburg und Umgebung liefert. Auch hier kam der CityTrunk zum Einsatz und wurde für die Auslieferung von Gemüse im ländlichen Raum genutzt und konnte von TUC AAP evaluiert werden.

Blumengeschäft & Friedhofsgärtnerei St. Andreas Friedhof GmbH

Der St. Andreas Blumenladen, gelegen auf dem Gelände des St.-Andreas-Friedhofs in Chemnitz-Gablenz, bietet neben floristischen Dienstleistungen auch Unterstützung bei der Pflege von Gräbern an. Zu den Tätigkeiten gehören die regelmäßige Bepflanzung und Versorgung der Grabstätten. Im Rahmen des Projekts wurde dem Blumenladen ein CityTrunk, ein intelligenter elektrischer Lastenanhänger, zur Verfügung gestellt. Dieser kam auf dem Friedhofsgelände zum Einsatz, um Materialien wie Wasser, Blumen und weiteres Zubehör effizient zu transportieren.

2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises
3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

4. Eingehende Darstellung erzielter Ergebnisse

4.1 Durchgeführte Studien

Im Folgenden sind die von der TUC/FGAAP durchgeführten Studien mit Titel, Zeitraum, Ziel, Methode, Stichprobenumfang, entsprechenden Forschungsfragen und (geplanten) Veröffentlichungen nach Modul bzw. Arbeitspaket überblicksartig zusammengefasst. Die Ergebnisse von Literaturrecherchen, welche Teil eines Arbeitspakets waren, werden unter 394.2 Beantwortung der Forschungsfragen (S. 39) direkt berichtet.

STUDIENÜBERSICHT TUC/FGAAP		
MOBILE		
A	BEFRAGUNG ZUM MOBILITÄTSVERHALTEN UND ANFORDERUNGEN AN LASTENPEDELECS ZEITRAUM: 17. JULI - 30. SEPTEMBER 2020	
	2.1 Ziel: Anforderungsanalyse für Lastenpedelecs (/ Sharing System) Methode: Online-Umfrage Stichprobe: N = 93 Forschungsfragen <ul style="list-style-type: none"> Wie sieht das typische Mobilitäts- und Einkaufsverhalten von Bewohnern Freibergs aus? Welche allgemeinen Gründe und Barrieren beeinflussen die Nutzung eines Lastenpedelec-Sharing-Konzepts in Freiberg? Inwiefern wird das Lastenpedelec im Rahmen eines Sharing-Konzepts als Ersatz für andere Verkehrsmittel genutzt, und welche typischen Wege sowie Lasten werden damit transportiert? Welche Unterschiede bestehen in der Nutzung und den Bedürfnissen eines Lastenpedelec-Sharing-Konzepts zwischen Beschäftigten und Auszubildenden/Studierenden in Freiberg? 	Veröffentlichung: Poster auf der ICTTP 2022: <ul style="list-style-type: none"> Morgenstern, T., Kreißig, I., & Krems, J. F. (2022). <i>User requirements for an e-cargo bike sharing system</i>. Poster presented at the 7th International Conference on Traffic and Transport Psychology (ICTTP), 22.-25.8.2022, Gothenburg, Sweden. DOI: 10.13140/RG.2.2.23791.71844 Vortrag DGPs Kongress Hildesheim 2022: <ul style="list-style-type: none"> Kreißig, I., Morgenstern, T., & Krems, J. (2022). Micromobility at the Fore – User Requirements and System Evaluation of an E-Cargo Bike Sharing System. In Bermeitinger, C. & Greve, W. (Eds.), <i>DGPs 2022 - Abstracts of the 52nd Congress of the German Psychological Society</i> (p. 271). Lengerich: Pabst Science Publishers. ISBN 978-3-95853-803-0.
	TESTIVAL – NUTZERSEITIGE BEURTEILUNG VERSCHIEDENER LASTENPEDELEC-KONZEPTE ZEITRAUM: 13. OKTOBER 2020	
	2.5 Ziel: Vergleichende Testung des CityPed-Prototyps im Hinblick auf Nutzererleben und –akzeptanz Methode: Feldstudie mit Testparcours und Befragung (Fragebogen, Interview) Stichprobe: N = 20 Forschungsfragen <ul style="list-style-type: none"> Wie unterscheiden sich vier verschiedene Lastenpedelec-Modelle hinsichtlich ihrer Leistung und Nutzererfahrung? Wie beeinflusst das Fahren mit versus ohne Last das Sicherheitsgefühl, das wahrgenommene Risiko, den wahrgenommenen Stress und die wahrgenommene Kontrolle der Nutzer? Wie beeinflussen das Sicherheitsgefühl, das Handling und die wahrgenommene Kontrolle die Akzeptanz der Lastenpedelecs, 	Veröffentlichung: Paper <ul style="list-style-type: none"> Kreißig, I. / Morgenstern, T. / Krems, J. / Fürstner, T. / Gerschler, J. / Köckritz, J. / Nepp, R. / Tischner, F. / Vrignaud, R. / Kröger, M. (2021). Umsteigen, bitte...! Nutzerzentrierte Evaluation verschiedener Lastenpedelec-Konzepte. Poster presented at the 12th congress of the DGPs departments Work, Organizational, and Economic Psychology and Human Factors, 22.-24.9.2021, Chemnitz, Germany. DOI: 10.13140/RG.2.2.11865.24162 Vortrag DGPs Kongress Hildesheim 2022 <ul style="list-style-type: none"> Kreißig, I., Morgenstern, T., & Krems, J. (2022). Micromobility at the Fore – User

	<p>insbesondere in Bezug auf wahrgenommene Nützlichkeit, Einfachheit der Nutzung und Nutzungsintention?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wie schätzen NutzerInnen das Handling verschiedener Lastenpedelec-Modelle ein, insbesondere in Bezug auf Lenkung, Bremsen, Auf- und Absteigen, Losfahren, Einparken, Gangschaltung und die optimale Platzierung der Last? • Wie bewerten und ranken die NutzerInnen die verschiedenen getesteten Lastenpedelec-Modelle insgesamt? 	<p>Requirements and System Evaluation of an E-Cargo Bike Sharing System. In Bermeitinger, C. & Greve, W. (Eds.), DGPs 2022 - Abstracts of the 52nd Congress of the German Psychological Society (p. 271). Lengerich: Pabst Science Publishers. ISBN 978-3-95853-803-0.</p>
--	--	--

NUTZERTEST DES CITYPEDS ZUM FAHREN, PARKEN UND LADEN
ZEITRAUM: 10./11. JUNI 2021

2.5	<p>Ziel: Evaluation ergonomischer Aspekte der Nutzung des Lastenpedelecs (Sitzposition, Auf- & Absteigen) & Praktische Erprobung und Evaluation des Einparkens des Lastenpedelecs in die Ladebox</p> <p>Methode: Feldstudie (Testfahrt / Testnutzung provisorischer Ladebox, Beobachtung und Befragung [Fragebogen, Interview])</p> <p>Stichprobe: N = 16</p> <p>Forschungsfragen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wie beeinflussen die Ergonomie des Lastenpedelecs (insbesondere Sitzposition sowie Auf- und Absteigen) das Komforterleben der Nutzer, und welche Vor- und Nachteile sowie Verbesserungsvorschläge werden identifiziert? • Wie bewerten NutzerInnen das Einparken des Lastenpedelecs in Vorwärts- versus Rückwärtsrichtung in Bezug auf Zufriedenheit, wahrgenommene Nützlichkeit, Beanspruchung und Kontrolle, und wie ranken sie verschiedene Parkvorgänge? • Inwiefern trägt die Nutzung einer Leuchte beim Einparken zur Rückmeldung der optimalen Positionierung für das kontaktlose Laden zur wahrgenommenen Hilfefunktion und Sicherheit bei? • Wie ranken NutzerInnen die vier unterschiedlichen Parkszenarien insgesamt in Bezug auf Nützlichkeit, Beanspruchung und Sicherheit? 	<p>Veröffentlichung: Vortrag DGPs Kongress Hildesheim 2022</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kreißig, I., Morgenstern, T., & Krems, J. (2022). Micromobility at the Fore – User Requirements and System Evaluation of an E-Cargo Bike Sharing System. In Bermeitinger, C. & Greve, W. (Eds.), DGPs 2022 - Abstracts of the 52nd Congress of the German Psychological Society (p. 271). Lengerich: Pabst Science Publishers. ISBN 978-3-95853-803-0.
-----	---	---

NUTZERTEST DES CITYSCOOTERS ZUM FAHREN UND LADEN
ZEITRAUM: APRIL-MAI 2024

2.5	<p>Ziel: Evaluation ergonomischer Aspekte der Nutzung des Lastenpedelecs & Praktische Erprobung und Evaluation des Lastenscooters</p> <p>Methode: Feldstudie (Testfahrt / Testnutzung, Beobachtung und Befragung [Fragebogen, Interview])</p> <p>Stichprobe: N = 15</p> <p>Forschungsfragen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wie beeinflusst die Beladung die subjektive Wahrnehmung von Kontrollierbarkeit, Risiko und Stressempfinden bei der Nutzung von Lasten-Scootern im Vergleich zu unbeladenen Fahrten? • Welche Unterschiede bestehen zwischen den erwarteten und tatsächlichen Erfahrungen der NutzerInnen hinsichtlich Kontrollierbarkeit, Risiko- und Stressempfinden bei der Nutzung von Lasten-Scootern? • Welche Rolle spielt die Fahrerfahrung bei der Reduktion von Stress- und Risikowahrnehmung sowie bei der Verbesserung der Kontrollierbarkeit von Lasten-Scootern? 	<p>Veröffentlichung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • In Planung (voraussichtlich 2025) A new way of transporting loads: practical evaluation of a load scooter in terms of safety, risk and perception of control
-----	---	--

LABORSTUDIE AUTONOMES PARKEN ZEITRAUM: JULI BIS SEPTEMBER 2022		
3.8	<p>Ziel: Vergleichende Untersuchung von Konzepten zur Kommunikation zwischen NutzerInnen und autonom einparkendem Lastenpedelec hinsichtlich relevanter Aspekte wie Akzeptanz, Vertrauen, Nützlichkeit</p> <p>Methode: Laborstudie (Umfrage /Interview, implementierte Videoaufnahmen)</p> <p>Stichprobe: N = 36</p> <p>Forschungsfragen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wie beeinflusst die Art der Kommunikation (ohne, mit visuellen oder auditiven Signalen) die User Experience (UX), das Vertrauen und die erlebte Sicherheit bei der Nutzung? • Welche Auswirkungen hat das Auftreten von Hindernissen vs. reibungsloser Nutzung bei der Rückgabe auf die Nützlichkeit und Learnability der Mikromobile? 	<p>Veröffentlichung: Vortrag</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kreißig, I., Morgenstern, T., & Krems, J. (2023). Blinking, Beeping or Just Driving? Investigating Different Communication Concepts for an Autonomously Parking E-Cargo Bike from a User Perspective. In T. Ahram and R. Taiar (eds.), <i>Human Interaction and Emerging Technologies (IHET-AI 2023): Artificial Intelligence and Future Applications</i>. AHFE Open Access, vol 70. AHFE International, USA. doi:10.54941/ahfe100293. • Liehr, D., Kreißig, I., Siegmund, J., Creutz, S., Meißner, H., Krems, J. (2024). Do you know what's going on? - Examining Situation Awareness for Different Communication Concepts of an E-Cargo Bike Autonomous Parking Function. In: Tareq Ahram and Redha Taiar (eds) <i>Human Interaction and Emerging Technologies (IHET-AI 2024): Artificial Intelligence and Future Applications</i>. AHFE (2024) International Conference. AHFE Open Access, vol 0. AHFE International, USA. http://doi.org/10.54941/ahfe1004583
INFRASTRUKTUR		
B	QUICK'N'DIRTY APP-EVALUATION SteigtUM!-App ZEITRAUM: 14. OKTOBER 2021	
2.6	<p>Ziel: Praktische Erprobung der App-Funktionen & Evaluation der Buchungs- / Ausgabe- und Rückgabefunktion der App</p> <p>Methode: Feldstudie (Beobachtung und Befragung [Fragebogen, Interview])</p> <p>Stichprobe: N = 26</p> <p>Forschungsfragen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wie werden die Funktionen der App hinsichtlich der Funktionalität, Usability/Gebrauchstauglichkeit, User Experience (UX)/Benutzerfreundlichkeit & Attraktivität/Ästhetik bewertet? 	<p>Veröffentlichung: Vortrag DGPs Kongress Hildesheim 2022</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kreißig, I., Morgenstern, T., & Krems, J. (2022). Micromobility at the Fore – User Requirements and System Evaluation of an E-Cargo Bike Sharing System. In Bermeitinger, C. & Greve, W. (Eds.), <i>DGPs 2022 - Abstracts of the 52nd Congress of the German Psychological Society</i> (p. 271). Lengerich: Pabst Science Publishers. ISBN 978-3-95853-803-0.
QUICK'N'DIRTY APP-EVALUATION SteigtUM!-Routing APP ZEITRAUM: 10. MAI 2024		
2.6	<p>Ziel: Praktische Erprobung der App-Funktionen & Evaluation der Buchungs- / Ausgabe- und Rückgabefunktion der App</p> <p>Methode: Feldstudie (Beobachtung und Befragung [Fragebogen, Interview])</p> <p>Stichprobe: N = 14</p>	<p>Veröffentlichung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nicht geplant

	<p>Forschungsfragen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wie werden die Funktionen der App hinsichtlich der Funktionalität, Usability/Gebrauchstauglichkeit, User Experience (UX)/Benutzerfreundlichkeit & Attraktivität/Ästhetik bewertet? 	
<p>REALLABOR</p>		
<p>C MIETERInnen-BEFragung ZU (LASTEN)FAHRRADVERLEIHSYSTEMEN ZEITRAUM: JANUAR/FEBRUAR 2022</p>		
<p>1.3</p>	<p>Ziel: Mikromobile als Ergänzung zum Wohnungsmietangebot: Potenziale zur Befriedigung von Mobilitätsbedürfnissen und Identifikation von Bedarfen.</p> <p>Methode: Online-Umfrage</p> <p>Stichprobe: N = 136</p> <p>Forschungsfragen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wie ist die allgemeine Einstellung der NutzerInnen gegenüber Fahrradverleihsystemen (Part I) und speziell gegenüber Lastenradverleihsystemen für Mietende (Part II; nur für Mietende)? • Welche Gründe und Barrieren beeinflussen die (Nicht-)Nutzung eines Verleihangebots innerhalb der Wohnmietanlage? (Part II; nur für Mietende) • Welche Anforderungen und möglichen Anreize existieren für Mietende, ein Verleihangebot innerhalb der Wohnmietanlage zu nutzen? (Part II; nur für Mietende) • Welche Vorteile sehen die NutzerInnen in einem Verleihsystem innerhalb im Vergleich zu einem außerhalb der Wohnanlage? • Welche Gründe liegen der Wahl eines Verkehrsmittels durch die NutzerInnen zugrunde? 	<p>Veröffentlichung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nicht geplant
<p>REALLABOR PRIVATE NUTZUNG ZEITRAUM: APRIL – NOVEMBER 2022, JULI – NOVEMBER 2023, MÄRZ – MAI 2024</p>		
<p>1.7</p>	<p>Ziel: Untersuchung von Nutzererleben, -verhalten & -akzeptanz für das Gesamtsystem und der Einzelkomponenten (SteigtUM!-App, CityPeds, Ladesystem)</p> <p>Methode: Feldstudie [Kurzinterview, App-/Online-Umfrage + Datenlogging]</p> <p>Stichprobe 2022: N = 11-13 Stichprobe 2023: N = 20-52 Stichprobe 2024: N = 13</p> <p>Forschungsfragen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wie beeinflussen soziodemografische Merkmale und das Mobilitätsverhalten die Einstellungen und Nutzungsmuster von Mietenden gegenüber Mikromobilen? • Welche Unterschiede bestehen zwischen verschiedenen Nutzergruppen hinsichtlich der Nutzung von Ausleihstandorten und ihrer Präferenzen für Anreize und Motivatoren? • Welche Hemmnisse und Vertrauensfaktoren beeinflussen die Akzeptanz und Nutzung von Mikromobilen innerhalb einer Wohnmietanlage? • Wie wirken sich Interaktionskomfort und Handling auf die Gewöhnung und langfristige Nutzung von Mikromobilen aus? • In welchem Umfang beeinflussen Nutzungsmerkmale wie der Zweck des Einsatzes, Transportanforderungen und die 	<p>Veröffentlichung:</p> <p>Vorträge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Joura, V., Kreußlein, M. & Liehr, D. (2023, Juni). <i>Das Reallabor von SteigtUM!: Ein und Ausblicke aus Sicht der Nutzerforschung</i> [Vortrag]. 74. BHT – Freiburger Universitätsforum, Fachkolloquium 2: Neue Entwicklungen im Bereich der Mikromobilität, Freiberg, Deutschland. <p>Poster</p> <ul style="list-style-type: none"> • Joura, V., Kreißig, I., Morgenstern, T., Kreußlein, M., Liehr, D., Gerschler, J., Vrignaud, R., Köckritz, J., & Pfleging, Bastian (2024). Examining users' acceptance of an e-cargo bike sharing system – results from a living lab study. Poster presented at the 11th International Conference on Human Interaction & Emerging Technologies: Artificial Intelligence & Future Applications (IHET-AI 2024), 25.-27.4.2024, Lausanne, Switzerland <p>Paper</p> <ul style="list-style-type: none"> • in Planung (voraussichtlich 2025)

	vorhandene Infrastruktur die Wahl und Nutzung von Mikromobilen durch Mietende?	
REALLABOR GEWERBLICHE NUTZUNG ZEITRAUM: JULI – OKTOBER 2022, JANUAR – AUGUST 2023, MÄRZ – MAI 2024		
1.5	<p>Ziel: Untersuchung von Nutzererleben, -verhalten & -akzeptanz für das Gesamtsystem des (CityTrunk)</p> <p>Methode: Feldstudie [Kurzinterview, App-/Online-Umfrage + Datenlogging] Stichprobe 2022: N = 5 Stichprobe 2023: N = 5-6 Stichprobe 2024: N = 3</p> <p>Forschungsfragen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Hemmnisse und Vertrauensfaktoren beeinflussen die Akzeptanz und Nutzung von Mikromobilen im Rahmen gewerblicher Tätigkeiten? • Wie wirken sich Interaktionskomfort und Handling auf die Gewöhnung und langfristige berufliche Nutzung von Mikromobilen aus? • In welchem Umfang beeinflussen Nutzungsmerkmale wie der Zweck des Einsatzes, Transportanforderungen und die vorhandene Infrastruktur die Wahl und Nutzung von Mikromobilen durch gewerbliche Nutzer? 	<p>Veröffentlichung:</p> <p>Nicht geplant</p>

Im Folgenden sind die von der TUC/SOZ ursprünglich geplanten und tatsächlich umgesetzten Aufgaben/Studien mit Modul bzw. Arbeitspaket überblicksartig zusammengefasst.

AP	Ursprünglicher Plan		Umsetzung
INFRASTRUKTUR			
<i>B</i>	2.1	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellen von sozialpsychologischen Anforderungen an die Smartphone App 	<ul style="list-style-type: none"> • Recherche zu Teil-Apps und Community-Apps sowie Fahrradleih-Apps
	3.8 a)	<ul style="list-style-type: none"> • Fokusgruppen-Erhebungen zur Erfassung der Bedürfnisse der NutzerInnen 	<ul style="list-style-type: none"> • Recherche zu Rebalancing • Interviews mit PendlerInnen • Conjoint-Analyse
	3.8 b)	<ul style="list-style-type: none"> • SWOT-Analyse zu bereits bestehenden Logistik-Angeboten • Experiment zu Sozialer Identifikation & Hilfeverhalten • Replikation im Feld • Erstellung Fragebogen zur Erfassung der Akzeptanz und Nutzbarkeit der Verleihsystems 	<ul style="list-style-type: none"> • SWOT-Analyse • Experiment zu Sozialer Identifikation & Hilfeverhalten • Erstellung Fragebogen zur Erfassung der Akzeptanz und Nutzbarkeit des Verleihsystems
REALLABOR			
<i>C</i>	3.3 a)	<ul style="list-style-type: none"> • Tagebuchstudie zur Erfassung von Hilfeverhalten, Nutzung und Bewertung der Community-Struktur • Bei Bedarf Interviews mit TeilnehmerInnen zur Integration von SeniorInnen 	<ul style="list-style-type: none"> • Interview mit SeniorInnen zu der Idee des SteigtUM!-Systems
	3.3 b)	<ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung der Auswirkungen des Community-Gefühls auf Hilfeverhalten • Befragung älterer TeilnehmerInnen in längsschnittlicher Fragebogenstudie 	<ul style="list-style-type: none"> • Experiment zu Hilfeverhalten und Ageism • Längsschnittliche Untersuchung von NutzerInnendaten zu Hilfeverhalten und Kontakt

4.1.1 Studienbeschreibung

4.1.1.1 Befragung zum Mobilitätsverhalten und Anforderungen an Lastenpedelecs (A2.1)

Inhalt

Mithilfe einer Onlineumfrage (ca. 30 Minuten) wurde eine Anforderungsanalyse für die zu konzipierenden Lastenpedelecs im Rahmen des zu entwickelnden Sharing-Konzepts von SteigtUM! durchgeführt. Damit sollte die Basis für eine nutzergerechte Gestaltung der Mikromobile (hier: Lastenpedelecs) geschaffen werden, um die spätere Benutzerfreundlichkeit und Akzeptanz gegenüber dem CityPed sowie dem Gesamtsystem für die NutzerInnen zu erhöhen.

Ablauf

Die Online-Umfrage war vom 17. Juli bis 30. September 2020 auf „Limesurvey“ für Teilnehmende geöffnet und wurde v. a. in Freiberg beworben (Newsletter der TUBAF, Flyer bei der Boom-Ausstellung, Werbung durch die Stadt Freiberg und die SWG). Erfasst wurden Aspekte wie typisches Mobilitäts- und Einkaufsverhalten sowie allgemeine Nutzungsgründe und -barrieren eines Lastenpedelec-Sharing-Konzepts zur Identifizierung erster nutzerseitiger Anforderungen an die CityPeds und des Verleihsystems. Weiterhin wurden die Teilnehmenden u. a. gefragt, welche Verkehrsmittel sie durch die Nutzung der CityPeds ersetzen würden, auf welchen typischen Wegen sie diese nutzen und was typischerweise an Lasten transportiert werden würde.

Stichprobenbeschreibung

Die durchgeführte Studie basiert auf einer Stichprobe von $N = 93$ vollständig ausgefüllten Umfragen, wobei 41 weibliche und 52 männliche Teilnehmer erfasst wurden. Das durchschnittliche Alter der Befragten betrug 31 Jahre ($SD = 9.4$, $Min = 18$, $Max = 57$). Die Mehrheit der Teilnehmer war vollzeitbeschäftigt (44 %), während 41% Studenten waren. Weitere 14 % waren teilzeitbeschäftigt, und 1% der Befragten waren SchülerInnen oder Auszubildende. Ein hoher Anteil der Befragten (68 %) besaß einen Hochschulabschluss. Zudem hatten 27 % der Befragten das Fachabitur oder Abitur, 4 % eine Berufsausbildung und 1 % einen Haupt- oder Realschulabschluss. Die meisten Teilnehmer waren in Freiberg ansässig (72 %) und 93 % der Befragten waren keine Mieter bei der SWG. Die Mehrheit lebte ohne Kinder, aber mit einem weiteren Erwachsenen in einem Haushalt. Ein sehr hoher Anteil der Befragten (96 %) besaß einen Führerschein der Klasse B, und 61 % hatten einen eigenen PKW. Die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel ist eher gering, da 85 % keine Zeitfahrkarte für den regionalen ÖPNV besaßen und 87 % bei keinem Car-Sharing-Dienst angemeldet waren. Die Fahrradnutzung war weit verbreitet, 94 % besaßen ein Fahrrad, jedoch besaßen 96 % kein Pedelec oder Elektrofahrrad. Etwa 33 % der Befragten fuhren üblicherweise täglich mit dem Fahrrad oder Pedelec/Elektrofahrrad.

4.1.1.2 Testival – nutzerseitige Beurteilung verschiedener Lastenpedelec-Konzepte (A2.5)

Inhalt

In Zusammenarbeit mit dem IMKF der TUBAF wurde am 13. Oktober 2020 ein Testival (Testtag) auf dem Campus der TUBAF vorbereitet und durchgeführt (Abbildung 5). Ziel des Testtages war es, Schlussfolgerungen für die Konstruktion des CityPeds zu erlangen. Hierzu testeten 20 Mitarbeitende und Studierende der TUBAF vier verschiedene Konzepte (elektrisch betriebener) Lastenfahrräder mit und ohne Beladung innerhalb eines aufgebauten Fahrparcours (darunter befand sich auch ein vom IMKF entwickelter Prototyp: Fred; Modelle: Chike, TreGo, Douze, (siehe Abbildung 4). Anschließend wurden die

ProbandInnen zu Aspekten des Nutzererlebens und der Nutzerakzeptanz befragt und interviewt. Erhobene Aspekte des Nutzererlebens waren die wahrgenommene Sicherheit, das wahrgenommene Risiko, die wahrgenommene Kontrolle, Stressempfinden und Aspekte des Fahrgefühls bzw. Handlings wie Einschätzungen zur Lenkung, Bremse, Auf-/Absteigen, Losfahren, Einparken, Gangschaltung, optimale Platzierung der Last. Hinsichtlich der Nutzerakzeptanz wurde die wahrgenommene Nützlichkeit, die Einfachheit der Nutzung und Nutzungsintention erfasst. Zudem sollten die NutzerInnen ein Ranking der getesteten Räder abgeben.

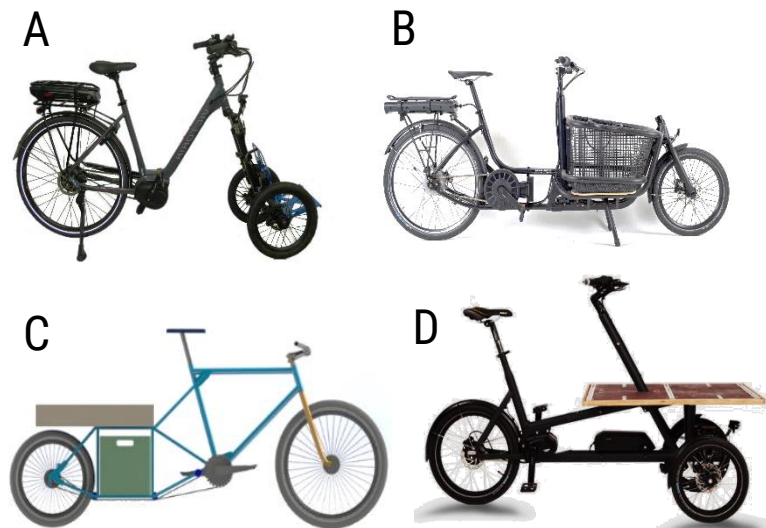


Abbildung 4. Lastenradmodelle im Testival. A) TreGo, B) Douze, C) Fred (CityPed), D) Chike.

Ablauf

Die Untersuchung begann mit der Begrüßung der Teilnehmer, gefolgt von der Einholung des Einverständnisses und der Bereitstellung allgemeiner Informationen zum Ablauf der Studie. Im Anschluss daran durchliefen die Testpersonen vier aufeinanderfolgende Testblöcke. Während eines jedes Testblocks musste der in Abbildung 5 dargestellte Parcours durchfahren werden. Zur Vermeidung von Reihenfolge-Effekten wurden die zu testenden Lastenradkonzepte (1-4) über die 4 Testblöcke ausbalanciert. Während eines jeden Testblocks durchfahren die ProbandInnen den Parcours, wobei Fahrten sowohl mit Last als auch ohne Last durchgeführt wurden. Nach jeder Fahrt in einem Testblock füllten die Teilnehmer einen Fragebogen aus und nahmen an einem Interview teil. Nach Abschluss aller Testblöcke füllten die Teilnehmer einen abschließenden Fragebogen aus und wurden anschließend verabschiedet. Diese strukturierte Abfolge ermöglichte es, vergleichbare Daten zu den unterschiedlichen Modellen und deren Handhabung unter variierenden Bedingungen zu sammeln.

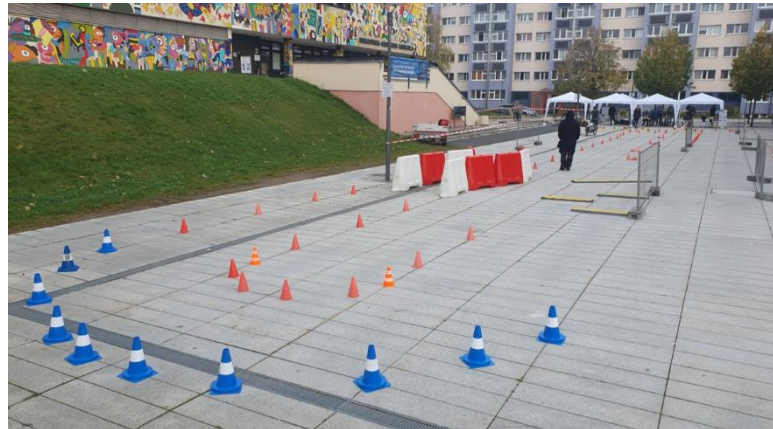
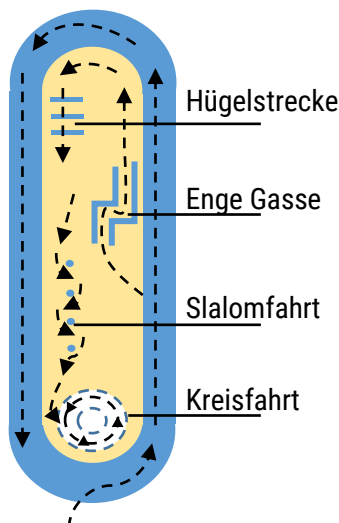


Abbildung 5. Links: Schematische Darstellung des Parcours für Testfahrten mit den Versuchsfahrzeugen. Rechts: Fotodokumentation des Parcours.

Stichprobenbeschreibung

In dieser Untersuchung wurden $N = 20$ Testpersonen einbezogen. Das durchschnittliche Alter der Teilnehmer betrug 34 Jahre ($SD = 8.8$, $Min = 23$, $Max = 56$). Die durchschnittliche Körpergröße der Testpersonen lag bei 179 cm ($SD = 6.3$, $Min = 167$, $Max = 187$). Die Mehrheit der Testpersonen waren Männer (65 %), während 35 % Frauen waren. Zwei Drittel der Teilnehmer waren in Vollzeit beschäftigt, während 25 % Studenten und 10 % in Teilzeit beschäftigt waren. Keiner der Testpersonen war SchülerIn oder Auszubildender. Ein hoher Anteil (75 %) besaß einen Hochschulabschluss. Weitere 20 % der TeilnehmerInnen hatten das Fachabitur oder Abitur, und 5 % verfügten über eine Berufsausbildung. Die meisten Testpersonen lebten ohne Kinder, aber mit einem weiteren Erwachsenen in einem Haushalt. 95 % der Testpersonen besaß einen Führerschein der Klasse B. Fast alle TestfahrerInnen besaßen ein eigenes Fahrrad und fuhren bei gutem Wetter häufig Fahrrad. 45 % der Personen sind schon einmal mit einem Pedelec gefahren, eine Person besitzt ein eigenes Pedelec. Nur wenige Personen hatten Erfahrungen mit einem Lastenfahrrad ($N = 5$) bzw. Lastenpedelec ($N = 2$).

4.1.1.3 Nutzertest des CityPeds zum Fahren, Parken und Laden (A2.5)

Inhalt

Am 10. und 11. Juni 2021 führte die TUC/FGAAP eine kurze Evaluation des aktuellen, von TUBAF/IMKf entwickelten CityPed-Prototypen im Rahmen der Nutzerstudie zum Fahren, Parken und Laden durch (AP B1.9). Dies fand in Ergänzung zum im Oktober 2020 durchgeführten Festival, bei dem verschiedene Lastenpedelecs und der CityPed-Prototyp getestet wurden, statt. In der Studie wurden maßgeblich Fragestellungen des Entwicklerteams adressiert, die sich im Wesentlichen auf die Ergonomie und das Handling des Lastenpedelecs beim Auf- und Absteigen sowie auf den Sitzkomfort bezogen.

Ablauf

Die Studie bestand aus zwei wesentlichen Teilen. Im Rahmen der Untersuchung wurden die Teilnehmenden zunächst in die Bedienung des Lastenpedelecs eingewiesen. Dabei erhielten sie Informationen zu den grundlegenden Funktionen des Fahrzeugs sowie zu sicherheitsrelevanten Aspekten. Im Anschluss erfolgte eine Testfahrt, die einen simulierten Ampelstopp beinhaltete, um typische Verkehrssituationen realistisch abzubilden. Diese Phase diente dazu, den Teilnehmenden ein Gefühl für das Fahrverhalten des Lastenpedelecs zu vermitteln und erste Eindrücke zu sammeln. Nach der Testfahrt wurden die Teilnehmenden im Rahmen eines Interviews zur Ergonomie des Lastenpedelecs befragt. Dabei lag der Fokus auf dem Sitzkomfort sowie auf den Aspekten des Auf- und Absteigens, um potenzielle ergonomische Schwachstellen zu identifizieren. Anschließend folgten zwei Einparkübungen: Zunächst mussten die Teilnehmenden das Lastenpedelec vorwärts einparken, einmal mit und einmal ohne zusätzliche Beleuchtung am Fahrzeug (Abbildung 6). Nach dieser Aufgabe wurden sie zu ihrer Erfahrung befragt, um den Einfluss der Leuchte auf das Einparkverhalten zu evaluieren. Dies wurde im zweiten Schritt mit einer Rückwärts-Einparkübung wiederholt, wobei auch hier der Unterschied zwischen der Nutzung mit und ohne Leuchte untersucht wurde.

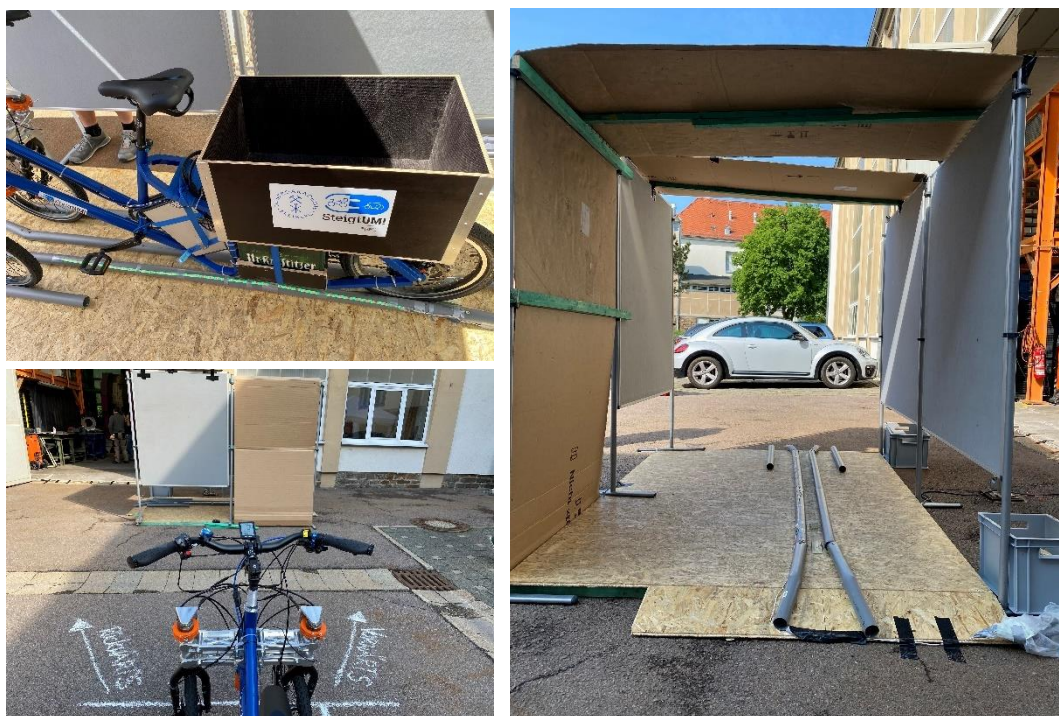


Abbildung 6. Aufbau Ein- und Ausparkstudie.

Zusätzlich wurde bei Bedarf das Rückwärts-Einparken unter der Bedingung durchgeführt, dass die NutzerInnen hinter dem Lastenpedelec positioniert waren. Zum Abschluss fand ein Interview statt, in dem die Teilnehmenden über ihre Gesamterfahrung mit dem Lastenpedelec sprachen. Abschließend wurden sie verabschiedet.

Stichprobenbeschreibung

Die Stichprobe der vorliegenden Untersuchung umfasste insgesamt $N = 16$ Personen, darunter 9 weibliche und 7 männliche Teilnehmende. Das durchschnittliche Alter der ProbandInnen betrug 36 Jahre mit einer ($SD = 13.2$, $Min = 21$, $Max = 63$). Hinsichtlich der Körpergröße liegt der Mittelwert bei 172 cm ($SD = 10.5$ cm, $Min = 153$ cm $Max = 189$ cm). Ein Großteil der Probanden, nämlich 81 %, verfügt über einen Hochschulabschluss, was auf ein hohes Bildungsniveau der Stichprobe hinweist.

In Bezug auf die Mobilität und Vorerfahrung der Teilnehmenden zeigte sich, dass die meisten ProbandInnen (94 %) im Besitz eines Fahrrads waren und bei gutem Wetter häufig Fahrrad fahren. Keiner der Teilnehmenden besaß ein Pedelec oder Lastenrad. Eine Mehrheit von 62 % gab an, noch nie mit einem Pedelec gefahren zu sein. Weiterhin hatten 75 % der ProbandInnen noch nie ein Lastenfahrrad genutzt. Interessanterweise waren 81 % der ProbandInnen noch nie mit einem Lastenpedelec gefahren, und niemand aus der Stichprobe besaß ein Lastenpedelec (100 %). Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass die Vorerfahrungen der Teilnehmenden mit alternativen Fahrradtypen wie Pedelecs, Lastenfahrrädern und Lastenpedelecs eher gering sind.

4.1.1.4 Nutzertest CityScooter Evaluation zum Fahren und Beladen (A2.5)

Inhalt

Ziel der Studie war es, den Einfluss von zusätzlicher Beladung beim Fahren mit dem CityScooter zu untersuchen. Die Studie wurde im Mai 2024 an der Technischen Bergakademie Freiberg in Innenhof vom Haus Formgebung durchgeführt. Es wurden die Konstrukte Akzeptanz, Vertrauen, Sicherheitsgefühl, Risiko und Stress zu verschiedenen Messzeitpunkten evaluiert.

Ablauf

Die ProbandInnen wurden randomisiert in zwei Gruppen eingeteilt. Eine Gruppe fuhr den CityScooter mit Ladung auf dem hinteren Gepäckträger und einem leeren Wasserkasten auf der vorderen Haltung (15 kg). Die andere Gruppe fuhr den CityScooter ohne Beladung. Zu Beginn der Studie nahmen die ProbandInnen an einer Online-Vorbefragung via LimeSurvey (ca. 20 Minuten) teil, welche Frage nach der Akzeptanz, Sicherheit und Vertrauen in den CityScooter erhob. Anschließend erhielten die ProbandInnen eine umfassende Einweisung zu den Funktionen und der Handhabung des CityScooters. Die ProbandInnen mussten vier unterschiedliche Fahraufgaben bzw. Manöver absolvieren, um die Handhabung des CityScooters unter verschiedenen Bedingungen zu testen. Die erste Aufgabe bestand immer darin, auf einer geraden Linie zu fahren. Diese Aufgabe ermöglichte den Probanden, sich mit dem CityScooter vertraut zu machen. Die folgenden Fahrmanöver wurden in randomisierter Reihenfolge absolviert. Ein weiteres Fahrmanöver war das Fahren eines Slaloms zwischen acht Pylonen (Abbildung 7), die im Abstand von 1.5 Metern aufgestellt waren. Weiterhin sollten die ProbandInnen das Fahrmanöver eines Abbiegevorgangs mit dem CityScooter absolvieren. Dafür mussten die Versuchspersonen auf einer geraden Strecke anfahren und an einem definierten Ort eine Rechts- bzw. Linkskurve fahren und das entsprechende Handzeichen zum Abbiegevorgang anzeigen. Für jedes der vier Fahrmanöver hatten die ProbandInnen 3 Versuchsfahrten, sodass in Summe 12 Fahrten für die 4 Fahrmanöver absolviert wurden. Nach dem ersten und letzten Durchgang jeder Fahrt eines Fahrmanövers wurden die ProbandInnen von den Versuchsleitern mit jeweils einem Item zu Sicherheit, Kontrollierbarkeit und Handling des CityScooters



Abbildung 7. Durchführung einer Slalomfahrt mit Beladung während des Versuchs.

befragt. Zusätzlich dokumentierten die VersuchsleiterInnen für jede Slalom-Fahrt die Anzahl umgefallener, berührter und ausgelassener Pylonen. Alle Versuchsfahrten wurden mit Video auf verschiedenen Perspektiven aufgezeichnet. Nach Abschluss aller Fahrten fand eine Nachbefragung der ProbandInnen statt, welche Fragen nach der Akzeptanz, Sicherheit und Vertrauen in den CityScooter erhob.

Stichprobenbeschreibung

An der Studie nahmen 15 Personen teil, wovon der Großteil männlich ($n = 14$) waren. Das durchschnittliche Alter betrug 24 Jahre ($SD = 2.8$, $Min = 18$, $Max = 29$). Die Mehrheit der Befragten sind Studierende der Bergakademie Freiberg ($n = 14$) und eine Person ist SchülerIn. 13 ProbandInnen hatten einen Hochschulabschluss ($n = 13$) und jeweils eine Person ein Abitur bzw. einen Haupt-/Realschulabschluss. Der Großteil der Teilnehmenden ist internationaler Herkunft ($n = 12$). Der überwiegende Teil der ProbandInnen hat einen Führerschein ($n = 15$), jedoch besaßen nur zwei Personen einen eigenen PKW. Die meisten ProbandInnen besaßen ein eigenes Fahrrad ($n = 12$), zwei Personen ein eigenes E-Bike bzw. Pedelec, jedoch war kein Proband im Besitz eines E-Scooters. Die ProbandInnen fuhren sowohl werktags als auch am Wochenende am häufigsten mit dem ÖPNV. Durchschnittlich legten die ProbandInnen werktags 29.5 km mit dem ÖPNV zurück, 7.4 km mit dem Fahrrad und 7.2 km zu Fuß. Für die Interaktion mit dem CityScooter wurden Körpermerkmale erfasst. Die durchschnittliche Körpergröße der Teilnehmenden betrug 172.8 cm ($SD = 8.9$, $Min = 158$ cm, $Max = 186$ cm) und die durchschnittliche Schuhgröße war 42 ($SD = 1.8$, $Min = 39$, $Max = 45$).

4.1.1.5 Laborstudie autonomes Parken (A3.8)

Inhalt

Das Projekt SteigtUM! zielt langfristig darauf ab, autonome Ein- und Ausgabemechanismen für Lastenpedelecs an Verleihstationen zu entwickeln. Im Rahmen dieses Ziels liegt der Fokus auf der Identifikation typischer Szenarien beim Ein- bzw. Ausparken (autonomes einparken bei Rückgabe, Hindernis in Trajektorie beim autonomen Einparken) dieser Pedelecs sowie auf der Entwicklung geeigneter Kommunikationskonzepte. Diese Konzepte basieren auf bestehenden wissenschaftlichen Erkenntnissen und sollen die Interaktionen und die Informationsvermittlung zwischen den Beteiligten optimieren. Dafür wurden im Rahmen des Projektes drei Kommunikationskonzepte erstellt und miteinander verglichen: das visuelle (via Lichtband an Lenker und Korb), das auditive (via Signaltöne) und die Baseline, für die kein externes Kommunikationskonzept implementiert wurde. Anschließend haben Versuchspersonen in einer Laborstudie die Kommunikationskonzepte anhand von Videomaterial hinsichtlich der Benutzererfahrung (Vertrauen, erlebte Sicherheit, Akzeptanz, Interaktionskomfort, Nützlichkeit, Learnability, UEQ [User Experience Questionnaire]) bewertet.

Ablauf

Zur Untersuchung der Kommunikationskonzepte (auditiv, visuell und Baseline) wurden eine Laborstudie (ca. 60 Minuten) mit einem 2x3-mixed-Design konzipiert, welche in zwei Teile gegliedert wurde. Im ersten Teil wurde das Situationsbewusstsein in einem between-subject-Design untersucht. Im zweiten Teil der Studie wurde die Benutzererfahrung in einem within-subject-Design untersucht

Für den ersten Teil der Studie wurden die ProbandInnen vorab zufällig einem der drei entwickelten Kommunikationskonzepte zugeordnet. Anschließend bestand die Aufgabe der ProbandInnen darin, einen autonomen Rückgabeprozess des Lastenpedelecs an einer der Verleihstation über eine Applikation zu durchlaufen und zu bewerten. Der Rückgabeprozess wurde über vorab erstellte Videos, welche das autonome Einparken verbildlichen, visualisiert. Dabei wurden die Video-szenarien 1) Einparkprozess startet und 3) Einparkprozess erfolgreich beendet erstellt. Nach jeder Szene wurde das Video eingefroren und Interviewfragen (Situation Global Assessment Technique) in abgewandelter Form von Sen et al.

(2020) gestellt. Die Fragen bezogen sich auf die drei Stufen des Situationsbewusstseins nach Endsley (1988). Die ProbandInnen erhielten keine Vorinformationen, wodurch überprüft werden konnte, ob das Kommunikationskonzept intuitiv verstanden wurde.

Im zweiten Teil der Studie wurde die Benutzererfahrung in einem within-subject-Design untersucht. Den ProbandInnen wurden in randomisierter Reihenfolge alle drei Kommunikationskonzepte ausführlich erklärt und das Videomaterial präsentiert. Die ProbandInnen bewerteten die Benutzererfahrung mit dem UEQ-S (Schrepp et al., 2016) via Onlinefragebogen auf LimeSurvey.

Stichprobenbeschreibung

An der Studie nahmen 36 ProbandInnen teil (17 weiblich, 18 männlich, 1 divers) und waren durchschnittlich 26 Jahre ($SD = 6.36$) alt. Die Rekrutierung erfolgte durch Mailinglisten der TU Chemnitz. Die Hälfte der Stichprobe besitzt einen Hochschulabschluss ($n = 19$), 36.1 % ($n = 13$) ein Abitur und 11.1 % ($n = 4$) einen Realschulabschluss. Da Video- und Tonmaterial im Einsatz war, wurden die ProbandInnen zu Seh- und Hörbeeinträchtigung befragt. Über die Hälfte der Teilnehmenden ($n = 22$) benötigten keine Sehhilfe. Lediglich zwei Personen gaben an eine Hörbeeinträchtigung zu haben.

4.1.1.6 Quick'n'Dirty App-Evaluation SteigtUM!-App (B2.6)

Inhalt

Im Vordergrund stand die Evaluation der Buchungs- als auch Ausgabe- und Rückgabefunktion der App hinsichtlich Funktionalität, Usability, Benutzerfreundlichkeit und Attraktivität.

Ablauf

Am 14. Oktober 2021 führte die TUC/FGAAP in Zusammenarbeit mit der TUBAF im Rahmen der *Bunten Woche* auf dem Campus der TUBAF einen Nutzertest zur praktischen Erprobung der SteigtUM!-App (Abbildung 8) durch. Nachdem die ProbandInnen begrüßt und vorbefragt wurden, sollte das Lastenpedelec (ohne vorherige Einweisung in die Funktionalitäten der App) gebucht und ausgegeben werden. Da es zum Zeitpunkt der Durchführung der Studie noch keine CityBox gab, wurde eine provisorische CityBox (d. h. abgetrennter Teil im Pavillon) verwendet. Anschließend wurde ein Kurzinterview zur allgemeinen Einschätzung der Buchungs- und Ausgabefunktion der App durchgeführt. Es folgte eine Einweisung in das CityPed („Ida“) und eine kurze Testfahrt. Danach sollten die ProbandInnen das Lastenpedelec via App zurückgeben. Auch hier wurden die ProbandInnen in einem Kurzinterview nach ihrer Einschätzung zur Rückgabefunktion der App befragt. Zum Abschluss wurde eine Befragung mittels Fragebogen zur Evaluation der App-Funktionen durchgeführt. In dieser wurden Aspekte wie Usability, Attraktivität und Ästhetik adressiert.



Abbildung 8. Screenshots der SteigtUm!-App.

Stichprobenbeschreibung

Die Stichprobe der vorliegenden Untersuchung umfasste insgesamt $N = 26$ Personen, davon 7 weibliche und 19 männliche Teilnehmende. Das durchschnittliche Alter der ProbandInnen betrug 27 Jahre ($SD = 7.7$, $Min = 19$, $Max = 51$ Jahren). Bezüglich des Bildungsniveaus zeigt sich, dass die Mehrheit der Teilnehmenden entweder über ein (Fach-)Abitur (46 %) oder bereits über einen Hochschulabschluss (50 %) verfügte. Dies deutet auf eine vergleichsweise hohe formale Bildung innerhalb der Stichprobe hin.

Die Mehrheit der ProbandInnen (92 %) besaß ein Fahrrad. Zudem führen die meisten ProbandInnen bei gutem Wetter häufig Fahrrad. Im Durchschnitt legten sie dabei 35 km pro Woche zurück ($SD = 40.5$ km). 58 % der ProbandInnen haben bereits ein Pedelec (Elektrofahrrad) ausprobiert, allerdings besaß nur eine Person in der Stichprobe ein eigenes Pedelec. Dies zeigte, dass die Nutzungserfahrung zwar vorhanden war, der Besitz jedoch selten vorkam. Ähnlich verhielt es sich beim Lastenfahrrad: Rund 46 % der Teilnehmenden haben ein solches Fahrzeug schon einmal gefahren, aber keiner von ihnen besaß ein eigenes. Ein Lastenpedelec haben etwa 37 % der ProbandInnen schon einmal genutzt, wobei auch hier niemand in der Stichprobe im Besitz eines solchen Fahrzeugs ist.

Der Großteil der ProbandInnen (73 %) besaß ein Smartphone mit dem Android Betriebssystem, was auf eine klare Dominanz dieses Betriebssystems innerhalb der Stichprobe hindeutet. Die meisten ProbandInnen installierten im Durchschnitt einmal pro Monat eine neue App. Die Gründe für diese App-Installationen variierten, wobei die häufigste Motivation darin bestand, dass die Teilnehmenden die App und den damit verbundenen Service benötigen (92 %). Weitere Gründe umfassten den Erhalt von Informationen über die App, die die ProbandInnen zur Installation bewegt haben (46 %), sowie Neugier, die App auszuprobieren (42 %). Einige Teilnehmende gaben an, dass sie die App installierten, um andere technische Produkte zu erweitern (27 %), während 19 % angaben, dass sie die App als Alternative zu einer anderen App benötigten. Die Mehrheit der ProbandInnen gibt an, dass sie sich im Bereich Smartphones (Abbildung 9) und Apps (Abbildung 10) gut auskannten. Sie empfanden es als relativ einfach, die Bedienung eines Smartphones oder einer App zu erlernen, und betonten, dass sie beim Lesen von Funktionsbeschreibungen in der Regel keine Verständnisprobleme hatten. Darüber hinaus gaben sie an, die meisten Funktionen ihres Smartphones oder der von ihnen genutzten Apps gut zu kennen.

Wissen bezüglich Smartphones

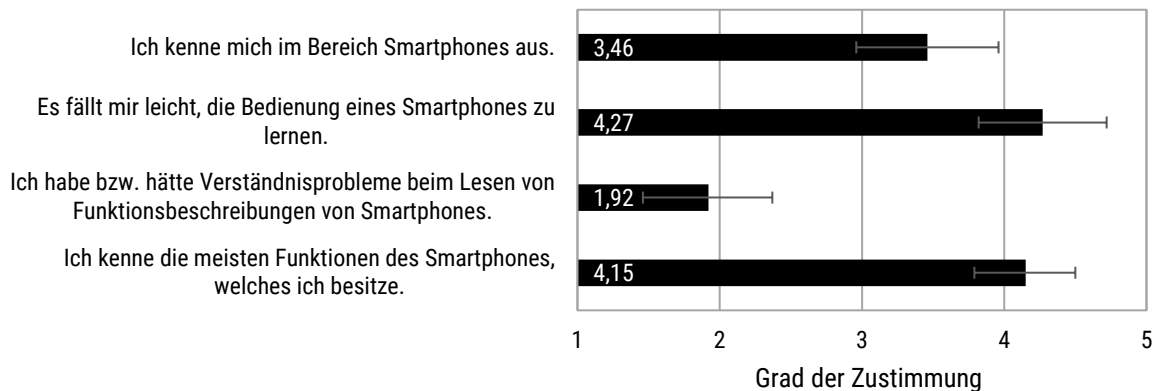


Abbildung 9. Wissen bezüglich Smartphones (Mittelwerte mit 95 % Konfidenzintervall).

Wissen bezüglich Apps

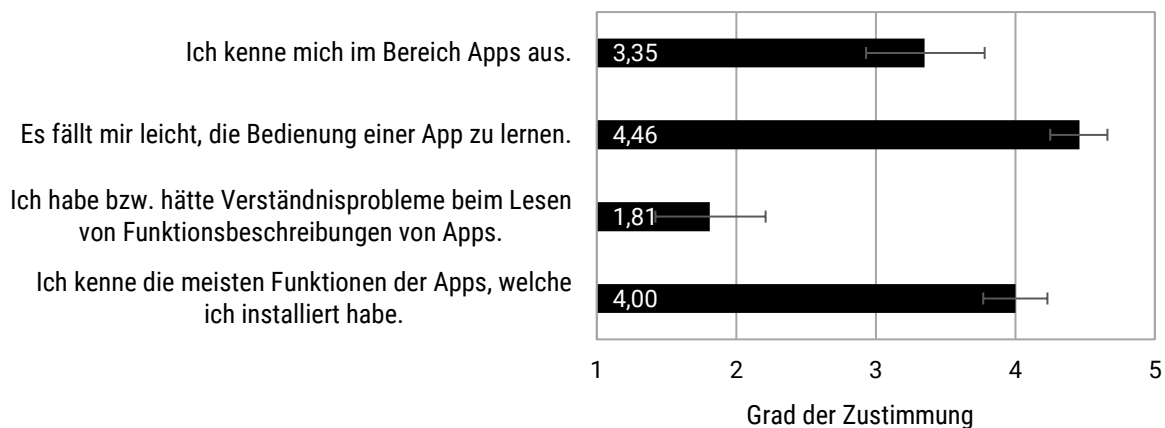


Abbildung 10. Wissen bezüglich Apps (Mittelwerte mit 95 % Konfidenzintervall).

4.1.1.7 Quick'n'Dirty App-Evaluation SteigtUM!-Routing-App (B2.6)

Inhalt

Im Vordergrund stand die Evaluation der intermodalen Routenplanung verschiedener Verkehrsmittel (Fokus: öffentlicher Verkehr) in Kombination mit den CityPeds als Hauptfunktion der App im Hinblick auf Usability, Benutzerfreundlichkeit und Akzeptanz.

Ablauf

Am 10. Mai 2024 führte die TUC/FGAAP auf dem Campus der TU BAF vor dem Audimax eine Nutzerstudie zur praktischen Erprobung und Evaluation der [SteigtUM!-Routing-App](#) durch. Nachdem die ProbandInnen begrüßt wurden und einführende Informationen zur App erhielten, folgte eine kurze Vorbefragung, in welcher es neben soziodemografischen Angaben um Angaben zur Vorerfahrung im Umgang mit Smartphones und Apps (mit Routenplanungsfunktion) und der erwarteten Akzeptanz gegenüber der SteigtUM!-Routing-App ging. Anschließend bekamen die Versuchspersonen ein Testgerät (Smartphone) ausgehändigt, um die App erstmalig auszuprobieren. Die App-Testung erfolgte anhand der Think Aloud Methode, einem klassischen Instrument der Usability-Testung. Bei dieser Methode führt eine Person eine

Aufgabe durch und verbalisiert währenddessen ihre Gedanken, Überlegungen und Entscheidungsprozesse. Der Sinn dahinter ist, somit leichter direktes Feedback über Probleme und Schwierigkeiten oder Verbesserungsvorschläge bei der Nutzung zu erhalten, was wiederum an die technischen Entwicklungspartner zurückgespiegelt werden kann und somit nützlich für die Produktverbesserung ist. Zu Beginn sollte sich mit den Einstiegsinformationen und der grundlegenden Struktur der App vertraut gemacht werden, um einen ersten Eindruck zu gewinnen. Anschließend sollten die ProbandInnen als Kernaufgabe zwei realistische standardisierte Nutzungsszenarien für eine intermodale Nutzung in Kombination mit den CityPeds durchspielen, bis zum Erreichen einer erfolgreichen Reservierung. Nach der App-Testung folgte ein Kurzinterview sowie eine kurze Befragung mit Fokus auf das Akzeptanz erleben und auf die Benutzerfreundlichkeit nach der ersten Nutzung. Die gesamte App-Testung wurde auf Audio aufgezeichnet.

Stichprobenbeschreibung

Die Stichprobe dieser Untersuchung umfasste insgesamt $N = 13$ Teilnehmende, davon 2 weibliche und 11 männliche. Von diesen hatten 6 Personen das SteigtUM!-System bereits vorab genutzt. Das durchschnittliche Alter der ProbandInnen betrug 26 Jahre ($SD = 2.5$, $Min = 22$, $Max = 30$). Die Mehrheit der Befragten verfügte über einen Hochschulabschluss ($n = 12$), während eine Person ein (Fach)Abitur besaß. Alle ProbandInnen waren Studierende der Technischen Universität Bergakademie Freiberg (TUBAF), wobei 12 von ihnen internationale Studierende waren. Die Studierenden besaßen seit durchschnittlich 10 Jahren ein Smartphone ($SD = 2.9$, $Min = 6$, $Max = 15$ Jahre). Die tägliche Smartphone-Nutzung betrug im Durchschnitt 4.2 Stunden pro Tag ($SD = 1.5$, $Min = 2$, $Max = 7$). Alle befragten Personen nutzten Android als Betriebssystem für ihre Smartphones. Die meisten Befragten (85 %) nutzten Apps zur Routenplanung mindestens mehrmals wöchentlich. Ca. zwei Drittel nutzten Apps zur intermodalen Routenplanung mindestens mehrmals wöchentlich (Abbildung 11).

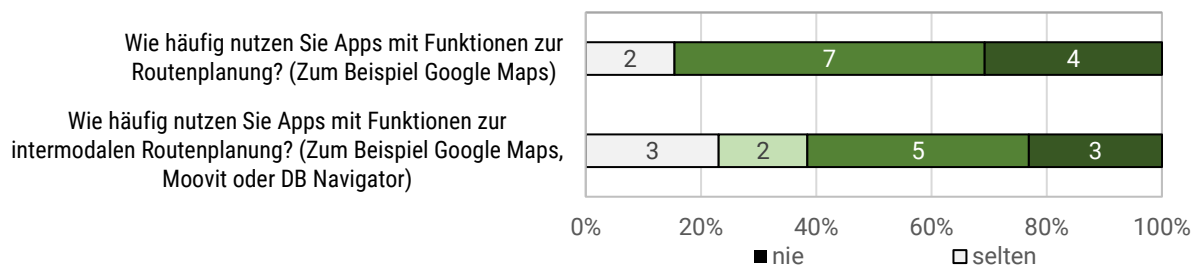


Abbildung 11. Nutzungshäufigkeit App zur (intermodalen) Routenplanung.

4.1.1.8 MieterInnen-Befragung zu (Lasten)Fahrradverleihsystemen (C1.3)

Inhalt

Im Rahmen des Arbeitspakets C1.3 wurde eine Onlineumfrage konzipiert, bei welcher u. a. die Einstellung zu (Lasten)Radverleihsystemen im Allgemeinen sowie erleichternde und erschwerende Bedingungen bzgl. der Nutzung von (Lasten)Radverleihsystemen erfasst werden sollten. Zudem wurden mögliche Gründe und Barrieren zur (Nicht-) Nutzung eines Verleihsystems innerhalb der Wohnanlage (d. h. Standort der ausleihbaren Lastenräder befindet sich in der Wohnanlage) sowie Anforderungen und mögliche Anreize für die Nutzung eines Verleihsystems innerhalb der Wohnanlage adressiert. Ziel der Umfrage war es, relevante soziale und psychologische Aspekte, die eine erfolgreiche Markteinführung des Verleihsystems beeinflussen könnten, zu identifizieren.

Ablauf

Die Umfrage wurde im Januar und Februar 2022 durchgeführt und wies eine Bearbeitungszeit von etwa 30 Minuten auf. Die Studie wurde über den E-Mail-Verteiler der Psychologiestudierenden der TU Chemnitz verbreitet. Zusätzlich wurde der Fragebogen über Mitarbeiter des SteigtUM! Projekt verbreitet. Alle Teilnehmer mussten zu Beginn des Fragebogens der Datenschutzerklärung der Studie sowie einem Einverständnisschreiben zustimmen. Im ersten Teil des Online-Fragebogens wurde Angaben zur Person und dem Mobilitätsverhalten, sowie die allgemeine Einstellung zu Fahrradverleihsystemen erfasst. Im zweiten Teil wurde die Einstellung zu Lastenradverleihsystemen für Mietende erhoben. Im Speziellen wurden Gründe und Barrieren für die (Nicht-)Nutzung eines Verleihsystems innerhalb einer Wohnmietanlage erfragt, sowie Anforderungen und mögliche Anreize für die Nutzung eines solchen Verleihsystems in der Wohnmietanlage (nur für Mietende) erfasst. Bachelorstudierende der Psychologie an der TU Chemnitz erhielten für ihre Teilnahme eine halbe Versuchspersonenstunde.

Stichprobenbeschreibung

Soziodemographie

Insgesamt wurden $N = 136$ (weiblich = 88, männlich = 46, divers = 2) Umfragen vollständig ausgefüllt. Das durchschnittliche Alter der Befragten betrug 33 Jahre ($SD = 15.0$, $Min = 18$, $Max = 79$). Ein großer Anteil der Befragten (44 %) waren Studierende, während 36 % in Vollzeit beschäftigt waren, 12 % einer Teilzeitbeschäftigung nachgingen, 4 % als erwerbslos gelten und 3 % im Ruhestand waren. Hinsichtlich des Bildungsniveaus besaßen 46 % der Befragten ein (Fach)Abitur, während 29 % einen Hochschulabschluss hatten. 17 % hatten eine abgeschlossene Berufsausbildung und 7 % verfügten über einen Haupt- oder Realschulabschluss. Fast die Hälfte der Befragten (47 %) lebte in Großstädten mit mehr als 100.000 Einwohnern. 64 % der Befragten wohnten in einem Mietshaus. Zudem lebten viele Befragte ohne Kinder, aber mit einem weiteren Erwachsenen in einem Haushalt. 64% der Befragten lebten zum Umfragezeitpunkt in einem Wohnmietverhältnis.

Mobilität

Die Mehrheit der Befragten besitzt einen eigenen PKW (71 %) und ein Fahrrad (86 %). Allerdings gaben 38 % der Befragten an, dass sie bei gutem Wetter seltener als mehrmals im Monat mit dem Fahrrad fahren. Ein großer Teil der Befragten (93 %) besitzt kein Pedelec oder Elektrofahrrad. Von denjenigen, die ein Pedelec besitzen, nutzen 66 % dieses bei gutem Wetter mehrmals pro Woche. Die Mehrheit der Befragten (38 %) weiß nicht, ob es am Wohnort ein Fahrradverleihsystem gibt. Darüber hinaus haben 70 % der Teilnehmer noch kein Verleihsystem genutzt. Von denjenigen, die bereits ein Verleihsystem in Anspruch genommen haben, gaben 56 % an, dies bislang nur einmal genutzt zu haben.

4.1.1.9 Reallabor private Nutzung 2022/2023/2024. (C1.7)

Inhalt

In den Jahren 2022 bis 2024 wurden die entwickelten Fahrzeuge und Systeme im Rahmen eines Reallabors getestet und evaluiert.

„Unter einem Reallabor verstehen wir einen zeitlich und oft räumlich oder sachlich begrenzten Testraum, in dem innovative Technologien oder Geschäftsmodelle unter realen Bedingungen erprobt werden. Reallabore erfordern oftmals Ausnahmegenehmigungen oder die Nutzung von Experimentierklauseln und liefern wichtige Erkenntnisse, ob und wie der rechtliche Rahmen weiterentwickelt werden muss. Gleichzeitig gibt es viele spannende und beispielhafte Reallabore, die nicht jedes der genannten Merkmale streng erfüllen.“ (BMWK, 2024)

Das Hauptziel dieser Reallabor-Untersuchung ist es, das Nutzererleben, das Nutzerverhalten sowie die Akzeptanz sowohl für das Gesamtsystem als auch für die Einzelkomponenten des SteigtUM!-Systems zu erfassen. Im Fokus stehen dabei die SteigtUM!-App, die CityPeds (Mikromobile) und das Ladesystem. Die Untersuchung des Nutzererlebens soll Aufschluss darüber geben, wie die NutzerInnen die verschiedenen Komponenten hinsichtlich Benutzerfreundlichkeit, Komfort und Zuverlässigkeit wahrnehmen. Insbesondere die Usability der App und die Handhabung der CityPeds stehen hier im Vordergrund, um zu evaluieren, wie intuitiv und zufriedenstellend das System für die NutzerInnen ist. Das Nutzerverhalten wird durch die Analyse der tatsächlichen Nutzungsmuster untersucht, z. B. wie häufig die CityPeds genutzt werden, wie oft auf die App zugegriffen wird oder welche Ladegewohnheiten im Alltag entstehen. Diese Verhaltensanalysen sollen ein besseres Verständnis für die Interaktionen mit dem Gesamtsystem und dessen Komponenten ermöglichen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Akzeptanz des Systems. Hier wird untersucht, inwieweit die NutzerInnen das System als nützlich, effizient und nachhaltig wahrnehmen und welche Faktoren möglicherweise die Akzeptanz hemmen, wie etwa Sicherheitsbedenken, technische Zuverlässigkeit oder Datenschutzfragen. Die Erkenntnisse dieser Untersuchung sollen dazu beitragen, sowohl das Gesamtsystem als auch die einzelnen Komponenten zu optimieren und die langfristige Nutzung und Zufriedenheit der NutzerInnen sicherzustellen.

Ablauf

Im Rahmen des Reallabors wurden verschiedene Methoden und Erhebungszeitpunkte miteinander kombiniert, um ein umfassendes Bild der Nutzung sowohl des Gesamtsystems als auch der Einzelkomponenten des SteigtUM!-Systems zu erhalten.

Die Teilnehmenden wurden über Aufrufe an der Technischen Universität Freiberg und durch die Städtische Wohnungsbaugesellschaft (SWG) akquiriert. Bis einschließlich des Reallabors 2023 wurden persönliche Einweisungstermine zur Systemnutzung festgelegt. Ab 2024 übernahmen die Teilnehmenden selbstständig die Einweisung. Hierfür wurde im Rahmen des Projektes [ein Video](#) zur Verfügung gestellt.

Das Reallaborjahr 2022 startete am 12. April (Abbildung 12). Die Winterpause wurde am 30. November eingeläutet. Im Jahr 2023 startete das Reallabor am 15. Juni und endete am 28. November 2023. Das letzte Reallaborjahr wurde am 1. April 2024 begonnen. Für die Auswertungen im vorliegenden Bericht werden alle bis 31. Mai 2024 eingegangenen Daten betrachtet.



Abbildung 12. Eröffnungsfeier am 12. April 2022

Vor der ersten Nutzung füllten die Teilnehmenden (vor Ort, online oder via App) einen Fragebogen aus, der ihre ersten Eindrücke und Erwartungen sowie Angaben zur Person und Mobilität erfasste. Nach der ersten Nutzung folgte eine Nach-Befragung, um ihre ersten Erfahrungen zu dokumentieren. Bei persönlichen Einweisungsterminen erfolgte die Befragung vor Ort, in allen anderen Fällen via SteigtUM!-App. Zusätzlich wurde nach jeder Fahrt ein Feedback-Fragebogen innerhalb der App ausgefüllt, um detaillierte Rückmeldungen zu den Einzelfahrten zu erhalten. Nach einer mehrmonatigen Nutzung des Systems, mindestens zwei Monate, erfolgte online oder via App eine Abschlussbefragung, die eine umfassende Bewertung des Gesamtsystems ermöglichte. Neben den Befragungsdaten wurden auch Buchungsdaten über die SteigtUM!-App erfasst, um das tatsächliche Nutzungsverhalten zu analysieren. Zudem wurden ab dem Jahr 2023 an den Fahrzeugen GPS-Tracker installiert, um detaillierte Verhaltensdaten zur Nutzung der Mikromobile zu erheben. Diese Kombination aus quantitativen und qualitativen Methoden lieferte ein differenziertes Bild der Nutzung und zur Akzeptanz des SteigtUM!-Systems und wird in wissenschaftlichen Artikeln in Fachzeitschriften veröffentlicht.

Stichprobenbeschreibung

2022

Soziodemographie

Im Jahr 2022 konnten von 13 Personen vollständig ausgefüllten Umfragen (Messzeitpunkte t0 und t1) verschiedene demografische und soziostrukturelle Merkmale erfasst werden. Von den Befragten waren zwei weiblich. Das durchschnittliche Alter der Teilnehmer betrug 45 Jahre ($SD = 18.8$), wobei das Mindestalter bei 25 Jahren und das Höchstalter bei 78 Jahren lag. Die Analyse der Beschäftigungs- und Ausbildungsstruktur zeigte, dass ca. 31 % der Befragten entweder in Vollzeit beschäftigt oder RentnerInnen waren. Weitere 23,1 % der Befragten waren Studierende, während 15,4 % einer Teilzeitbeschäftigung nachgingen. Hinsichtlich des Bildungsniveaus besaßen 38,5 % der Befragten eine abgeschlossene Berufsausbildung, während jeweils 30,8 % einen Hochschulabschluss oder ein (Fach-)Abitur vorweisen können. Ein Großteil der Befragten (84,6 %) lebt seit länger als fünf Jahren in Freiberg. Lediglich 15 % gaben an, seit ein bis drei Jahren in der Stadt zu wohnen. Zudem lebten die meisten TeilnehmerInnen ohne Kinder, jedoch zusammen mit zwei weiteren Erwachsenen in einem Haushalt.

Mobilität

In der Befragung gaben die meisten Teilnehmer an, dass sie über einen Führerschein (92 %) verfügen und einen eigenen PKW (77 %) besitzen. Darüber hinaus besitzen 92 % der Befragten ein Fahrrad. Die Nutzungsfrequenz des Fahrrads bei gutem Wetter variiert: jeweils 23 % der Befragten gaben an, das Fahrrad täglich, mehrmals pro Woche, mehrmals pro Monat oder seltener zu nutzen. Keiner der Befragten besitzt ein Pedelec oder Elektrofahrrad, und 85 % haben noch nie ein Verleihsystem genutzt. Falls jedoch ein solches System bereits in Anspruch genommen wurde, geschah dies bislang nur selten oder einmal (jeweils 8 %). Die Befragten gaben an, dass sie die meisten Kilometer an Werktagen mit dem PKW zurücklegen. Auch an Wochenendtagen wird der PKW genutzt, zusätzlich greifen die Befragten jedoch auch auf öffentliche Verkehrsmittel zurück. An Wochenenden wird sowohl der PKW als auch der öffentliche Nahverkehr intensiver genutzt als an den Werktagen.

Verkehrsmittelwahl

Die wichtigsten Faktoren, die bei der Wahl eines Verkehrsmittels für die Befragten eine Rolle spielen, wurden in der Umfrage detailliert erfasst. Dabei stellt sich heraus, dass die Kosten für die Mehrheit der Teilnehmer den entscheidenden Faktor darstellen, wobei 76,9 % diesen Aspekt als relevant benannten. Auf den Plätzen zwei und drei folgen mit jeweils 53,8 % die Kriterien Komfort/Bequemlichkeit und der Zeitfaktor. Diese beiden Faktoren sind somit ebenfalls für über die Hälfte der Befragten von großer Bedeutung. Ebenfalls hoch bewertet wurden die Umweltfreundlichkeit und die Möglichkeit zum Transport von Dingen, die für 38,5 % der Befragten eine Rolle spielen. Unter der Kategorie Sonstiges (23,1 %) wurden spezifische Aspekte wie die generelle Verfügbarkeit von Verkehrsmitteln, die Möglichkeit, keine fossilen Energien zu verbrauchen, oder die Motivation, Erdöl zu boykottieren, genannt. Zusätzlich wurden Sport/Freizeitaktivitäten und der Transport von Kindern mit 7,7 % erwähnt. Der Aspekt der Sicherheit spielte für 15,4 % der Befragten eine Rolle, während die Stellplatzproblematik sowie die Verfügbarkeit eines PKW bzw. eines Führerscheins für 7,7 % relevant waren.

2023

Im Jahr 2023 haben insgesamt 52 Personen das SteigtUM!-System genutzt. Von diesen wurden 41 Personen (79 %) persönlich durch die Forscher der TUC AAP eingewiesen. Jeweils 2 Personen (4 %) nahmen entweder passiv an einer persönlichen Einweisung teil, indem sie lediglich zusahen, oder nutzten ein Erklärvideo zur Einführung. Zwei weitere Personen wurden spontan und unstandardisiert von einem Dritten (Projektmitarbeiter) eingewiesen. Ein Teilnehmer erhielt während eines Testlaufs eine persönliche Einweisung, die jedoch als „unsauber“ eingestuft wurde, da der Ablauf durch Störungen beeinträchtigt war. Für 4 Personen (8 %) liegen keine weiteren Informationen über die Einweisung vor. Im Rahmen der Auswertungen wurden die Daten mit Blick auf die Art der Einweisung analysiert. Die resultierenden Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine methodisch strukturierte Einweisung die Wahrnehmung spezifischer Aspekte der Fahrzeugnutzung, wie das Handling und die Reichweite, signifikant beeinflusst. Aufgrund der jedoch insgesamt nur geringfügigen Unterschiede in den Ergebnissen der verschiedenen Einweisungsarten wird dennoch eine gemeinsame Auswertung aller Teilnehmer mit einer Stichprobengröße von $N = 52$ vorgenommen. Diese Vorgehensweise wird gewählt, um die Aussagekraft der Ergebnisse durch die größere Stichprobe zu erhöhen.

Soziodemographie

Das durchschnittliche Alter der 52 Befragten, welche die Befragung vor und nach der ersten Nutzung durchgeführt haben, lag bei 27 Jahre ($SD = 7,46$, $Min = 19$, $Max = 57$). Unter den Befragten waren 12 weiblich. Ein Großteil der Befragten (65,4 %) ist studierend, während 21,2 % in Vollzeit und 11,5 % in Teilzeit beschäftigt sind. Hinsichtlich des Bildungsniveaus besitzen 61,5 % der Teilnehmer einen Hochschulabschluss, weitere 36,5 % haben das (Fach-)Abitur. Lediglich 1,9 % der Befragten haben eine abgeschlossene Berufsausbildung. Die meisten Befragten (38,5 %) leben seit 1 bis 3 Jahren in Freiberg, während 21,2 % seit mehr als 5 Jahren in der Stadt ansässig sind. Weitere 19,2 % wohnen seit weniger als

einem Jahr dort, und 15,4 % gaben an, zwischen 3 und 5 Jahren in Freiberg zu leben. Was die Haushaltszusammensetzung betrifft, leben 40,4 % der Befragten allein und 30,8 % in einem Haushalt mit einem weiteren Erwachsenen, wobei in beiden Fällen keine Kinder im Haushalt leben.

Von den 52 NutzerInnen im Jahr 2023 haben nur 20 Personen auch die Langzeitbefragung (zusätzlich zu t0 und t1) ausgefüllt. Das durchschnittliche Alter der Befragten beträgt 28 Jahre ($SD = 9,18$), mit einem Mindestalter von 19 Jahren und einem Höchstalter von 57 Jahren. Von den Befragten sind 6 weiblich. Die Mehrheit der Befragten (60 %) ist studierend, während 20 % in Vollzeit und 15 % in Teilzeit beschäftigt sind. Hinsichtlich des Bildungsniveaus besitzen 50 % der Befragten ein Fachabitur/Abitur, 45 % haben einen Hochschulabschluss, und 5 % verfügen über eine abgeschlossene Berufsausbildung. Ein beträchtlicher Teil der Befragten (35 %) lebt seit 1 bis 3 Jahren in Freiberg, während 30 % länger als 5 Jahre in der Stadt wohnen. Weitere 20 % leben seit 3 bis 5 Jahren in Freiberg, und 15 % sind erst seit weniger als einem Jahr ansässig. Was die Wohnsituation betrifft, leben 55 % der Befragten allein. Zudem leben 40 % der Befragten ohne Kinder oder zusammen mit einem weiteren Erwachsenen in einem Haushalt.

Mobilität

Die Mehrheit der Befragten ($N = 52$) besitzt einen Führerschein (75 %), jedoch keinen eigenen PKW (75 %). Stattdessen geben 84,6 % der Teilnehmer an, ein Fahrrad zu besitzen. Hinsichtlich der Nutzung des Fahrrads bei gutem Wetter fahren 40,4 % der Befragten täglich und 28,8 % mehrmals pro Woche mit dem Fahrrad. Ein nahezu vollständiger Konsens besteht beim Besitz von Pedelecs oder Elektrofahrrädern, da 98,1 % der Befragten kein solches besitzen. In Bezug auf die Nutzung von Verleihsystemen gaben 67,3 % der Befragten an, noch nie ein solches System genutzt zu haben. Von denjenigen, die Verleihsysteme bereits verwendet haben, nutzen 15,4 % sie selten, und 9,6 % gaben an, sie einmal verwendet zu haben.

Betrachtet man nur die Personen, welche die Langzeitbefragung ausgefüllt haben, besitzt die Mehrheit der Befragten ($N = 20$) einen Führerschein (85 %), jedoch keinen eigenen PKW (75 %). Ein bedeutender Anteil der Befragten, nämlich 90 %, verfügt über ein Fahrrad. In Bezug auf die Nutzung des Fahrrads bei gutem Wetter gaben 55 % der Befragten an, das Fahrrad täglich zu nutzen, während 25 % es mehrmals pro Woche verwenden. Keiner der Befragten besitzt ein Pedelec oder Elektrofahrrad (100 %), und 65 % haben noch nie ein Verleihsystem genutzt. Unter denjenigen, die bereits ein Verleihsystem in Anspruch genommen haben, gaben 20 % an, es nur selten zu nutzen, während 10 % es einmal verwendet haben. Die Befragten legen die meisten Kilometer sowohl an Werktagen wie Wochenend-Tagen mit öffentlichen Verkehrsmitteln zurück. An Wochenenden nutzen die Befragten den PKW / öffentliche Verkehrsmittel häufiger als an Werktagen.

Verkehrsmittelwahl

Hinsichtlich der Verkehrsmittelwahl war der Faktor Kosten der am häufigsten genannte, der für 73,1 % der Teilnehmer ($N = 52$) entscheidend ist. Der Zeitfaktor folgt dicht dahinter und wurde von 71,2 % der Befragten als relevant eingestuft. Komfort und Bequemlichkeit spielen für 46,2 % eine Rolle bei der Wahl des Verkehrsmittels, gefolgt von der Möglichkeit zum Transport von Dingen, die für 38,5 % der Befragten wichtig ist. Umweltfreundlichkeit wurde von 26,9 % als relevant angegeben, während Sicherheit für 21,2 % der Teilnehmer von Bedeutung ist. Weitere, weniger häufig genannte Faktoren umfassen Barrierefreiheit (9,6 %), die Stellplatzproblematik (7,7 %) sowie berufliche und persönliche Aspekte wie die Verfügbarkeit eines PKW oder Führerscheins, berufliche Gebundenheit und Sonstiges, die jeweils von 1,9 % der Befragten genannt wurden.

2024

Soziodemographie

Seit der Öffnung des Systems im Jahr 2024 gab es 49 Anmeldungen, von denen für 13 Personen vollständig ausgefüllte Umfragen (t0, t1) vorliegen, für die Abschlussbefragung nach längerer Zeit (t2) liegen leider keine Daten vor. Von diesen 13 Befragten sind 2 weiblich. Das durchschnittliche Alter der

Teilnehmer betrug 26 Jahre ($SD = 8.7$), wobei das Alter zwischen 18 und 52 Jahren lag. Die Mehrheit der Befragten ($n = 11$) waren Studierende, eine Person war in Vollzeit beschäftigt und als MitarbeiterIn der TUBAF (Technische Universität Bergakademie Freiberg) tätig und eine Person war MieterIn bei der SWG. 53.8 % der Befragten besaßen einen Hochschulabschluss, während 46.2 % ein (Fach-)Abitur haben. Ein großer Teil der Befragten (92.3 %) lebt in Freiberg, wobei 46.2 % von ihnen seit weniger als einem Jahr dort wohnen. Weitere 15.4 % leben seit 1 bis 3 Jahren in Freiberg, und 30.8 % sind seit mehr als 5 Jahren in der Stadt ansässig.

Mobilität

Die Mehrheit der im Jahr 2024 Befragten besitzt einen Führerschein (61.5 %), jedoch keinen eigenen PKW (79.6 %). Gleichzeitig verfügen 61.5 % der TeilnehmerInnen über ein Fahrrad. Hinsichtlich der Fahrradnutzung gaben 30.8 % der Befragten an, bei gutem Wetter mehrmals pro Woche oder sogar täglich mit dem Fahrrad zu fahren, während 15.4 % das Fahrrad mehrmals pro Monat nutzten. Ein großer Teil der Befragten (92,3 %) besaß kein Pedelec oder Elektrofahrrad. Darüber hinaus hatten 76.9 % der TeilnehmerInnen bisher kein Verleihsystem genutzt. Unter denjenigen, die ein solches System bereits verwendet hatten, gaben 15.4 % an, es nur selten zu nutzen, während 7.7 % es einmal verwendet hatten. Die Befragten legten die meisten Kilometer sowohl an Werk- sowie Wochenendtagen mit öffentlichen Verkehrsmitteln zurück. An Werktagen (Mo-Fr) wurden die meisten Kilometer mit Bus/Straßenbahn/Zug zurückgelegt, im Durchschnitt 16.7 km. An Wochenenden (Sa-So) steigt dieser Wert auf 51.2 km, was darauf hindeutet, dass öffentliche Verkehrsmittel hauptsächlich für längere Strecken am Wochenende genutzt werden. Im Gegensatz dazu war die Nutzung des PKW an Werktagen mit durchschnittlich 3.2 km relativ gering, während an Wochenenden ein deutlicher Anstieg auf 13.2 km zu verzeichnen war, was auf eine vermehrte Nutzung des Autos in der Freizeit hindeutet. Das Fahrrad/Pedelec wurde an Werktagen für 2.5 km und an Wochenenden für 4.1 km verwendet. Hier zeigt sich eine moderate Zunahme der Nutzung am Wochenende. Das Zufußgehen weist an Werktagen eine höhere durchschnittliche Distanz von 5.0 km auf, verglichen mit 3.5 km an Wochenenden.

Verkehrsmittelwahl

Der am häufigsten genannte Faktor war der Kostenfaktor, welcher von 12 der Befragten als einer der drei wichtigsten Faktoren ausgewählt wurde. An zweiter Stelle stand der Zeitfaktor, der für 8 der Befragten von Bedeutung war. Komfort/Bequemlichkeit war für 7 der Befragten entscheidend, gefolgt von der Möglichkeit zum Transport von Dingen, die 6 Teilnehmer als wichtigen Faktor nannten. Umweltfreundlichkeit wurde von 3 Personen als bedeutend eingeschätzt. Weniger häufig wurden die Verfügbarkeit eines PKW/Führerscheins, Stellplatzproblematik und Sicherheit genannt, die jeweils von 1 Befragten als relevant eingestuft wurden. Berufliche Faktoren/Gebundenheit und Barrierefreiheit spielten in dieser Befragung keine Rolle, da niemand diese als wichtige Faktoren auswählte.

4.1.1.10 Reallabor gewerbliche Nutzung 2022/2023/2024.(C1.5)

2022 – ImNU

Inhalt

Ziel der Studie war es, den Einsatz eines elektrischen Lastenradanhängers – dem CityTrunk (Abbildung 13) – für die gewerbliche Nutzung zu untersuchen. Der Fokus der Untersuchung lag dabei auf die Erwartungen an die Nutzung, Vor- und Nachteile sowie Gebrauchstauglichkeit, Akzeptanz, Einstellungen, erlebte Sicherheit und Nutzungsverhalten. Die Ergebnisse der Studie wurden für die Weiterentwicklung und die Verbesserung des CityTrunks genutzt. Der CityTrunk kam beim Fahrradkurier IMNU in Dresden Mitte zum Einsatz und wurde zur Auslieferung von Paketen verwendet.



Abbildung 13. Lastenradanhänger CityTrunk im Bild (gelb) mit Projektteam und Nutzenden des Fahrradkurier-Service IMNU in Dresden.

Ablauf

Die Mitarbeitenden von IMNU erhielten vor der ersten Fahrt mit dem CityTrunk einen Online- Fragebogen (t_0 , ca. 30 Minuten) via LimeSurvey. In der Befragung wurden soziodemografische Aspekte, das private und gewerbliche Mobilitätsverhalten und Erwartungen an den CityTrunk erfasst. Anschließend erfolgte eine Einweisung durch die SteigtUM! ProjektmitarbeiterInnen zum CityTrunk und eine Probefahrt. Danach erhielten die ProbandInnen eine Online-Befragung (t_1), in der der erste Eindruck vom CityTrunk erfasst wurde. Nach einer Zeitspanne von etwa sechs Monaten erfolgte die dritte Online-Befragung (t_2), in der die Nutzung des CityTrunks nach längerer Zeit erhoben wurde. Zusätzlich war der CityTrunk mit einem Datenlogger ausgestattet, welcher Informationen über den Nutzungszeitraum, die zurückgelegte Strecke und weitere Parameter aufgezeichnet hat. In der folgenden Abbildung 14 ist der Ablauf der Befragung schematisch dargestellt.

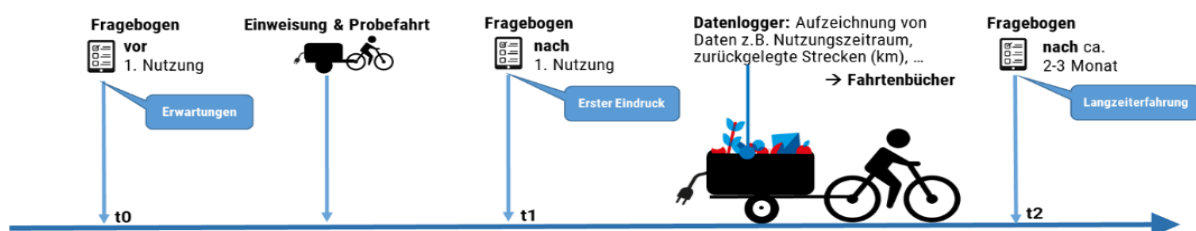


Abbildung 14. Schematische Darstellung der Erhebungszeitpunkte, -methoden in Phase 1 des Reallabors.

Stichprobenbeschreibung

Vom Kurierdienst IMNU nahmen insgesamt 10 Personen teil. Davon waren drei männlich, fünf weiblich und zwei divers. Das durchschnittliche Alter betrug 30 Jahre ($SD = 2.6$, $Min = 24$, $Max = 36$). Die ProbandInnen waren als Schüler, Student oder in Teilzeit bei IMNU für durchschnittlich vier Stunden pro Woche ($SD = 0.7$ h, $Min = 2$ h, $Max = 6$ h) angestellt. Dies entspricht durchschnittlich 2.5 Tage ($SD = 0.7$ Tage, $Min = 1.0$ Tag, $Max = 4.5$ Tage). Wegen 2 sicherheitskritischer Vorfälle wurde die Nutzung beim Kurierdienstleister leider im Sommer 2022 eingestellt. Ergebnisse werden dazu nicht berichtet.

2023 - Gemüse im Abo

Inhalt

Um die Nutzung des CityTrunks im gewerblichen Kontext zu analysieren wurde dem Gemüselieferanten „Gemüse im Abo“ ein CityTrunk zur Verfügung gestellt. Mit dem CityTrunk wurde im Stadtgebiet Freiburg und Umland Kisten mit Gemüse ausgeliefert (siehe Abbildung 15). Die Befragungsinhalte wurden auf den Gemüselieferanten angepasst und beinhalteten Erwartungen, Vor- und Nachteile der Nutzung, sowie die Konstrukte Gebrauchstauglichkeit, Akzeptanz, Einstellungen, erlebte Sicherheit und Nutzungsverhalten.



Abbildung 15 Auslieferung von Waren mit dem CityTrunk bei Gemüselieferant „Gemüse im Abo“.

Ablauf

Für die Evaluation des CityTrunks wurden analog zu ImNU (2022 – ImNU, S. 37) Online-Befragungen (ca. 30 Minuten) zu drei verschiedenen Zeitpunkten (t₀, t₁ und t₂) durchgeführt. Nach der Vorbefragung (t₀) bekamen die ProbandInnen eine Einweisung und führten eine Probefahrt durch. Der detaillierte Ablauf der Studie ist in Abbildung 14 schematisch dargestellt. Der Rücklauf für den dritten Messzeitpunkt (t₂, ca. 6 Montag) war sehr gering, weswegen lediglich die Daten von der Vor- und Nachbefragung (t₀, t₁) ausgewertet wurden. Der CityTrunk wurde Gemüse im Abo ab Januar 2023 zur Verfügung gestellt und wird über das Projektende hinaus weiter genutzt.

Stichprobe

An den Befragungen (t₀, t₁) haben 6 Personen (3 Frauen, 3 Männer) mit einem durchschnittlichen Alter von 47 Jahren ($SD = 10.4$, $Min = 34$, $Max = 58$) teilgenommen. Die Hälfte der Teilnehmenden besaß eine abgeschlossene Berufsausbildung, 2 Personen einen Hochschulabschluss und eine Person gab an das (Fach-)Abitur erworben zu haben. Die Betrachtung des Mobilitätsverhaltens der ProbandInnen zeigte, dass alle ProbandInnen ein Fahrrad besaßen und die Hälfte einen eigenen PKW. Die ProbandInnen fuhren täglich ($n = 3$) oder zumindest mehrmals wöchentlich ($n = 3$) mit einem Fahrrad. Somit bewegten Sie sich an Werktagen durchschnittlich 16.6 km ($SD = 14.4$ km) mit dem Fahrrad und 7 km ($SD = 5.4$ km) mit dem PKW fort. An den Wochenenden steigt die PKW-Nutzung auf durchschnittlich 22.6 km ($SD = 25.8$ km) an. Die ProbandInnen gaben als Faktoren für die Verkehrsmittelwahl am häufigsten Transport von Dingen, Kosten und Komfort/Bequemlichkeit, sowie Umweltfreundlichkeit und den Zeitfaktor an. Gemüse im Abo nutzt für die Auslieferungen der Waren am häufigsten ein Fahrrad.

2024 - Gärtnerei

Inhalt

Zuletzt wurde der CityTrunk im Blumengeschäft & Friedhofsgärtnerei St. Andreas in Chemnitz eingesetzt. Der CityTrunk wurde auf einem geschlossenen Friedhofsgelände von ca. 30 000m² und zum Transport von Gießkannen und Pflanzmaterial genutzt (Abbildung 16). Die MitarbeiterInnen der Gärtnerei nutzten den CityTrunk auch als Handwagen. Die Befragungsinhalte waren identisch mit denen bei Gemüse im Abo (2023 - Gemüse im Abo, S. 38), wie beispielweise Vor- und Nachteile, Erwartungen an die Nutzung, Gebrauchstauglichkeit, Akzeptanz, Einstellungen, erlebte Sicherheit und Nutzungsverhalten.



Abbildung 16. Einsatz des CityTrunks in der Gärtnerei mit Gießkannen als Transportgut.

Ablauf

Zur Bewertung des CityTrunks wurden, wie bei ImNU (2022 – ImNU, S. 37), Online-Befragungen durchgeführt. Im Anschluss an die erste Befragung (t0) erhielten die Teilnehmenden eine Einführung und machten eine Testfahrt. Im Anschluss wurde der erste Eindruck des CityTrunks (t1) erhoben und nach zwei Monaten wurde die längere Nutzung (t2) evaluiert. Der genaue Studienablauf ist schematisch in Abbildung 14 dargestellt. Der CityTrunk wurde von März bis Mai 2022 in der Gärtnerei eingesetzt.

Stichprobe

Die Stichprobe bestand aus drei Frauen, die alle als Gärtnerinnen bei der Gärtnerei St. Andreas tätig sind und eine abgeschlossene Berufsausbildung aufweisen. Zwei arbeiteten in Vollzeit, eine in Teilzeit, mit Arbeitsschichten von 6 bis 8 Stunden. Eine Teilnehmerin besitzt keinen Führerschein, eine weitere kein eigenes Fahrrad, während eine ein Pedelec nutzt und dieses bei gutem Wetter mehrmals monatlich fährt. Während der Arbeit legen die Teilnehmerinnen maximal 4 km mit dem Fahrrad oder Pedelec zurück, bewegen sich jedoch hauptsächlich zu Fuß. Außerhalb der Arbeitszeit an den Werktagen nutzt eine Person den PKW für etwa 11 km täglich, während die anderen im Schnitt 6 km ($SD = 1.7$, $Min = 5$, $Max = 8$) zu Fuß zurücklegten. An Wochenenden gingen die ProbandInnen durchschnittlich 9.5 km zu Fuß ($SD = 3.9$, $Min = 3$, $Max = 10$), wobei die PKW-Nutzung gleichblieb. Als wichtigste Faktoren für die Wahl des Verkehrsmittels nannten die ProbandInnen den Zeitfaktor. Weitere Faktoren waren Kosten, Transportmöglichkeiten und Stellplatzverfügbarkeit.

4.2 Beantwortung der Forschungsfragen

4.2.1 Wie werden Mikromobile von Nutzern unterschiedlicher Nutzergruppen (privat, gewerblich, Studenten, ältere Bevölkerung) akzeptiert und welche unterschiedlichen Bedarfe haben Nutzer?

4.2.1.1 Bedarfe an Mikromobile

Aufschluss über Bedarfe gibt die im Rahmen des Projektes durchgeführte Online-Befragung zum Mobilitätsverhalten und Anforderungen an Lastenpedelecs (siehe 4.1.1.1. Befragung zum Mobilitätsverhalten und Anforderungen an Lastenpedelecs (A2.1)).

Aus der Befragung geht hervor, dass Lastenpedelecs vor allem für Wege genutzt werden, die normalerweise mit dem PKW zurückgelegt würden (Abbildung 17). Hauptsächlich käme es bei der Erledigung von Einkäufen zum Einsatz (Abbildung 18, Abbildung 19). Neben Einkäufen wird das

Lastenpedelec auch für den Transport von Gepäck und Lasten für Freizeitaktivitäten verwendet. Dabei sollte das Lastenpedelec in der Lage sein, 1 bis 2 Einkaufstragetaschen sowie 1 Getränkekiste zu fassen.

Ich würde das Lastenpedelec für Wege nutzen, die ich typischerweise ...

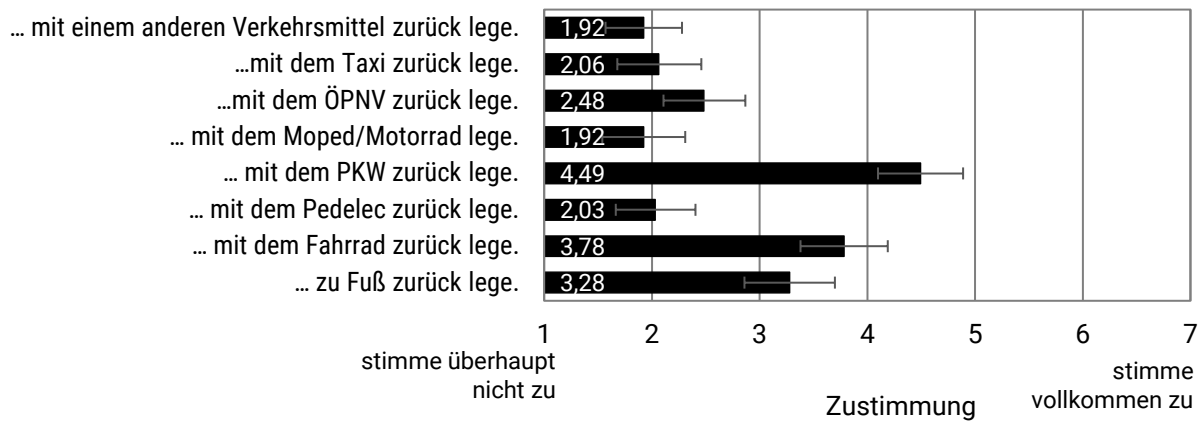


Abbildung 17. Zustimmung zur Nutzung (Mittelwert) des Lastenpedelecs als Ersatz für verschiedene Mobilitätsmittel mit 95 % Konfidenzintervall (N = 93).

Es zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen Beschäftigten und Azubis/ Studierenden hinsichtlich des PKW-Ersatzes. Beschäftigte würden das Lastenpedelec signifikant mehr für Wege nutzen, die sie typischerweise mit dem PKW zurücklegen ($t(91) = 2.06, p = .042$). Darüber hinaus würden Studierende das Lastenpedelec signifikant mehr nutzen, um zur Schule/ Ausbildungsstätte/ Universität zu fahren als Beschäftigte ($t(91) = - 2.42, p = .017$).

Ich würde das Lastenpedelec nutzen, um ...

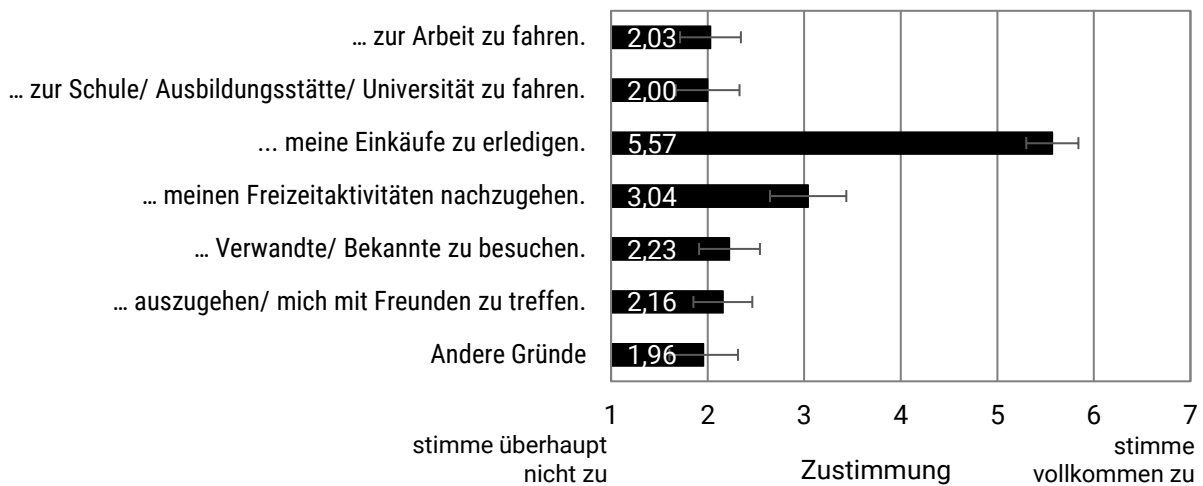


Abbildung 18. Zustimmung (Mittelwert) zum Nutzungsszenario mit 95 % Konfidenzintervall (N = 93).

Wenn Sie das Sharing-System nutzen, welche Arten von Lasten würden Sie mit dem Lastenpedelec transportieren?

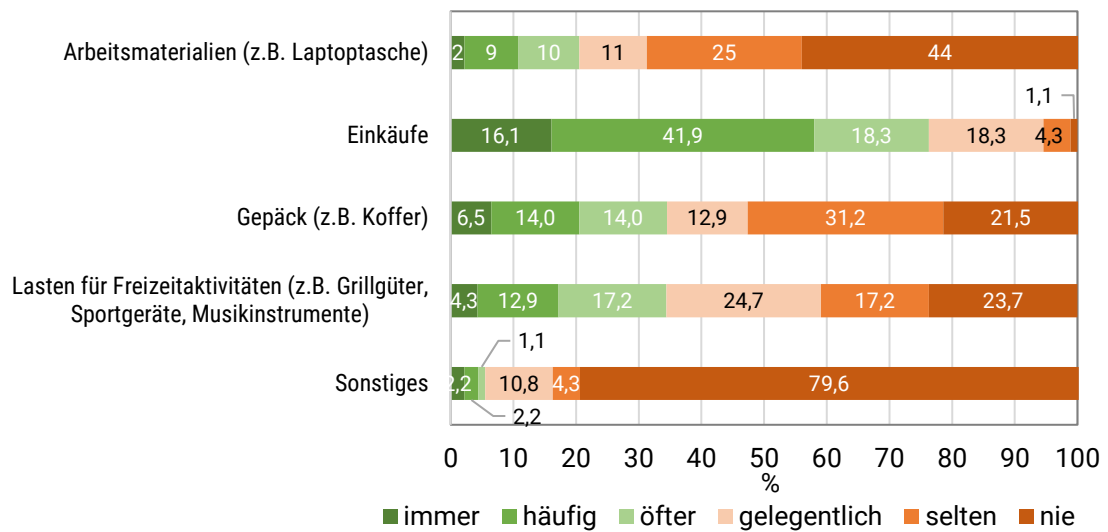


Abbildung 19. Nutzungshäufigkeit des Sharing-Systems in Abhängigkeit der zu transportierenden Lasten (N = 93).

Die meisten Befragten erledigen ihren Einkauf lieber einmal pro Woche ($M = 4.7, SD = 1.7, N = 56$) und kaufen dafür größere Mengen ein, als dass sie mehrmals pro Woche kleine Mengen besorgen ($M = 3.9, SD = 1.8, N = 33$).

Die Nutzung des Lastenpedelecs konzentriert sich überwiegend auf die Nachmittags- und Abendstunden wie in Abbildung 20 dargestellt. Bezüglich des potentiellen Nutzungszeitraums gibt es kaum Unterschiede zwischen Beschäftigten und Azubis/Studierenden.

Wenn Sie das Sharing-System nutzen, zu welcher Tageszeit würden Sie das Lastenpedelec typischerweise nutzen?

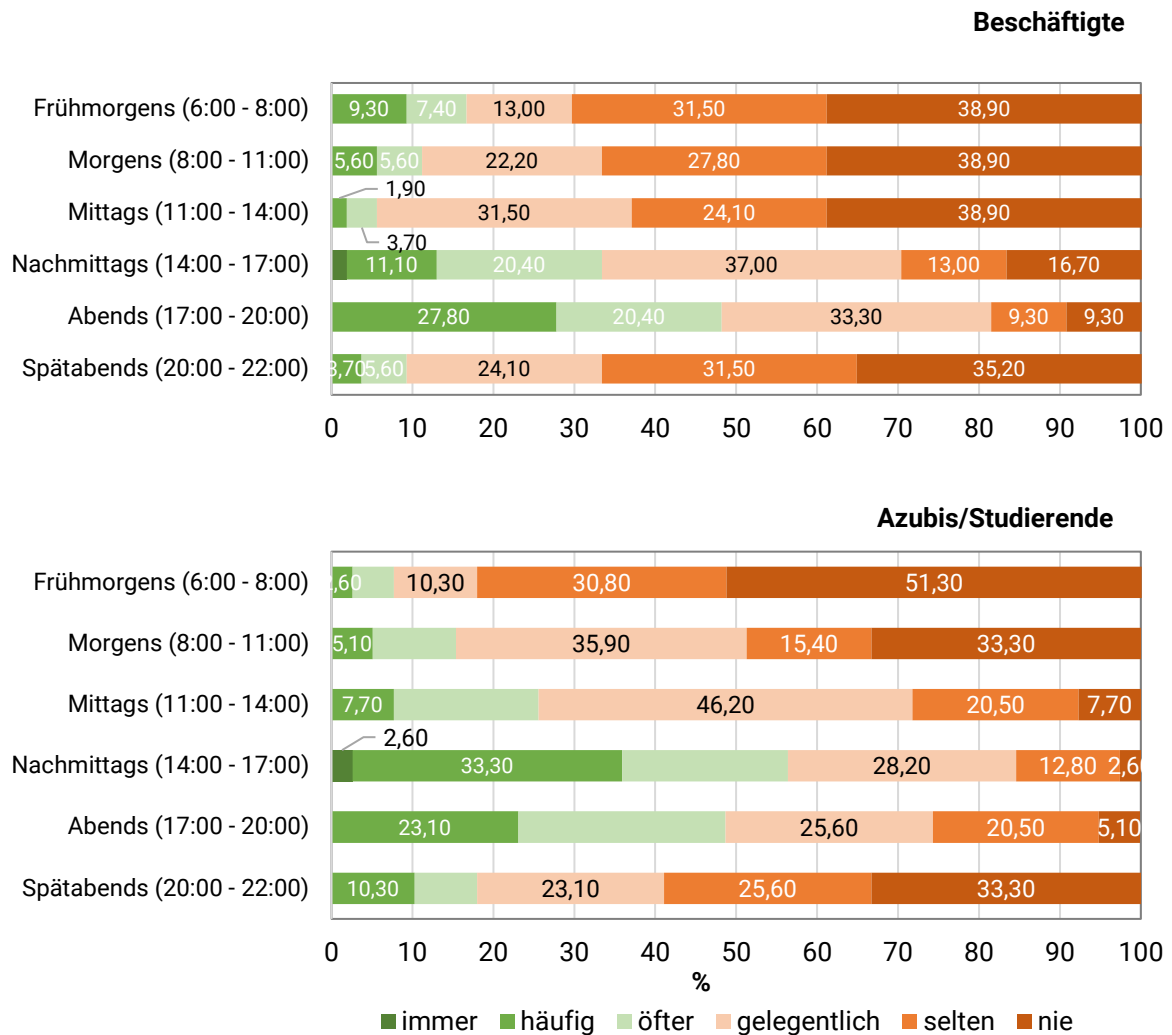


Abbildung 20. Prozentuale Häufigkeit der Nutzungszeiträume von Lastenpedelecs im Sharing-System nach Nutzergruppe (Beschäftigte vs. Azubis/Studierende, N = 93).

Im Rahmen der Online-Befragung wurde deutlich, dass die Nutzungsgründe die Barrieren überwiegen. Die wichtigsten Gründe sind dabei der Verzicht auf das Auto, das Einsparen von CO₂ und der Vorteil, nicht selbst ein eigenes Lastenpedelec kaufen zu müssen (Abbildung 21). Die potenziellen Barrieren beziehen sich dabei in erster Linie auf die Verleihstandorte (Abbildung 22).

Ich würde ein Lastenpedelec nutzen, weil ...

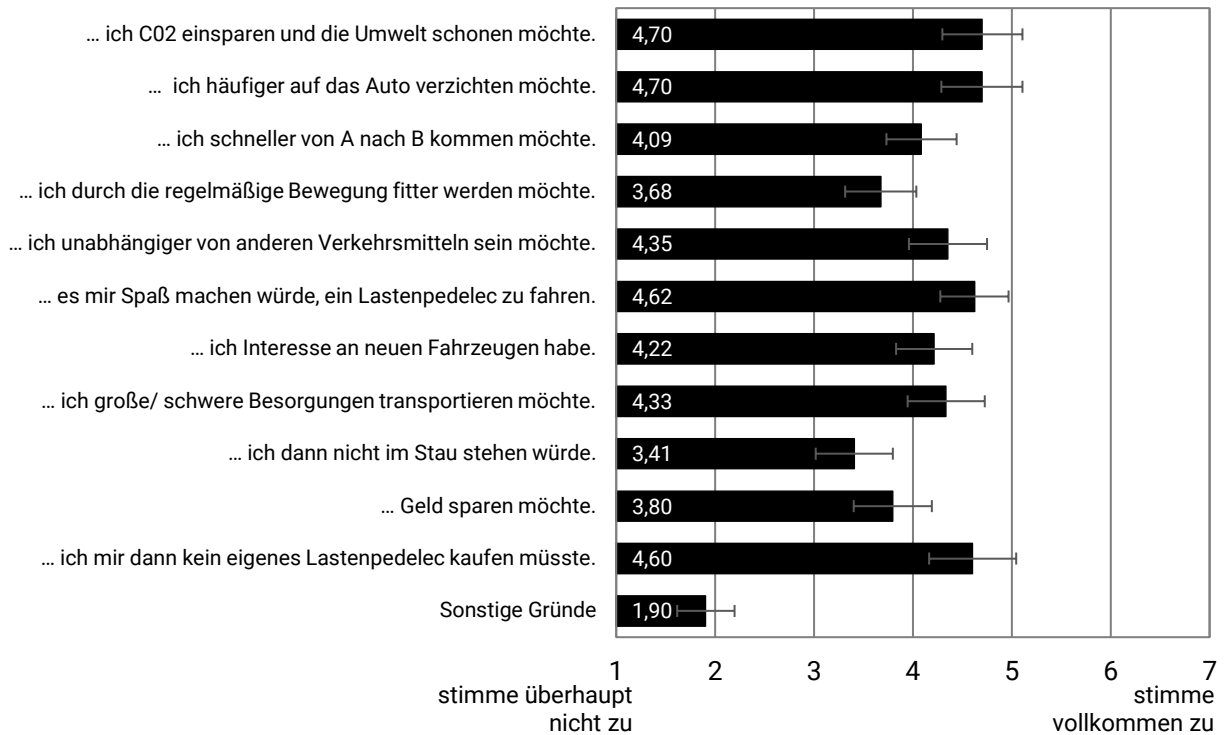


Abbildung 21. Zustimmung zu Gründen der Nutzung eines Lastenpedelecs (Mittelwerte) mit 95 % Konfidenzintervall (N= 93).

Ich würde ein Lastenpedelec nicht nutzen, weil ...

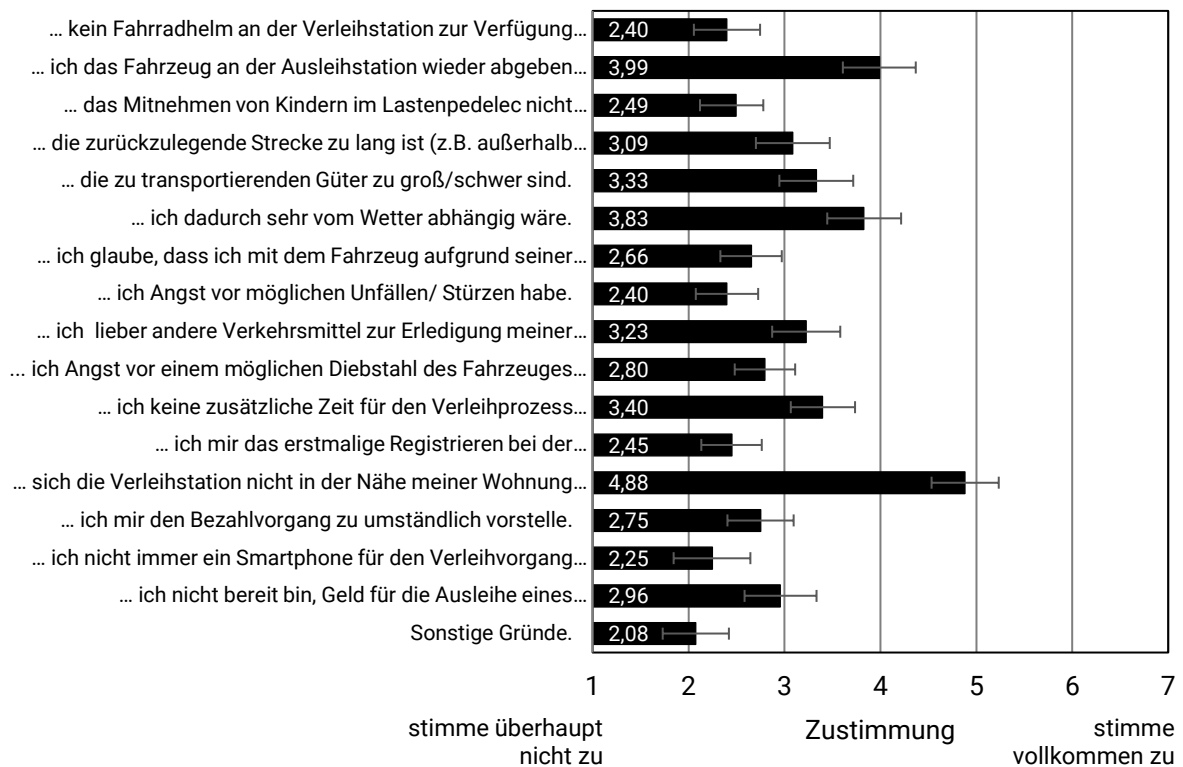


Abbildung 22. Zustimmung zu Gründen der Nicht-Nutzung eines Lastenpedelecs (Mittelwerte) mit 95 % Konfidenzintervall (N= 93).

Allerdings legen Studierende im Vergleich zu Beschäftigten weniger Kilometer mit dem PKW zurück (Tabelle 1) und nutzen ihn auch seltener zur Erledigung von Einkäufen. Zudem ist der Einkaufs- und Nutzungszeitraum bei Studierenden wesentlich breiter gefasst als bei Beschäftigten (Abbildung 23).

Tabelle 1. Durchschnittlich zurückgelegte Kilometer mit dem PKW nach Nutzergruppe und Nutzungszeitraum.

		Azubis/Studierende (n = 54)	Beschäftigte (n = 39)	Signifikanztest
Arbeitstage	Sommer	4.5	13.3	$t(83.256) = 2.237, p = .028^*$
	Winter	5.1	14.2	$t(83.779) = 2.364, p = .020^*$
Wochenendtage	Sommer	14.3	40.0	$t(81.355) = 3.302, p = .001^*$
	Winter	10.6	37.6	$t(66.595) = 3.792, p < .001^*$

Anmerkung: * signifikant

Wann erledigen Sie typischerweise Ihren Einkauf?

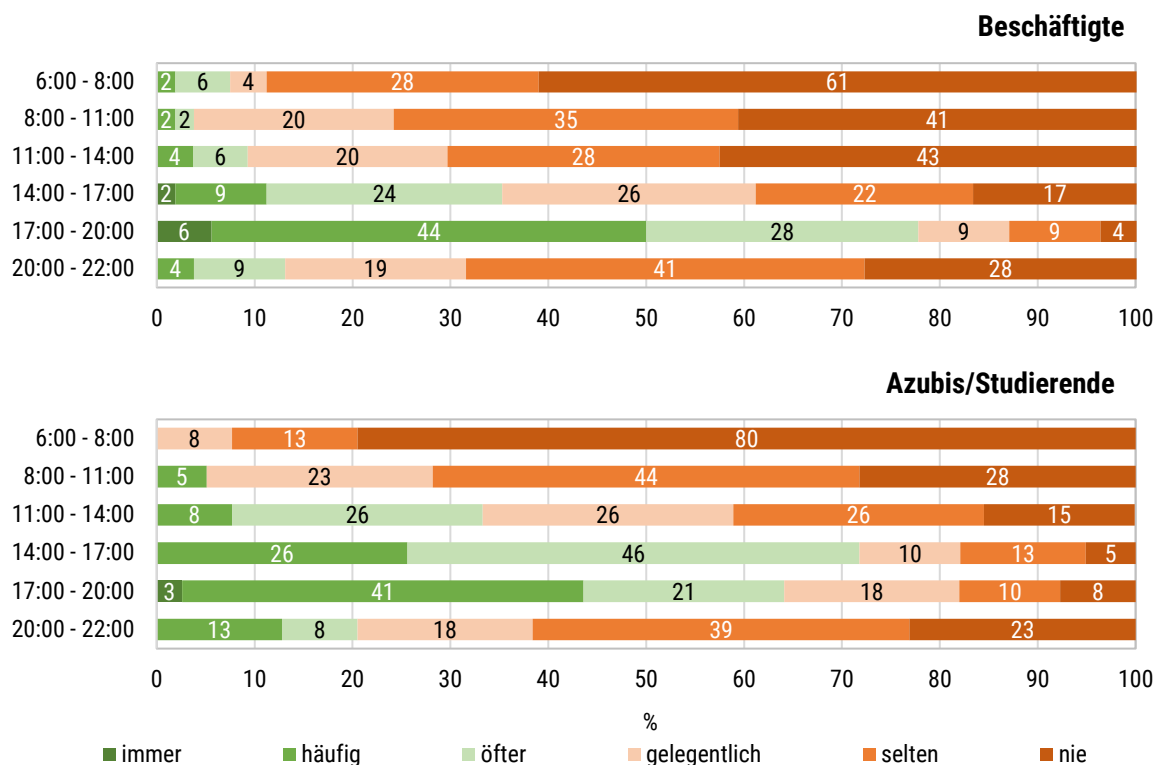


Abbildung 23. Häufigkeit von Nutzungszeiträumen nach Nutzergruppe.

Des Weiteren wurde im Rahmen der MieterInnen-Befragung zu (Lasten)Fahrradverleihsystemen (C1.3) Anforderungen gegenüber einem potentiellen Lastenradverleihangebot innerhalb Ihrer Wohnanlage erhoben. Aus der Befragung geht hervor, dass der Einsatz unterschiedlicher Fahrzeugtypen (ca. 60 %) als auch neuer moderner (ca. 70 %) vor allem elektrisch betriebener Modelle (ca. 60 %) für die MieterInnen in einer Wohnanlage, neben kostengünstigen Tarifen (ca. 85 %) und einem einfachen Buchungs- und Abrechnungssystem (ca. 95 %), wichtig sind (Abbildung 24).

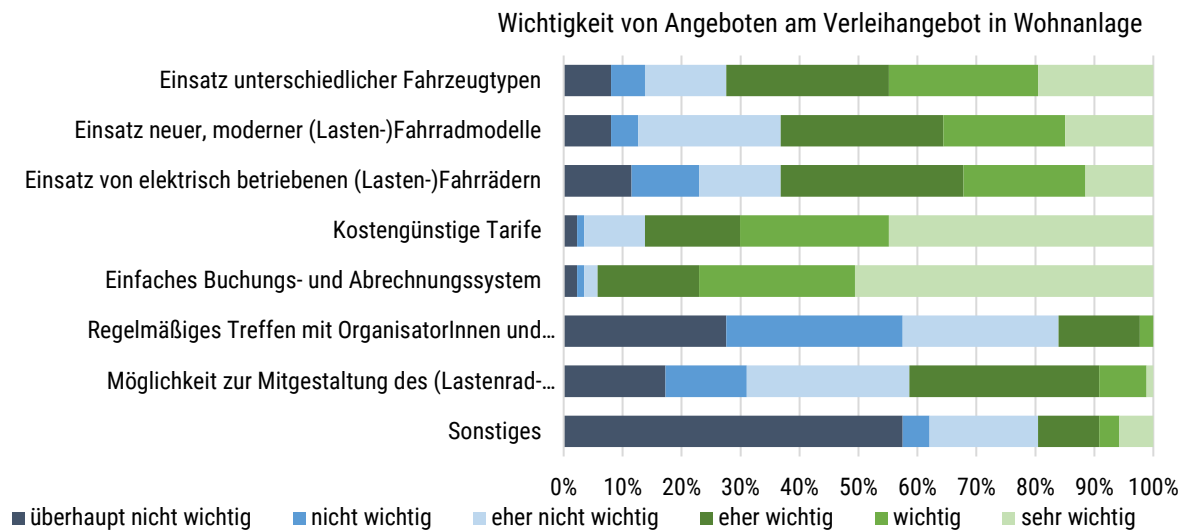


Abbildung 24. Ergebnisse der MieterInnen-Befragung zu Anforderungen an ein Verleihangebot in einer Wohnanlage.

4.2.1.2 CityPed

Zu Beantwortung der Fragestellung haben wir im Rahmen des Reallabors auf Grundlage des Technology-Acceptance Model (TAM, Davis, 1989) und der Erweiterung zum Extended-TAM durch Wang et al. (2020) Akzeptanz erhoben. Darüber hinaus wurde die Van Der Laan Skala (Van der Laan et al., 1997) eingesetzt. Zum anderen werden Studienergebnisse aus den Nutzertests mit dem CityPed als auch CityScooter betrachtet.

Akzeptanz

Insgesamt deuten die Ergebnisse der Befragungen im ersten Reallaborjahr (2022) daraufhin, dass die CityPeds nach einer Einführung in das Mikromobil und der allerersten Nutzung eine gute Akzeptanz (Abbildung 25) unter den 13 MieterInnen (vordergründig ältere Bevölkerung) erhält. Die CityPeds werden als eher bzw. etwas nützlich ($M = 1.1$, $SD = 1.2$) und zufriedenstellend ($M = 1.2$, $SD = 1.1$) bewertet. In Abbildung 26 ist die Bewertung der Akzeptanz des CityPeds in den Jahren 2022-2024 dargestellt. Die CityPeds werden als eher bzw. etwas nützlich und zufriedenstellend bewertet. Im Jahr 2023 konnte die Akzeptanz zu zwei Zeitpunkten erhoben werden. Die Abbildung 25 zeigt, dass die Bewertung der Nützlichkeit als auch der Zufriedenheit nach längerer Nutzung leicht abnimmt, dennoch weiterhin im positiven Bereich bleibt. Für 2024 konnten im Rahmen der Projektlaufzeit keine Daten für die Abschlussbefragung erfasst werden, da bis zum Projektende keine weiteren Abschlussbefragungen ausgefüllt wurden. Eine Aussage über die Bewertung nach längerer Nutzung ist demnach nicht möglich, allerdings wird für 2024 ein ähnliches Muster wie das für 2023 erwartet.

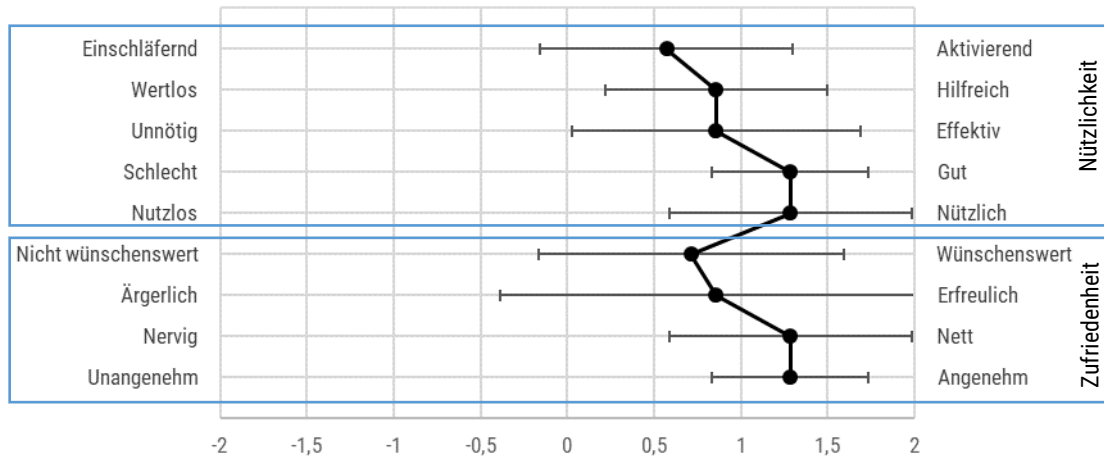


Abbildung 25. Bewertung der Akzeptanz durch die NutzerInnen der Reallaborphase im Jahr 2022 (N =16) auf den Items der Van der Laan Skala. Befragung nach der ersten Nutzung (t1) mit 95 % Konfidenzintervall.

Hinsichtlich der Akzeptanzbewertung zeigen sich zwischen den Gruppen (SWG $N_{t0/t1} = 5/2$, Studierende $N_{t0/t1} = 35/13$, Mitarbeitende $N_{t0/t1} = 12/5$) im Jahr 2023 keine bedeutenden Unterschiede. Im Jahr 2024 nutzten bis zum Projektabschluss (Ende Mai 2024) vordergründig Studierende das Angebot mit den CityPeds. Aussagen über Unterschiede in Bezug auf die Akzeptanz des CityPeds sind daher nicht möglich.

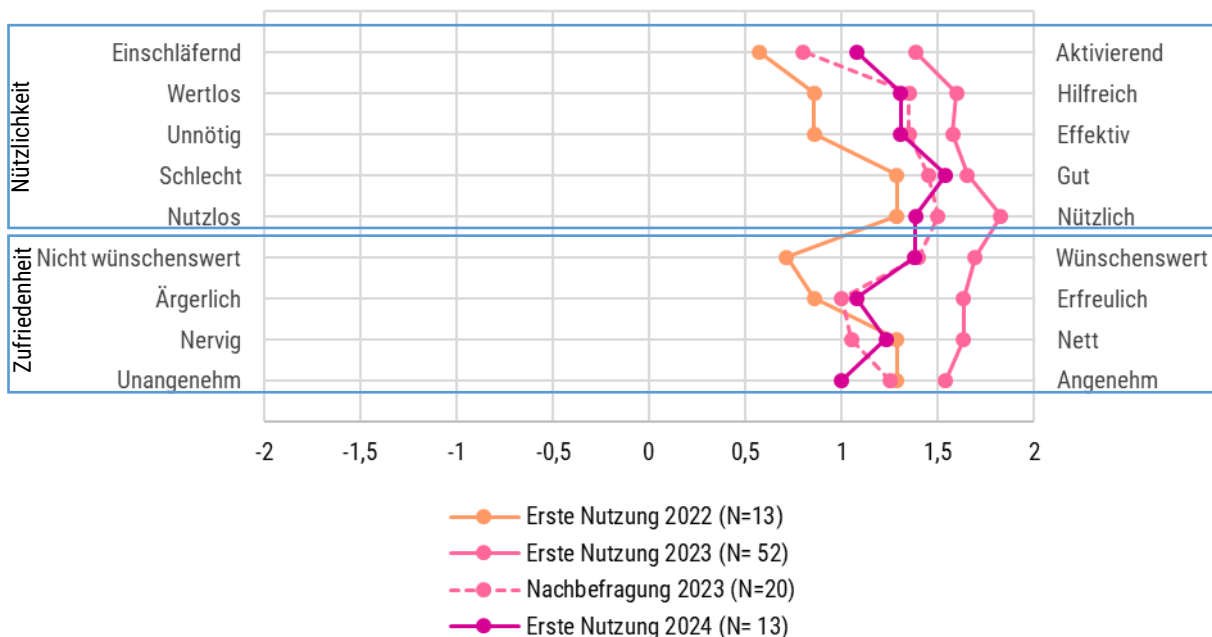


Abbildung 26. Bewertung der Akzeptanz gegenüber den CityPeds durch die NutzerInnen der Reallaborphase im Jahr 2022, 2023 & 2024 auf den Items der Van der Laan Skala. Befragung nach der ersten Nutzung (t1) und längerer Nutzung (t2).

Im Vergleich zum Reallaborjahr 2022, indem vordergründig MieterInnen der SWG am Programm teilgenommen haben, war die Bewertung in den Reallaborjahren 2023 und 2024 deutlich positiver, jedoch nicht bedeutsam. Das System wurde über die Jahre stetig verbessert, sodass NutzerInnen in den Jahren 2023 und 2024 es vermutlich auch deutlich besser bewerteten als SWG-MieterInnen dies im Jahr 2022 taten, als es noch in seiner Anfangsphase war. Leider haben in den Jahren 2023 und 2024 nur vereinzelt

SWG-MieterInnen das System genutzt, sodass leider keine Schlussfolgerung über den Einfluss dieser Nutzergruppe gezogen werden kann.

Darüber hinaus wurden die Items des eTAM-Modells erhoben, um die Akzeptanz und Nutzung des Gesamtsystems von SteigtUM! zu untersuchen und vorherzusagen.

Reallabor 2022/MieterInnen der SWG

Die Analyse des im Vorher- und Nachher-Vergleich erhobenen eTAM-Konstrukte (Tabelle 2) zeigt insgesamt moderate Übereinstimmungen zwischen den Zeitpunkten. Die Nutzerakzeptanz des Verleihsystems wurde mäßig positiv bewertet, mit einer Übereinstimmung zwischen den Erwartungen der NutzerInnen und ihren ersten Eindrücken. Dabei ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Vorher- und Nachher-Werten feststellen. Die stärksten und robustesten Effekte des eTAM-Tests, die durch die mittlere Korrelationen der Vorher- und Nachher-Koeffizienten angezeigt werden (Abbildung 27), umfassen drei zentrale Einflüsse. Erstens zeigte sich ein starker negativer Einfluss der Risikowahrnehmung bei der Nutzung auf die Nützlichkeit mit mittleren Korrelationen. Zweitens wurde ein positiver Einfluss der Einfachheit der Nutzung auf die Nutzungsabsicht beobachtet, was sich ebenfalls robust in den Korrelationen widerspiegelt. Drittens ergab sich ein negativer Einfluss von Einfachheit der Nutzung auf die Nützlichkeit.

Tabelle 2. Mittelwerte, Standardabweichungen und Ergebnisse der t-Tests der eTAM-Konstrukte für die Vor- und Nachmessung (N=13).

	$M_{vor} (SD)$	$M_{nach} (SD)$	$t(12)$	p
Einfachheit der Nutzung	5.5 (1.09)	5.5 (.96)	< 0.01	1
Nützlichkeit	5.0 (1.31)	5.0 (1.43)	< 0.01	1
Risiko	3.2 (1.31)	3.1 (1.30)	0.34	.74
Nutzungsabsicht	5.8 (1.04)	5.6 (1.26)	0.71	.49
Innovativität	5.1 (1.17)			
Umweltbewusstsein	5.1 (.92)			

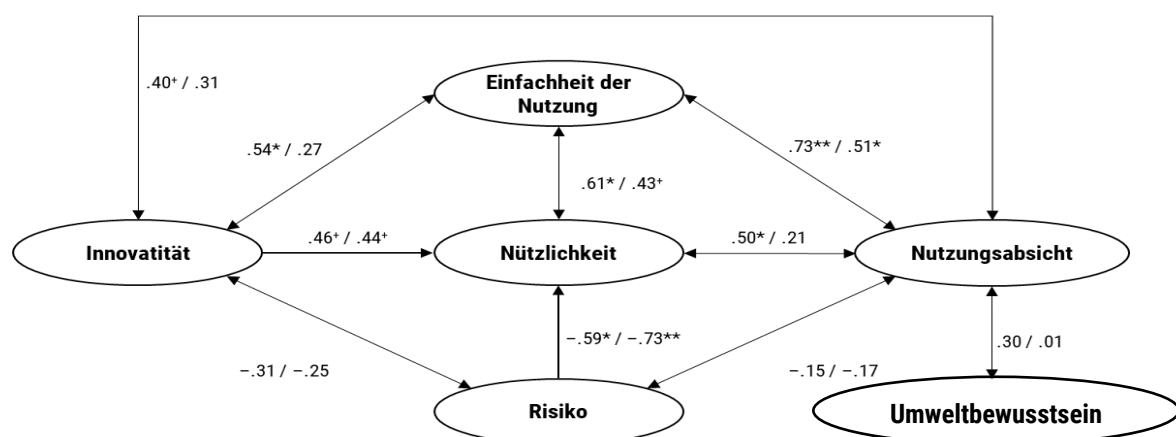


Abbildung 27. Korrelationen zwischen den Konstrukten des eTAM-Modells für vor/nach der ersten Nutzung für SWG MieterInnen (N=13).

Die besten Prädiktoren für die Nutzungsabsicht waren Einfachheit der Nutzung, gefolgt von Nützlichkeit und Innovativität der Personen, die einen signifikanten Einfluss zeigten.

Reallabor 2023

Die deskriptiven Werte für die NutzerInnen im Reallabor 2023 sind in Tabelle 3 abgebildet.

Betrachtet man die Werte zur Nützlichkeit zeigt sich eine leicht positive Entwicklung von vor der ersten Nutzung zum Zeitpunkt nach der ersten Nutzung. Nach längerer Nutzung sinkt der Wert jedoch. Diese Entwicklung deutet darauf hin, dass die wahrgenommene Nützlichkeit initial steigt, möglicherweise durch positive erste Erfahrungen, jedoch nach längerer Nutzung leicht abnimmt, was auf einen Gewöhnungseffekt oder unerfüllte Erwartungen hinweisen könnte. Die Einfachheit der Nutzung zeigt die deutlichste positive Veränderung. Vor der ersten Nutzung ist der Wert bereits hoch, steigt nach der ersten Nutzung nochmal an und sinkt nach längerer Nutzung nur leicht. Dies deutet darauf hin, dass das Verleihsystem zunächst als intuitiv und benutzerfreundlich wahrgenommen wird, nach längerer Nutzung jedoch kleine Herausforderungen auftreten könnten. Die Nutzungsabsicht ist durchgehend hoch und bleibt nach längerer Nutzung stabil. Dies zeigt, dass die Bereitschaft zur Nutzung des Verleihsystems konsistent hoch ist und durch erste positive Erfahrungen noch verstärkt wird. Die Risikowahrnehmung ist vergleichsweise niedrig und bleibt über alle Zeitpunkte hinweg. Dies deutet darauf hin, dass das Verleihsystem als sicher wahrgenommen wird und sich diese Einschätzung auch durch die Nutzung nicht verändert.

Tabelle 3. Mittelwerte, Standardabweichungen und Stichprobengröße für die Konstrukte des eTAM für drei Messzeitpunkte.

	Vor der ersten Nutzung			Nach der ersten Nutzung			Nach längerer Nutzung		
	M	SD	N	M	SD	N	M	SD	N
Umweltbewusstsein	5.2	1.0	52						
Innovativität	5.1	1.2	52						
Nützlichkeit	5.2	0.9	52	5.3	1.0	52	5.1	1.0	20
Einfachheit der Nutzung	5.6	0.8	52	5.9	0.7	52	5.5	1.1	20
Nutzungsabsicht	5.8	0.8	52	6.1	0.8	52	5.9	0.9	20
Risiko	2.8	1.2	52	2.6	1.5	52	2.6	1.4	20

Die Ergebnisse zeigen, dass die Einfachheit der Nutzung und die Nutzungsabsicht nach der ersten Nutzung der Gesamtsystems signifikant steigen, was auf positive erste Erfahrungen hinweist. Nach längerer Nutzung treten jedoch leichte Rückgänge in der Einfachheit der Nutzung und der Nützlichkeit auf, die möglicherweise auf einen Gewöhnungseffekt oder kleinere Herausforderungen hinweisen. Insgesamt bleibt die Akzeptanz mit einer stabil hohen Nutzungsabsicht und niedrigen Risikowahrnehmung auf einem positiven Niveau. Dies unterstreicht die potenzielle Eignung des Verleihsystems für eine breite Nutzung, erfordert jedoch langfristig Maßnahmen zur Erhaltung der wahrgenommenen Nützlichkeit und Benutzerfreundlichkeit.

Vor der ersten Nutzung korreliert das persönliche Umweltbewusstsein signifikant positiv mit der Nutzungsabsicht ($r = .29, p = .036$) und der Innovativität ($r = .52, p < .001$) der Personen, welche auch mit der Verhaltensabsicht signifikant positiv zusammenhängt ($r = .30, p = .029$). Die wahrgenommene Nützlichkeit zeigt signifikante Korrelationen mit der Innovativität ($r = .38, p = .006$) und der wahrgenommenen Einfachheit der Nutzung ($r = .62, p < .001$).

Die Ergebnisse legen nahe, dass umweltbewusste Personen stärker dazu geneigt sind, neue Technologien wie Mikromobilitätssysteme zu nutzen, möglicherweise, weil diese Systeme als nachhaltige Alternativen

wahrgenommen werden. Die Innovativität wiederum korreliert positiv mit der Nutzungsabsicht, was darauf hindeutet, dass innovative Personen generell offener für die Nutzung neuer Technologien sind. Personen, die den Nutzen des Systems erkennen, schätzen es auch als einfacher zu bedienen ein. Eine intuitive und nützliche Gestaltung des Systems könnte somit entscheidend sein, um innovative Nutzergruppen anzusprechen.

Nach längerer Zeit der Nutzung finden wir signifikante Korrelationen für Einfachheit der Nutzung und die Innovativität ($r = .46, p = .038$), Risiko zwischen t1 und t2 ($r = .84, p < .001$) und Risiko und Nützlichkeit ($r = .50, p = .024$). Die Nutzungsabsicht nach längerer Nutzung korreliert stark positiv mit der Einfachheit der Nutzung zu t2 ($r = .64, p = .002$) und negativ mit dem Risiko ($r = -.46, p = .040$).

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass sich als innovativ einschätzende NutzerInnen die Systeme nicht nur als interessant, sondern auch als leicht bedienbar wahrnehmen, was ihre langfristige Nutzung fördern könnte. Eine hohe Risikowahrnehmung vor der Nutzung bleibt auch nach längerer Nutzung bestehen. Darüber hinaus kann ein hohes Risikoempfinden die Wahrnehmung des Systems als nützlich langfristig beeinträchtigen. Eine intuitive und einfach zu bedienende Gestaltung des Systems sowie eine Reduktion von wahrgenommenen Risiken sind entscheidend für die Absicht der langfristigen Nutzung.

Reallabor 2204

Für die Nutzung im Reallabor 2024 zeigte sich folgendes. Die Abbildung 28 zeigt, dass die Nutzungsabsicht die höchste Bewertung erhielt, was auf eine hohe Bereitschaft zur Nutzung des Verleihsystems hinweist. Umweltbewusstsein, Nützlichkeit, und Einfachheit der Nutzung wurden ebenfalls positiv bewertet, was die Wahrnehmung des Verleihsystems als benutzerfreundlich und funktional unterstützt. Innovativität zeigt, dass die NutzerInnen sich als fortschrittlich wahrnehmen. Die Risikowahrnehmung ist niedrig, was auf ein geringes empfundenes Risiko bezüglich des Verleihsystems und eine hohe Akzeptanz hinweist. Insgesamt spiegeln die Werte eine positive Einstellung der NutzerInnen zur Technologie wider.

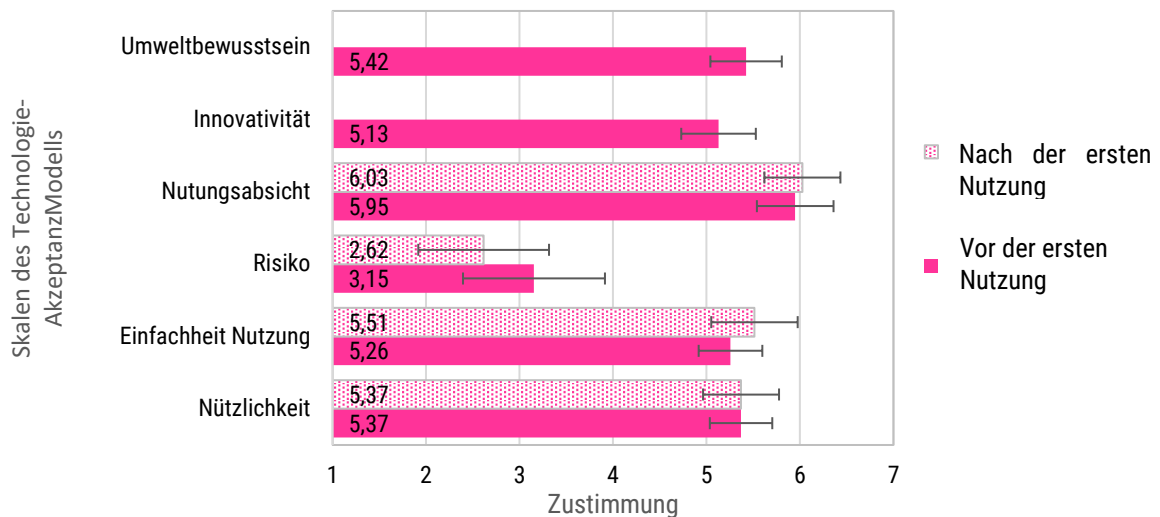


Abbildung 28. Durchschnittliche Bewertung der Skalen des eTAM vor und nach der ersten Nutzung im Reallaborjahr 2024 (n = 13) mit 95% Konfidenzintervall.

Auch im Jahr 2024 korreliert die Innovativität positiv und hoch mit der Nutzungsabsicht zum Zeitpunkt vor der ersten Nutzung ($r = -.60, p = .032$). Die Bewertung der Einfachheit vor der ersten Nutzung zeigt signifikante positive Zusammenhänge mit der Nutzungsabsicht ($r = -.57, p = .042$) und der Innovativität ($r = -.77, p = .002$). Die Nützlichkeit korreliert signifikant hoch mit der Innovativität ($r = -.62, p = .024$) und der

Einfachheit der Nutzung ($r = -.71, p = .007$). Auch im Reallaborjahr 2024 zeigt sich, dass wenn das Risiko vor der ersten Nutzung hoch eingeschätzt wurde, es auch nach der ersten Nutzung hoch eingeschätzt wird ($r = -.90, p < .001$). Darüber hinaus zeigt sich, dass die Bewertung der Einfachheit der Nutzung vor der ersten Nutzung signifikant und hoch ($r = -.74, p = .003$) mit der Nutzungsabsicht nach der ersten Nutzung zusammenhängt.

Die Ergebnisse aus dem Reallaborjahr 2024 zeigen, dass Innovativität, Einfachheit der Nutzung, Nützlichkeit und Risikowahrnehmung die Nutzungsabsicht maßgeblich beeinflussen. Innovative Personen haben eine höhere Nutzungsabsicht, neigen aber zu kritischeren Einschätzungen, wenn ihre Erwartungen nicht erfüllt werden. Eine intuitive und benutzerfreundliche Gestaltung bleibt zentral, da die wahrgenommene Einfachheit stark mit der Nutzung zusammenhängt. Auch die Nützlichkeit fördert die Nutzung, während hohe Risikowahrnehmungen vor und nach der ersten Nutzung bestehen bleiben und dadurch das Vertrauen beeinträchtigen können.

Zusammenfassend zeigt die Analyse, dass die Akzeptanz des gesamten Verleihsystems sowohl von technologischen als auch von individuellen Faktoren abhängt. Eine intuitive Bedienbarkeit, ein klar erkennbarer Nutzen und eine geringere Risikowahrnehmung sind entscheidend für die Förderung der Nutzungsbereitschaft. Besonders innovative NutzerInnen stellen höhere Ansprüche, die durch technische Verbesserungen und gezielte Kommunikation adressiert werden sollten.

Vertrauen

Vertrauen stellt eine wesentliche Variable dar, welche Auskunft über die Akzeptanz von Mikromobilen geben kann. Umso höher das Vertrauen, umso höher die Akzeptanz. In allen Reallaborjahren wurde Vertrauen mit erhoben.

Tabelle 4 zeigt die Werte für das durchschnittliche Vertrauen über die Erhebungszeitpunkte getrennt nach Reallaborjahren. Einzig im Reallaborjahr 2024 wurde das Vertrauen in das CityPed nach dessen ersten Nutzung signifikant höher eingeschätzt als zu Beginn. Daten zum Vertrauen nach längerer Nutzung der CityPeds lagen für das Jahr 2024 zum Projektabschluss leider noch nicht vor.

Tabelle 4. Statistik (M, SD) zur Variable Vertrauen in das CityPed über die Erhebungszeitpunkte t_0, t_1, t_2 .

Reallaborjahr	Vor der ersten Nutzung		Nach der erste Nutzung		Nach längerer Nutzung		Signifikanztest	d
	M	SD	M	SD	M	SD		
2022 ($n_{t_0/t_1} = 13$)	5.2	0.7	5.3	4.9			$t(12) = .425, p = < .339$.43
2023 ($n_{t_0/t_1} = 52, n_{t_2} = 20$)	5.1	0.7	5.5	0.6	5.3	1.0	$F(2, 38) = 1.097, p = .344$	
2024 ($n_{t_0/t_1} = 13$)	4.8	0.7	5.2	0.6			$t(12) = -2.216, p = .023$.65

Zu keinem der Zeitpunkte (t_0, t_1, t_2) im Jahr 2023 variierte das Vertrauen in das CityPed zwischen den unterschiedlichen Nutzergruppen (SWG [$n = 5$], Studierende [$n = 35$], MitarbeiterInnen [$n = 12$]) signifikant ($t_0: F(2, 49) = 1.436, p = .248$; $t_1: F(2, 49) = 1.696, p = .194$; $t_2: F(2, 17) = .656, p = .532$). Darüber hinaus gab es keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen MieterInnen bei der SWG und anderen Teilnehmenden ($t_0: t(49) = -1.605, p = .057$; $t_1: t(49) = -1.285, p = .102$; $t_2: t(18) = -.498, p = .312$). Für das Reallaborjahr 2024 konnte keine Analyse auf Grund der geringen Fallzahlen für die Nutzergruppen (SWG, Studierende, MitarbeiterInnen, MieterInnen vs. Nicht MieterInnen) durchgeführt werden.

4.2.1.3 CityTrunk

Im Folgenden werden nur die Ergebnisse der Nutzung des Lieferdienstes 2023 - Gemüse im Abo (S. 38) berichtet.

Akzeptanz

In Bezug auf die Akzeptanzbewertung der gewerblich genutzten Mobile – den CityTrunks – zeigt sich insgesamt eine moderate Bewertung in Bezug auf die wahrgenommene Nützlichkeit, Benutzerfreundlichkeit und die Verhaltensintention vor und nach der ersten Nutzung (Abbildung 29).

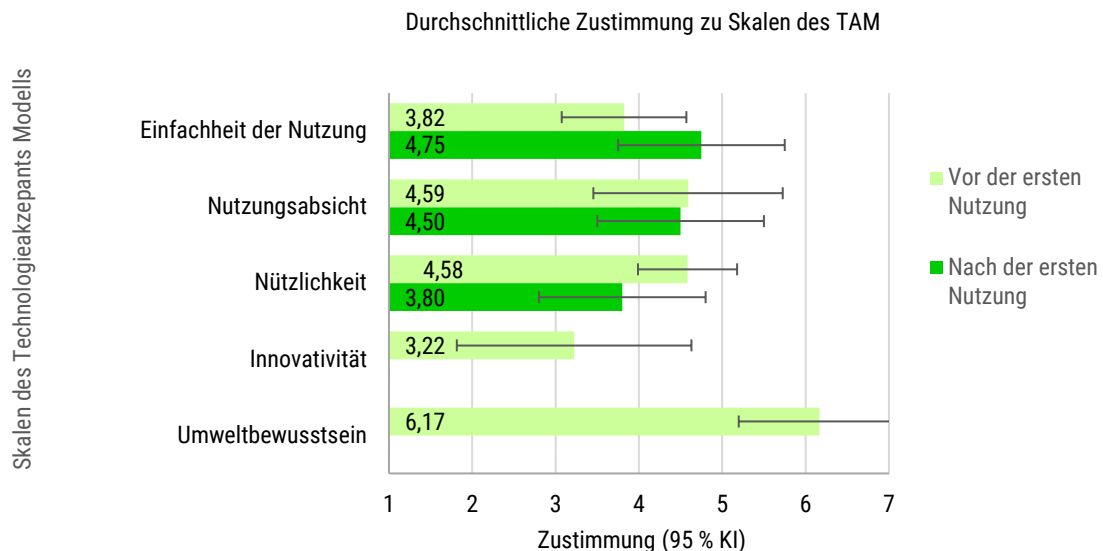


Abbildung 29. Mittelwerte für die Skalen des erweiterten TAM (Davis, 1989) vor und nach der ersten Nutzung des CityTrunks bei Gemüse im Abo mit 95 % Konfidenzintervall.

Zu sehen ist eine Abnahme der wahrgenommenen Nützlichkeit nach der ersten Nutzung und eine Zunahme der wahrgenommenen Benutzerfreundlichkeit.

Vertrauen

Das Vertrauen der NutzerInnen spielt eine zentrale Rolle bei dem CityTrunk. Die ProbandInnen bei Gemüse im Abo hatten bei der Vorbefragung ein mittleres Vertrauen ($M = 4.3, SD = 0.5$). Die Nachbefragung ergab ebenfalls ein mittleres Vertrauen in den CityTrunk ohne signifikante Unterschiede ($M = 4.2, SD = 0.3$, Abbildung 30).

Offene Fragen

Die Antworten der NutzerInnen auf offene Fragen bezüglich Sicherheitsbedenken und kritischen Situationen liefern wertvolle Einblicke in die spezifischen Bedarfe des gewerblich genutzten Mikromobils CityTrunk. Die NutzerInnen kritisieren insbesondere technische Unzulänglichkeiten wie unerwünschte oder abrupte Beschleunigung, mangelnde Unterstützung beim Anfahren am Berg sowie eine nicht zuverlässig steuerbare elektrische Unterstützung. Ein häufig geäußerter Wunsch ist die Möglichkeit, die elektrische Unterstützung manuell regeln zu können. Weitere Kritikpunkte umfassen sicherheitsrelevante Aspekte, wie scharfkantige Schutzbleche und Sensor-Magnete, die das Handling und die Sicherheit beeinträchtigen könnten. Diese Rückmeldungen verdeutlichen, dass Nutzergruppen spezifische Anpassungen und Verbesserungen erwarten, um den CityTrunk als praktikable und zuverlässige Mobilitätslösung zu akzeptieren.

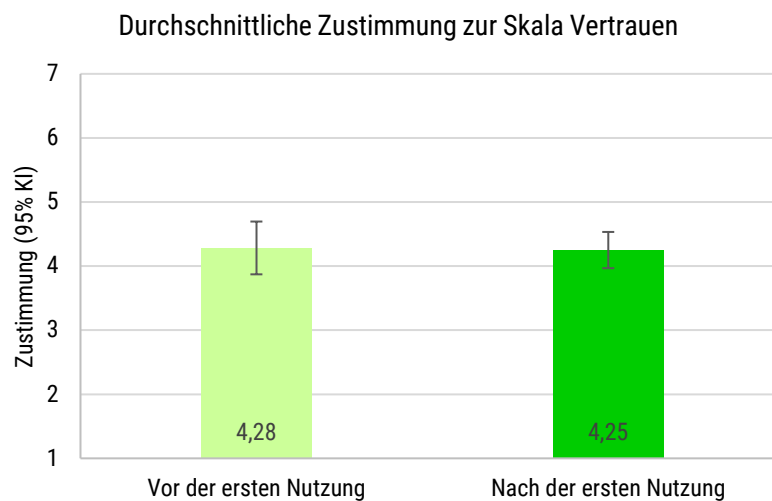


Abbildung 30. Mittelwerte für Vertrauen (Jian et al., 1998) vor und nach der ersten Nutzung des CityTrunks bei Gemüse im Abo mit 95 % Konfidenzintervall

4.2.1.4 CityScooter

Ein zentrales Anliegen der Untersuchung der Akzeptanz des CityScooters als Mikromobil ist es, zu verstehen, in welchem Maße gewerbliche und privat NutzerInnen diese Verkehrsmittel annehmen und welche spezifischen Anforderungen und Erwartungen sie daran knüpfen. Daher wurde eine Studie mit dem CityScooter durchgeführt (4.1.1.4).

Akzeptanz

Die Akzeptanz des CityScooters wurde anhand der Van der Laan Skala eingeschätzt. In Abbildung 31 sind die Mittelwerte der Vorbefragung und der Nachbefragung (unbeladen, beladen) dargestellt. Die Nützlichkeit wird sowohl in der Vorbefragung ($M = 1.2, SD = 0.4$), als auch in der Nachbefragung unbeladen ($M = 1.1, SD = 0.7$) und beladen ($M = 1.4, SD = 0.7$) hoch eingeschätzt. Die Zufriedenheit erreicht in den verschiedenen Bedingungen, wie in der Vorbefragung ($M = 1.0, SD = 0.4$) und in der Nachbefragung unbeladen ($M = 0.8, SD = 0.5$) und beladen ($M = 0.8, SD = 0.7$) ebenfalls hohe Werte. Die Mittelwerte unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. Dies deutet darauf hin, dass der CityScooter unabhängig von der Beladung als Mikromobil akzeptiert wird.

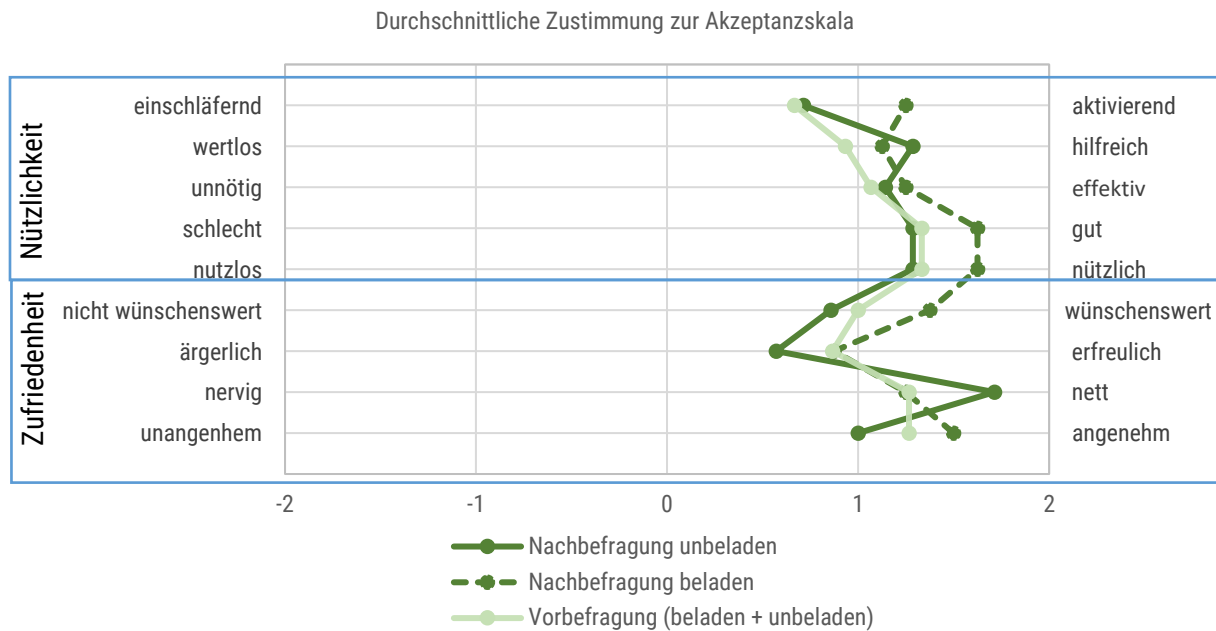


Abbildung 31. Mittelwerte für Akzeptanz (Van der Laan, Heino & De Waard, 1997) in der Vorbefragung des CityScooters in den Bedingungen beladen und unbeladen mit 95 % Konfidenzintervall, (N = 15).

Die Technologieakzeptanz des CityScooters wurde gemäß dem Modell von Wang et al. (2020) erhoben und wahrgenommen Freude in das Modell inkludiert. In Abbildung 32 sind die Korrelation zwischen den einzelnen Konstrukten des Modell auf Grundlage der Nachbefragung dargestellt. Diese Korrelationen geben Einblick in die Zusammenhänge zwischen den Dimensionen der Technologieakzeptanz und der Nutzung des CityScooters. Es konnten in der Gruppe mit dem unbeladenen CityScooter hohe Korrelationen und signifikante Zusammenhänge zwischen verschiedenen Dimensionen der Technologieakzeptanz festgestellt werden. So zeigte sich ein Zusammenhang zwischen Umweltbewusstsein und der Nutzungsintention des CityScooters, was darauf hinweist, dass Personen mit stärkerem Umweltbewusstsein eher beabsichtigen, den CityScooter zu nutzen. Die Nützlichkeit korreliert hoch mit persönlicher Innovativität und der Nutzungsintention. Personen, welche aufgeschlossen gegenüber neuen Technologien sind, empfinden den CityScooter besonders nützlich. Ebenso bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen wahrgenommene Freude mit der Einfachheit der Nutzung, was darauf hindeutet, dass Personen, die den CityScooter als leicht zu bedienen wahrnehmen, auch mehr Freude an seiner Nutzung empfinden. Nach der ersten Nutzung des CityScooters konnten in der Nachbefragung starke signifikante Zusammenhänge in der Bedingung mit Ladung nachgewiesen werden (Abbildung 32). Nützlichkeit korreliert stark mit der Einfachheit der Nutzung und der Wahrgenommenen Freude. Die Wahrgenommene Freude hat einen signifikanten Zusammenhang mit der Einfachheit der Nutzung und der Nutzungsintention. Die Ergebnisse suggerieren eine positive Nutzererfahrung, eine einfachen Bedienung und ein angenehmes Nutzungserlebnis.

Nachbefragung

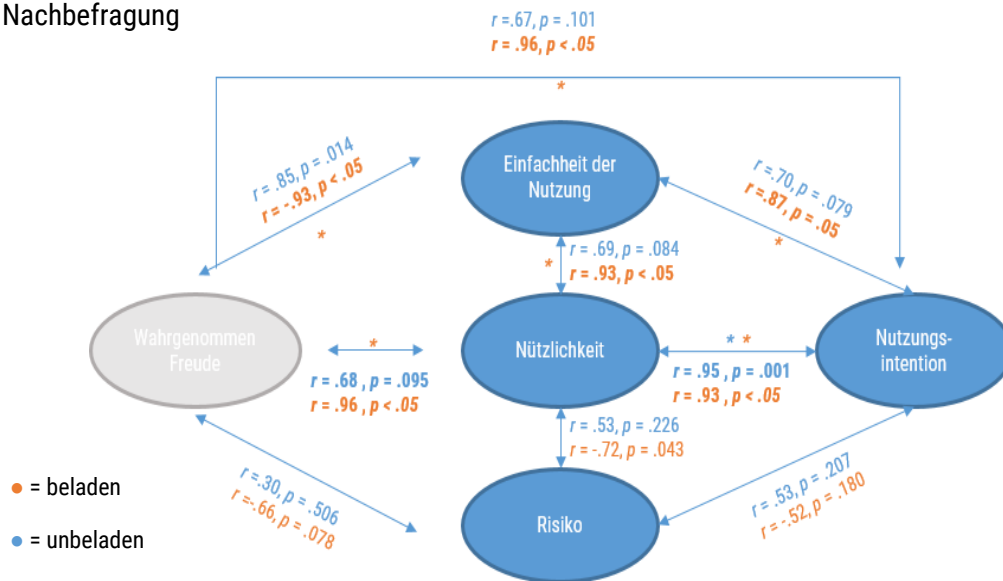


Abbildung 32. Bewertung der Technologieakzeptanz (TAM) bei der Nachbefragung durch die NutzerInnen der CityScooter Studie im Jahr 2024 (N = 15).

Offene Antworten

Im Rahmen der Untersuchung zur Akzeptanz und den unterschiedlichen Bedarfen verschiedener Nutzergruppen für Mikromobile wurden auch Sicherheitsbedenken im Umgang mit einem Lasten-Scooter erfasst. Hierfür äußerten ProbandInnen in einem offenen Antwortformat verschiedene Rückmeldungen über Aspekte bei der Nutzung des CityScooters. Ein zentraler Punkt ist die Schwierigkeit beim Anfahren und Stoppen. Besonders das Anfahren, beispielsweise in der Mitte der Straße oder auf unebenem Gelände, wird als herausfordernd beschrieben. Auch die plötzlichen Balanceveränderungen bei Beschleunigung oder auf Steigungen stellen ein Problem dar. Zudem berichten einige ProbandInnen von Instabilität beim Stoppen, was zum Umkippen des Lasten-Scooters und potenziellen Verletzungen führen kann. Dies betrifft sowohl unbeladene als auch beladene Fahrten. Ein weiteres Problem ist die Balance und Stabilität des Scooters in engen Kurven, wie beispielsweise dem Slalom fahren, in denen die Geschwindigkeit stark reduziert werden muss. Die ProbandInnen hatten, insbesondere im beladenen Zustand, Probleme den CityTrunk zu kontrollieren und das Gleichgewicht zu halten. Für größere Personen stellt die Höhe des Lenkers ein ergonomisches Problem dar, da diese nicht optimal angepasst werden kann. Das Handzeichen während der Fahrt, insbesondere beim Beschleunigen, wurde als unsicher wahrgenommen. Beim Fahren einer Rechtskurve muss gleichzeitig das Daumengas kontrolliert und Handzeichen gegeben werden. Diese Doppelbelastung wurde als schwierig empfunden und kann im Straßenverkehr eine erhöhte Gefahr darstellen. Bei den ProbandInnen kam der Wunsch nach einem Blinker auf, um kein Handzeichen geben zu müssen.

Zusammenfassend zeigen die Rückmeldungen der Probanden, dass sowohl ergonomische Verbesserungen als auch technische Erweiterungen notwendig sind, um die Sicherheit und Bedienfreundlichkeit des Lasten-Scooters für unterschiedliche Nutzergruppen zu erhöhen.

4.2.1.5 Fazit: Akzeptanz, Bedarfe und Nutzergruppen

Zusammenfassend zeigen die Untersuchungen, dass Mikromobile, insbesondere Lastenpedelecs und das CityPed, zunehmend als Alternativen zum PKW genutzt werden und spezifische Bedarfe je nach Nutzergruppe aufweisen. Lastenpedelecs werden vor allem für Einkaufsfahrten und Freizeitaktivitäten genutzt. Berufstätige Personen setzen Lastenpedelecs signifikant häufiger als PKW-Ersatz ein im Vergleich zu Studierenden. Letztere verwenden Lastenpedelecs hingegen häufiger für den Weg zur Ausbildungsstätte. Ein wichtiges Nutzungsmotiv ist der Umweltschutz sowie die Flexibilität, die Sharing-Systeme bieten. Gleichzeitig werden jedoch auch Barrieren, wie mangelnde Verleihstandorte, thematisiert. Bei Mietenden von Wohnanlagen ist der Wunsch nach modernen, elektrischen und kostengünstigen Verleihangeboten besonders hoch.

Die Akzeptanz des CityPeds wurde anhand des Technology Acceptance Model (TAM) und der Van der Laan Skala bewertet. Die Ergebnisse der ersten Reallaborstudie im Jahr 2022 weisen auf eine positive Akzeptanz hin, die über die Nutzungszeit (3 Monate) jedoch leicht abnahm. Unterschiede zwischen Nutzergruppen konnten in den Folgejahren 2023 und 2024 kaum festgestellt werden, wobei Studierende das Angebot am intensivsten nutzten. Das Vertrauen in das CityPed erwies sich als ein zentraler Einflussfaktor auf die Akzeptanz. Signifikante Unterschiede in den Vertrauensbewertungen ergaben sich lediglich für das Jahr 2024, wo das Vertrauen nach der ersten Nutzung signifikant höher ausfiel als vor der ersten Nutzung. Insgesamt, deuten die Ergebnisse auf eine allgemein hohe Vertrauensbasis über die verschiedenen Nutzergruppen hinweg hin. Außerdem wurden das CityPed von den unterschiedlichen Nutzergruppen als nützlich und zufriedenstellend bewertet.

Die Akzeptanz des gewerblich genutzten CityTrunks lag insgesamt im eher moderate Bereich. Während die wahrgenommene Nützlichkeit nach der ersten Nutzung leicht abnahm, wurde die Benutzerfreundlichkeit nach der ersten Nutzung positiver bewertet. Vertrauen spielt eine zentrale Rolle, blieb jedoch sowohl vor als auch nach der Nutzung auf einem mittleren Niveau ohne signifikante Unterschiede. Dies deutet darauf hin, dass sowohl die Akzeptanz als auch das Vertrauen erhöht werden müssen, um die Attraktivität des CityTrunk für gewerbliche NutzerInnen zu steigern. Die Rückmeldungen der NutzerInnen zum CityTrunk verdeutlichen den Bedarf an spezifischen Anpassungen und Verbesserungen, insbesondere im Hinblick auf technische und sicherheitsrelevante Aspekte. Kritisiert wurden abrupte Beschleunigungen, eine unzuverlässige elektrische Unterstützung sowie mangelnde Unterstützung beim Anfahren am Berg. Ein häufiger Wunsch ist die manuelle Steuerung der elektrischen Unterstützung. Darüber hinaus wurden scharfkantige Schutzbleche als potenzielle Sicherheitsrisiken genannt. Diese Rückmeldungen zeigen, dass gezielte Optimierungen notwendig sind, um den CityTrunk als zuverlässige und praktikable Lösung für gewerbliche Zwecke anzusehen.

Der CityScooter wurde von den NutzerInnen allgemein akzeptiert, als nützlich eingeschätzt und die NutzerInnen waren mit der Interaktion zufrieden. Die Analyse im Rahmen des Technology Acceptance Model (TAM) zeigt, dass Umweltbewusstsein, persönliche Innovativität und intuitive Bedienbarkeit zentrale Einflussfaktoren für die Akzeptanz des CityScooters sind. Umweltbewusste sowie technologieaffine Personen empfinden den Scooter als besonders nützlich und zeigen eine höhere Nutzungsbereitschaft. Eine einfache Bedienung trägt zudem zu einem positiven Nutzungserlebnis bei. Nach der Nutzung zeigte sich insbesondere in beladenen Szenarien, dass die intuitive Bedienung und die Freude an der Nutzung die Bereitschaft zur Nutzung positiv beeinflussen. Die Untersuchung der Sicherheitsbedenken beim CityScooter zeigt, dass NutzerInnen Herausforderungen insbesondere beim Anfahren, Stoppen und in engen Kurven wahrnehmen, was sowohl beladene als auch unbeladene Fahrten betrifft. Probleme wie Instabilität, Balanceverluste und plötzliche Gleichgewichtsveränderungen wurden als kritisch beschrieben. Ergonomische Defizite, wie eine nicht anpassbare Lenkerhöhe, erschweren die Nutzung für größere Personen. Die Doppelbelastung durch Handzeichen und Daumengas wird als unsicher wahrgenommen, was den Wunsch nach technischen Erweiterungen wie Blinkern verdeutlicht. Insgesamt

weisen die Rückmeldungen darauf hin, dass sowohl ergonomische Verbesserungen als auch zusätzliche Sicherheitsfunktionen erforderlich sind.

4.2.2 Welche Stellglieder für eine erfolgreiche Marktetablierung sind die wichtigsten und welche Barrieren müssen noch überwunden werden?

Zur Beantwortung der Frage werden die Ergebnisse unterschiedlicher Studien herangezogen, konkret aus der Befragung

- 4.1.1.1 Befragung zum Mobilitätsverhalten und Anforderungen an Lastenpedelecs (A2.1),
- 4.1.1.8 MieterInnen-Befragung zu (Lasten)Fahrradverleihsystemen (C1.3),
- 4.1.1.9 Reallabor private Nutzung 2022/2023/2024. (C1.7) und
- 4.1.1.10 Reallabor gewerbliche Nutzung 2022/2023/2024.(C1.5)

4.2.2.1 Anforderungen bei privater Nutzung

Anreize

Die NutzerInnen des Reallabors wurden sowohl im Jahr 2022 ($N = 13$), 2023 ($N_{t0} = 52$, $N_{t1} = 20$) und 2024 ($N = 13$) nach der subjektiven Wichtigkeit verschiedener Anreize zur Nutzung des Systems gefragt. In beiden Jahren sollte diesbezüglich eine Einschätzung vor der ersten Nutzung abgegeben werden. Die Skala reichte von 1 (überhaupt nicht wichtig) bis 6 (sehr wichtig). Die Ergebnisse sind in Abbildung 33 ersichtlich. Die drei wichtigsten Anreize zur Nutzung eines Verleihsystems sind eine hohe Dichte (Netzwerk) an Verleihstationen, eine ausreichend hohe Anzahl von Mikromobilen und die Möglichkeit des flexiblen Zurückgebens an unterschiedlichen Verleihstationen.

Ebenfalls wichtige bis eher wichtige Anreize sind die Testfahrt mit dem CityPed, Informationen über das Angebot bzw. eine persönliche Erklärung der Funktionsweise, sowie eine Service-Hotline. Als am wenigsten wichtig (eher wichtig bis eher nicht wichtig) wurden das Erhalten von Umweltprämien für die Nutzung (z. B. vergünstigter Zugang zu ÖPNV, Kulturveranstaltungen) und das Erhalten einer Bilanz, wie viel CO₂ im Jahr eingespart wurde (z. B. im Vergleich zur PKW-Nutzung) eingeschätzt. Nach sonstigen Anreizen gefragt, gaben in den Jahren 2022 und 2023 insgesamt 12 Personen 14 inhaltliche Rückmeldungen: Am meisten ging es dabei um Nutzungsvorteile und -gründe des Systems, z.B. Schnelligkeit (ca. 43%), und monetären Anreizen wie geringe Kosten (ca. 36%). Außerdem wurde je einmal genannt ein gutes ökologisches Gewissen, Informationen über das Angebot „informative Dokumentation, FAQ, Webseite“ und der Wunsch nach Gamification-Elementen (ca. 7%)

Bitte geben Sie für jeden der möglichen Anreize an, wie wichtig dieser für Sie wäre, um das Verleihsystem zu nutzen.

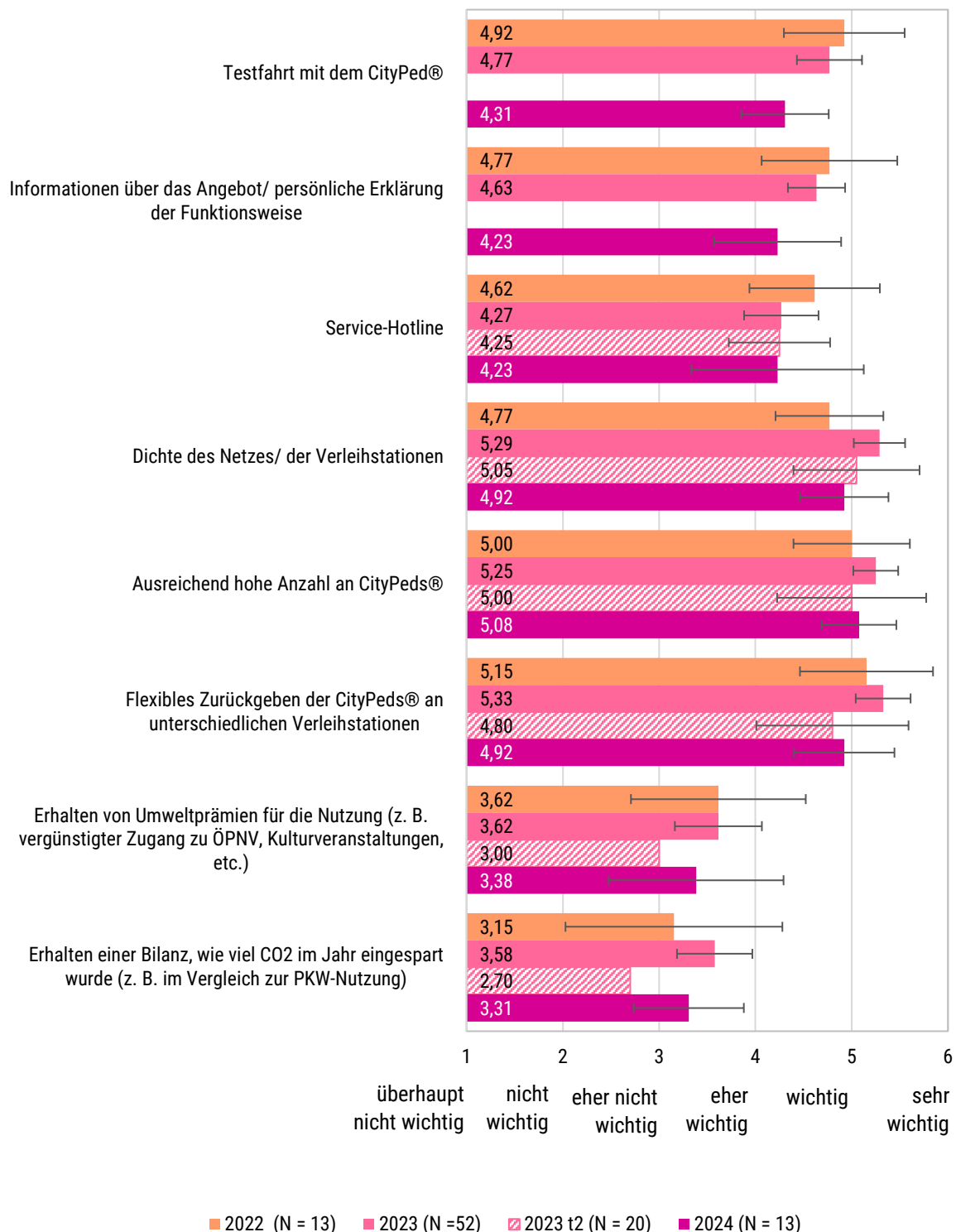


Abbildung 33. Durchschnittliche Wichtigkeit von Anreizen zur Nutzung eines Verleihsystems über die Reallaborjahre 2022, 2023 und 2024 vor der ersten Nutzung (und nach längerer Nutzung für 2023) mit 95 % Konfidenzintervall.

Darüber hinaus beantwortete ein Teil des neuen Nutzerkreises 2023 ($n = 20$ von $N = 52$) einen Fragebogen zur Langzeitnutzung nach ca. 2 bis 3 Monaten. In diesem wurden die NutzerInnen wiederum nach der

subjektiven Wichtigkeit verschiedener Anreize befragt, das System *noch öfter* zu benutzen. Aufgrund des heterogenen Nutzungsverhaltens, indiziert über die Anzahl der tatsächlichen Leihvorgänge, wurden die Daten zur besseren Interpretierbarkeit in zwei Gruppen eingeteilt: in NutzerInnen mit bis zu 2 und mit mindestens 3 Nutzungen ($N = 11$ „Wenig-Nutzende“ vs. $N = 9$ „Aktiv-Nutzende“). Die Ergebnisse sind in Abbildung 34 dargestellt. Über beide Gruppen hinweg ergab sich der mittlere Trend, dass die drei wichtigsten Anreize (bzw. wichtige) für eine noch häufigere Nutzung des Systems die Dichte des Netzes/der Verleihstationen ($M = 5.05$, $SD = .95$), die ausreichend hohe Anzahl an CityPeds ($M = 5.00$, $SD = 1.12$) und das flexible Zurückgeben an unterschiedlichen Stationen ($M = 4.80$, 1.40) waren. Die Service-Hotline wurde im Mittel als eher wichtig eingeschätzt ($M = 4.25$, $SD = 1.55$). Eher nicht wichtig waren der Erhalt einer Umweltpremie ($M = 3.00$, $SD = 1.65$) und einer Bilanz wie viel CO2 eingespart wurde ($M = 2.70$, $SD = 1.69$). Wenngleich sich im Rahmen von ungepaarten t-Tests keine signifikanten Gruppenunterschiede der mittleren Bewertung zeigten ($t(18) < |1.865|$ zweiseitige $p > .096$), ist der Trend zu erkennen, dass die „Aktiv-Nutzenden“ vgl. mit den „Wenig-Nutzenden“ alle Anreize wichtiger einschätzten.

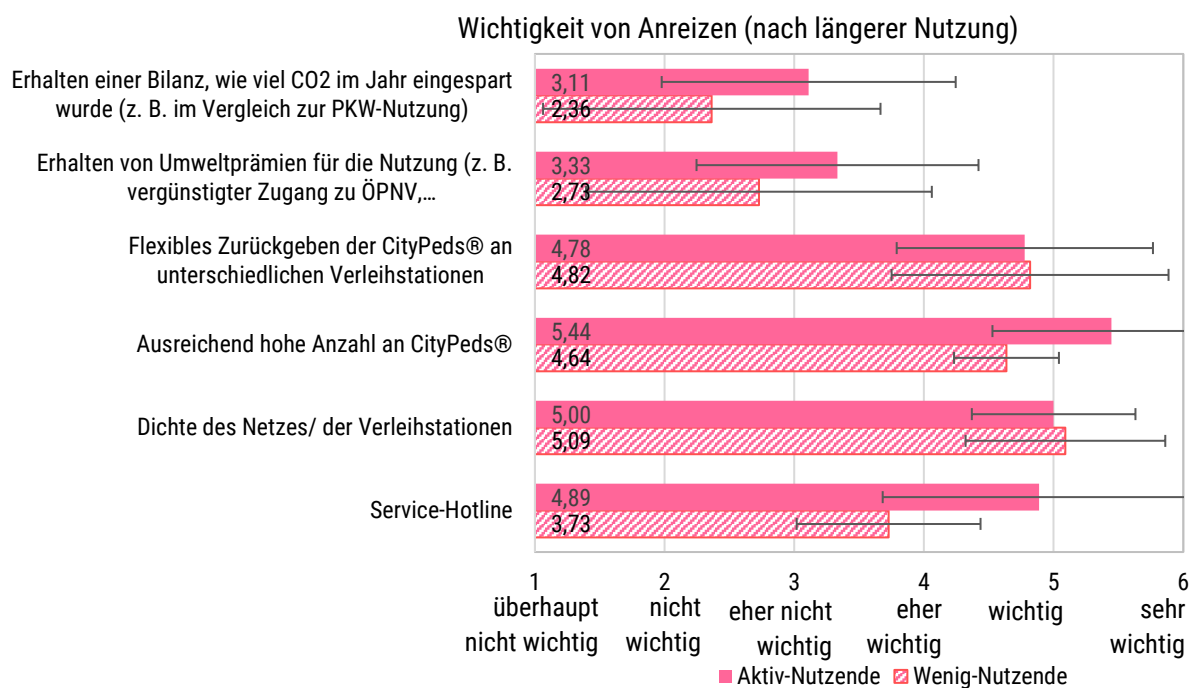


Abbildung 34. Durchschnittliche Wichtigkeit von Anreizen vor in Abhängigkeit der Nutzungsintensität im Reallabor 2023 mit 95 % Konfidenzintervall.

Die größten deskriptiven Unterschiede bestanden hierbei bezüglich der Service-Hotline, wichtig aus Sicht der Aktiv-Nutzenden ($M = 4.89, SD = 0.93$) und vergleichsweise nur „eher wichtig“ aus Sicht der Wenig-Nutzenden ($M = 3.73, SD = 1.79$), und der ausreichend hohen Anzahl an CityPeds (Aktiv-Nutzende: $M = 5.44, SD = 0.53$ vs. Wenig-Nutzende: $M = 4.64, SD = 1.36$). Nach sonstigen Anreizen gefragt, gaben zwei Personen ihre Meinung wieder, und zwar den Wunsch nach einer (weiterhin) kostenlosen Nutzung des Verleihsystems.

Um einen Eindruck darüber zu gewinnen, welche Anreize speziell aus Sicht von Mietenden bzgl. einem Lastenradverleihsangebot innerhalb der eigenen Wohnanlage zu welchem Ausmaß als wichtig erachtet werden, werden die Ergebnisse der MieterInnen-Befragung zu (Lasten)Fahrradverleihsystemen aus dem Jahr 2022 vor der Reallabor-Eröffnung betrachtet (4.1.1.8, S. 30). In Abbildung 35 sind die Ergebnisse der 87 von insgesamt 136 Befragten, die in einem Mietshaus wohnen, präsentiert. Insofern kam zutage, dass kostengünstigere Tarife als öffentliche Verleihsysteme („wichtig“, $M = 4.74, SD = 1.35$) gefolgt von der Möglichkeit einer Probemitgliedschaft („eher wichtig“, $M = 4.33, SD = 1.37$) die zwei wichtigsten Anreize sind. Weitere eher wichtige Anreize sind das Erhalten von Umweltprämien für die Nutzung (z. B. vergünstigender Zugang zu ÖPNV, Kulturveranstaltungen, etc.), der Einsatz von elektrisch betriebenen Lastenrädern, Informationen über das Angebot/ persönliche Erklärung der Funktionsweise, eine Testfahrt mit Lastenrädern, das Absetzen der Nutzung von Lastenradverleihsystemen über die Steuer und das Erhalten einer Bilanz, wie viel CO₂ im Jahr eingespart wurde (z. B. im Vergleich zur PKW-Nutzung). Als eher wichtig bis eher nicht wichtig wurden Nutzungsgebühren, die in der Miete enthalten sind, eingestuft ($M = 3.48, SD = 1.66$).

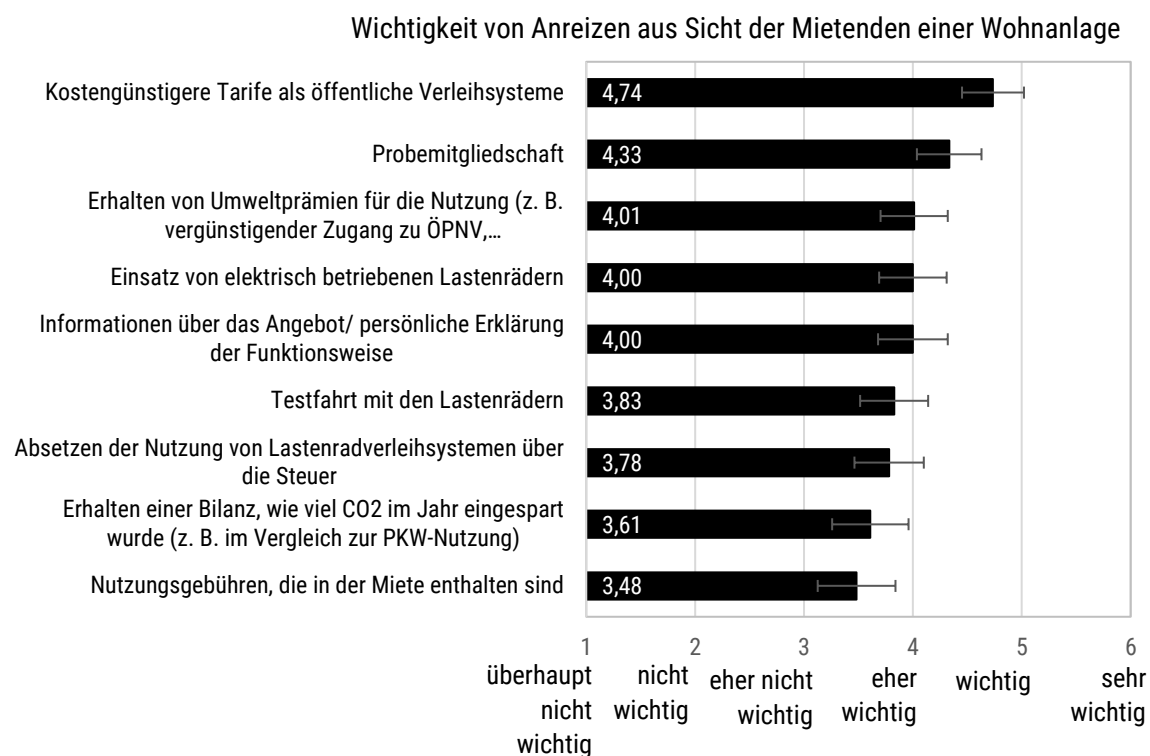


Abbildung 35. Durchschnittliche Wichtigkeit von Anreizen aus Sicht von Mietenden in einer Wohnanlage (MieterInnen-Befragung 2022, $N = 136$) mit 95 % Konfidenzintervall.

Motivatoren und Hemmnisse

Motivatoren und Hemmnisse während der Nutzung könnten ein entscheidender Punkt für die Etablierung der Mikromobile am Markt sein. Im Rahmen des Reallabors wurde dies in den Befragungen erhoben. Zu

den wichtigsten Vorteilen zählen die Freude am Fahren, die Möglichkeit des Transportes von schweren bzw. großen Lasten, sowie die Möglichkeit des Leihens statt des Kaufs (siehe Abbildung 36).

Vorteilen, die die Nutzung des Verleihsystems mit sich bringen könnte.

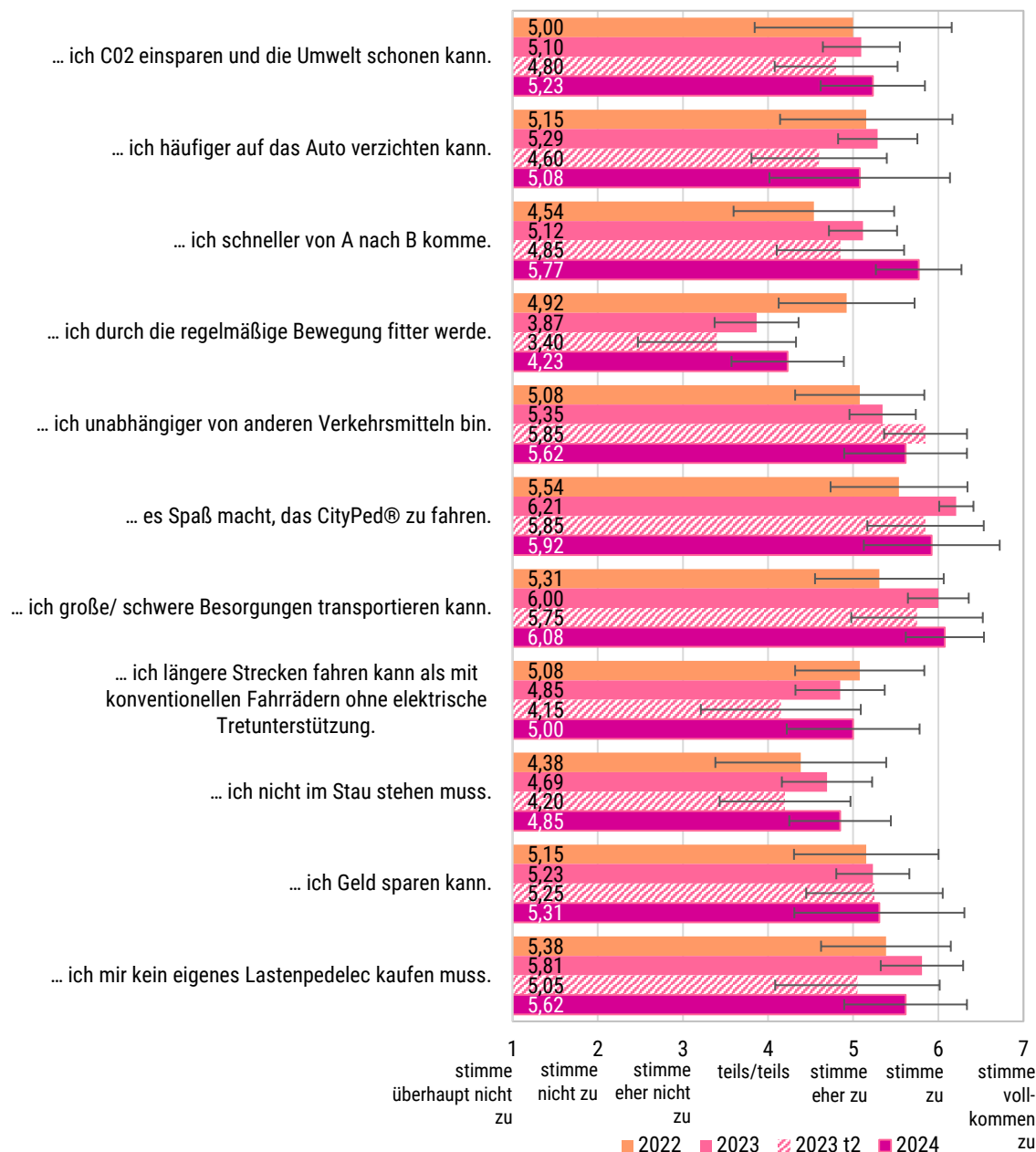


Abbildung 36. Durchschnittliche Zustimmung zu Vorteilen bei der Nutzung der CityPeds bzw. des Leihsystems in den Reallaborjahren 2022, 2023 und 2024 mit 95 % Konfidenzintervall.

Aus der Bewertung der Nachteile geht ebenfalls hervor, dass die nachteiligsten Punkte in einem Verleihsystem geringe Flexibilität in Bezug auf die Rückgabe und zu wenig Fahrzeuge im System sind (Abbildung 37).

Nachteile, die die Nutzung des Verleihsystems mit sich bringen könnte.

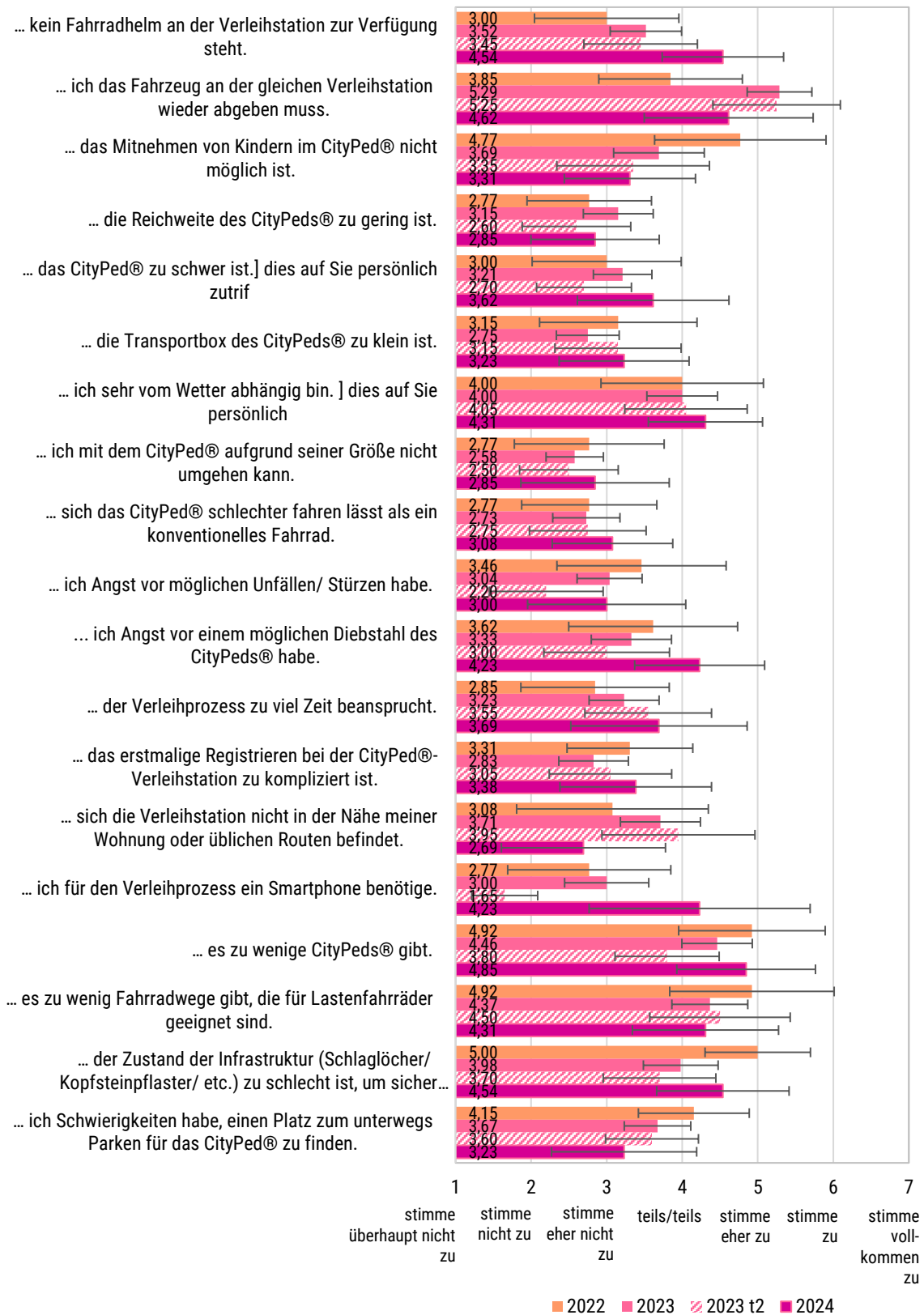


Abbildung 37. Durchschnittliche Zustimmung zu Nachteilen bei der Nutzung der CityPeds bzw. des Leihsystems in den Reallaborjahren 2022, 2023 und 2024 mit 95 % Konfidenzintervall.

4.2.2.2 Anforderungen bei gewerblicher Nutzung

Zur Beantwortung der Frage, welche Anforderung gewerblich NutzerInnen an das im Projekt getestete Mobil haben, werden Ergebnisse aus der Studie mit den CityTrunks (nähere Informationen zur Studie auf S. 37) berichtet. Im Speziellen werden Ergebnisse berichtet, welche sich auf Sicherheitsbedenken im Umgang mit dem CityTrunk beziehen. Die ProbandInnen schätzen die Sicherheitsbedenken ($M = 3.6$, $SD = 2.1$) auf einer 7-stufigen Likert-Skala (1= „Stimme überhaupt nicht zu“ bis 7 = „Stimme vollkommen zu“) gegenüber spezifischen Faktoren des CityTrunks, jeweils vor und nach der ersten Fahrt ein. Je höher die Werte, desto mehr Sicherheitsbedenken. Zusätzlich konnten über offene Fragen etwaige andere Barrieren genannt werden.

Im Zuge der Analysen zeigt sich, dass die elektrische Unterstützung eine Barriere für eine erfolgreiche Marktetablierung der CityTrunks darstellt. Im Vergleich zu den anderen Faktoren, mussten sich die NutzerInnen an die elektrische Unterstützung am stärksten gewöhnen (Abbildung 38), was einer leicht erhöhten Gewöhnung entspricht. Die elektrische Unterstützung wurde mit mittleren Sicherheitsbedenken eingeschätzt und stieg nach der ersten Fahrt auf leicht erhöhte Sicherheitsbedenken an. In den offenen Antworten schilderten die ProbandInnen Probleme mit der elektrischen Unterstützung. Diese war nicht zuverlässig steuerbar, was sich beispielsweise in einer abrupten Beschleunigung beim Start oder beim Bergabfahren äußerte. Bei den ProbandInnen kam der Wunsch auf, die elektrische Unterstützung manuell regulieren zu können. Die Breite und Länge des CityTrunks wurden im Mittel mit geringen Sicherheitsbedenken bewertet. Das Fahren mit schwerer Ladung wurde mit mittleren Sicherheitsbedenken bewertet ($M = 4.2$, $SD = 1.7$), die sich nach der ersten Fahrt auf geringe Sicherheitsbedenken reduzierten ($M = 2.6$, $SD = 1.8$). Die Erwartungen an das Handling ($M = 3.6$, $SD = 2.2$) und die elektrische Unterstützung ($M = 3.6$, $SD = 2.1$) wurden mit moderaten Sicherheitsbedenken bewertet (Abbildung 38). Nach der ersten Fahrt stiegen beide Faktoren leicht an ($M = 4.0$, $SD = 2.3$; $M = 4.4$, $SD = 2.3$).

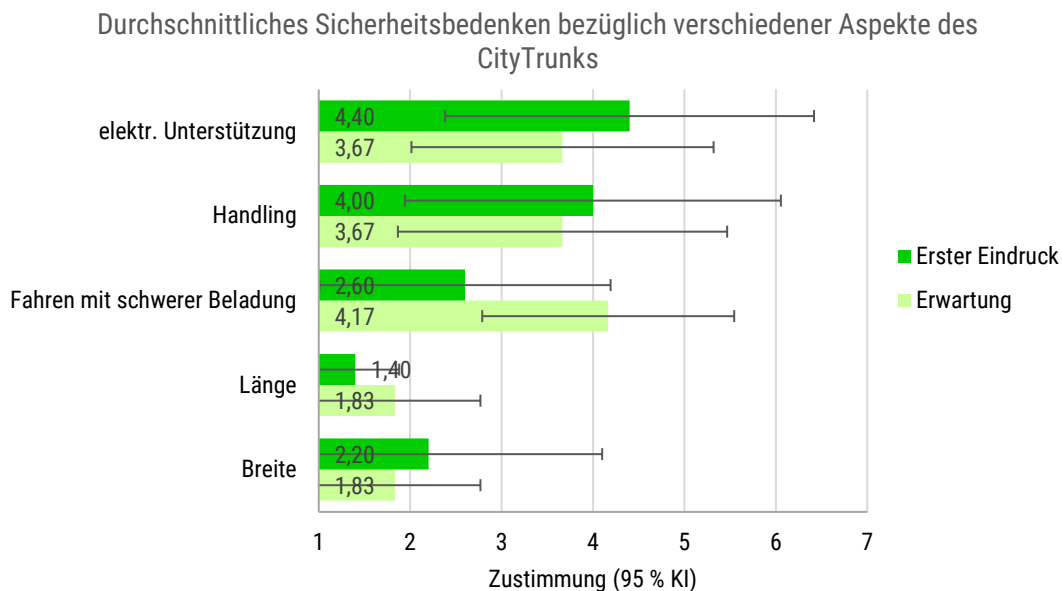


Abbildung 38. Durchschnittliche Bewertung hinsichtlich Sicherheitsbedenken gegenüber den Aspekten Breite, Länge, Fahren mit schwerer Beladung, Handling und elektrische Unterstützung des CityTrunks (N=5).

4.2.2.3 Fazit: Stellglieder und Barrieren

Für private NutzerInnen spielen fünf, eher globale zentrale Stellglieder eine entscheidende Rolle für die erfolgreiche Marktetablierung von Mikromobilitätssystemen: (1) eine gut ausgebaute Verleihinfrastruktur mit ausreichend hoher Netzdichte und Anzahl an CityPeds, (2) die Möglichkeit, die

Fahrzeuge an verschiedenen Stationen zurückzugeben, (3) das Angebot von Testfahrten sowie (4) umfassende Informationen über das Angebot und (5) eine persönliche Erklärung der Funktionsweise.

Gewerbliche NutzerInnen haben hingegen sehr spezifische Anforderungen an das Mobil, die sowohl Chancen als auch Herausforderungen für eine erfolgreiche Marktablierung darstellen. Die Studie mit den CityTrunks zeigte, dass die elektrische Unterstützung des CityTrunks ein zentrales Stellglied für die Marktablierung ist. Probleme wie abrupte Beschleunigungen und die fehlende Steuerbarkeit führten zu moderaten bis erhöhten Sicherheitsbedenken. NutzerInnen äußerten den Wunsch nach einer manuellen Regulierung der Unterstützung, um die Kontrolle zu verbessern. Positiv bewertet wurden hingegen die Breite, Länge und Handhabbarkeit des CityTrunks, insbesondere beim Transport schwerer Ladungen, da die Sicherheitsbedenken hier nach der ersten Nutzung deutlich abnahmen. Für eine erfolgreiche Marktablierung sind technische Verbesserungen der elektrischen Unterstützung sowie gezielte Schulungen erforderlich, um das Sicherheitsempfinden zu erhöhen und folglich Vertrauen und Akzeptanz zu steigern.

Aus der Perspektive der Nutzerforschung ist außerdem entscheidend, inwieweit die spezifischen Bedürfnisse und Erwartungen der NutzerInnen erfüllt werden. Dazu gehören funktionale Anforderungen wie eine einfache Verfügbarkeit und Bedienbarkeit der Mikromobile, aber auch emotionale und kontextuelle Bedürfnisse, die aus individuellen Nutzungssituationen entstehen. Werden diese Erwartungen nicht erfüllt, sinken sowohl die Nutzung als auch die Akzeptanz des Systems. Ein weiteres zentrales Kriterium ist das Nutzererlebnis, das maßgeblich durch Aspekte wie Benutzerfreundlichkeit (Usability), Sicherheit, Komfort und Vertrauen geprägt wird. Eine hohe wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit und Sicherheit fördern die Akzeptanz und schaffen Vertrauen in das System. Insbesondere die Zuverlässigkeit des Mikromobils und das Sicherheitsgefühl während der Nutzung sind entscheidend, um langfristige Akzeptanz und regelmäßige Nutzung zu gewährleisten.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Akzeptanz eines Mikromobilitätssystems sowohl von der Erfüllung funktionaler Anforderungen als auch von der Gestaltung eines positiven Nutzungserlebnisses – insbesondere in Bezug auf Komfort und Sicherheit – abhängt.

4.2.3 Welche Aspekte müssen speziell im Bereich Mikromobile adressiert werden, um eine optimale Mensch-Technik-Interaktion zu erlangen?

Um ein System wie das im SteigtUM!-Projekt entwickelte Mikromobilitätssystem erfolgreich zu gestalten, müssen mehrere Aspekte bei der Mensch-Technik-Interaktion berücksichtigt werden. Im Rahmen des Projektes wurden für die entwickelten Mikromobilitätssysteme alle Aspekte bearbeitet. Folgende 3 Systeme zur Umsetzung wurden evaluiert.

Mikromobile: Die Entwicklung der Mikromobile (CityPed, CityScooter, CityTrunk) muss sicherstellen, dass sie leicht zugänglich und einfach zu bedienen sind. Dabei spielen ergonomische Aspekte, die Sicherheit und die Zuverlässigkeit der Fahrzeuge eine wichtige Rolle. Die Mikromobile müssen robust genug sein, um eine vielseitige Nutzung im urbanen Umfeld zu ermöglichen, und gleichzeitig auf verschiedene Nutzergruppen abgestimmt werden, z. B. durch einstellbare Elemente oder niedringschwelligen Zugang

App: Eine benutzerfreundliche App ist ein zentraler Bestandteil, um die Nutzung von Mikromobilen effizient und zugänglich zu gestalten. Die App dient als primäre Schnittstelle für die Nutzer, um Fahrzeuge zu buchen, Verfügbarkeiten einzusehen und Ausleihvorgänge zu managen. Es ist essenziell, dass die App intuitiv bedienbar ist und eine nahtlose Buchung ermöglicht, ohne technische Hürden. Zudem muss die App Informationen zur Ladeinfrastruktur und Verfügbarkeit in Echtzeit bereitstellen.

Gesamtsystem: Ausleihen und Entnehmen: das gesamte Verleihsystem, welches die Buchung, das Ausleihen, die Rückgabe und das Laden der Fahrzeuge umfasst, muss optimal koordiniert werden. Hierfür sind klar strukturierte und benutzerfreundliche Abläufe erforderlich, um den Verleihprozess so einfach wie möglich zu gestalten. Eine wichtige Aufgabe ist die Bewertung der Verleihvorgänge, wobei analysiert wird, wie oft, wie lange und in welchem Kontext die Fahrzeuge genutzt werden. Diese Daten können genutzt werden, um die Effizienz des Verleihsystems zu optimieren und etwaige Schwachstellen, wie z. B. eine unzureichende Verfügbarkeit in Stoßzeiten, zu identifizieren.

Folgende Aspekte wurden im Rahmen des Teilprojektes der TUC betrachtet.

Nutzeranforderung: Um eine reibungslose und intuitive Interaktion zu ermöglichen, müssen die spezifischen Anforderungen der NutzerInnen an die Mikromobile ermittelt werden. Dies umfasst nicht nur die physische Bedienbarkeit der Fahrzeuge, sondern auch die digitale Interaktion, beispielsweise durch nutzerfreundliche Apps zur Buchung und Verwaltung von Fahrzeugen. Das Design der Benutzerschnittstellen (wie z. B. Apps) sollte auf die Bedürfnisse verschiedener Nutzergruppen abgestimmt sein, um Akzeptanz und Benutzererlebnis zu optimieren.

Akzeptanz und Nutzungsverhalten: Studien zur Akzeptanz und zum Verhalten der NutzerInnen gegenüber neuen Technologien wie E-Lastenrädern und Sharing-Systemen sind essenziell. Dabei sollte untersucht werden, wie die Mikromobile in den Alltag integriert werden und welche Faktoren zur langfristigen Nutzung und zur Zufriedenheit beitragen. Hierbei spielt auch die Flexibilität des Systems, wie z. B. der Zugang zu einer automatisierten Lade- und Verleihinfrastruktur, eine wichtige Rolle.

Benutzerfreundlichkeit und Barrierefreiheit: Um eine breite Akzeptanz zu erreichen, müssen Mikromobile so gestaltet sein, dass sie für unterschiedliche Nutzergruppen zugänglich sind. Dies bedeutet, dass ergonomische und sicherheitstechnische Aspekte für verschiedene Altersgruppen, Körpergrößen oder Mobilitätseinschränkungen berücksichtigt werden. Ebenso sollte das System auch in komplexen städtischen Umgebungen leicht bedienbar sein.

Im Folgenden werden für die drei oben herausgearbeiteten Systeme und Aspekte, welche in den durchgeführten Studien untersucht wurden, für eine optimale Mensch-Technik Interaktion beschrieben. Dabei wird auf jedes einzelne entwickelte und getestete Mobil (CityPed, CityTrunk, CityScooter) und die App, sowie die Bewertung des Gesamtsystems eingegangen. Zu Beginn werden jeweils die erhobenen Anforderungen berichtet und anschließend die Benutzerfreundlichkeit und das Nutzungsverhalten dargestellt.

4.2.3.1 CityPed: Anforderungen, Akzeptanz, Benutzerfreundlichkeit und Nutzungsverhalten

Die Nutzeranforderungen gegenüber Lastenpedelecs wurden im Rahmen der Onlinestudie erhoben (siehe Befragung zum Mobilitätsverhalten und Anforderungen an Lastenpedelecs (A2.1)) Ergebnisse zu den Anforderungen können dem Punkt Bedarfe an Mikromobile entnommen werden.

Ergebnisse zur Akzeptanz und dem Vertrauen gegenüber in die CityPeds können den Abschnitten „4.2.1.2 CityPed“ und „Vertrauen“ entnommen werden.

Anforderung an Modelle: Vorteil & Nachteile

Es wurden Anforderungen an Lastenpedelecs im Rahmen des “Testival – nutzerseitige Beurteilung verschiedener Lastenpedelec-Konzepte (A2.5)” erhoben. Dazu wurden 3 auf dem Markt gängige Modelle (Chike, TreGo, Douze) mit dem im Projekt entwickelten CityPed (FRED) getestet.

In Tabelle 5 sind die groben Punkte zu Vor- bzw. Nachteile, welche als Anforderungen an Lastenräder, in der Gestaltung betrachtet werden können, dargestellt.

Tabelle 5. Vor- und Nachteile der getesteten Lastenräder auf einen Blick.

RAD	VORTEILE	NACHTEILE
CHIKE	<ul style="list-style-type: none"> Große Ladekapazität Gute Kraftübertragung/ Tretunterstützung Komfortable Gangschaltung Gutes Brems- & Lenkverhalten Wirkt stabil/ gibt Sicherheit 	<ul style="list-style-type: none"> Man sieht Räder beim Fahren nicht/ große "Kiste" stört/ man sieht Hindernisse schlechter
TREGO	<ul style="list-style-type: none"> Keine Vorteile Lässt sich im unbeladenen Zustand gut fahren 	<ul style="list-style-type: none"> Lenkung ist sehr schwierig/ es werden hohe Lenkkräfte benötigt (v.a. im beladenen Zustand) Sehr wackeliges/ unsicheres/ unkontrollierbares Fahren (v.a. mit Last) Fahren ist riskant/ Sturzgefahr beim Fahren mit Last
DOUZE	<ul style="list-style-type: none"> Komfortables/ müheloses Fahren mit sowie ohne Last Gutes Kurvenfahren (weil man Vorderrad sieht) Fahrrad wirkt stabil 	<ul style="list-style-type: none"> Lenkung ist gewöhnungsbedürftig Anfangs sehr wackelig/ unsicher/ gewöhnungsbedürftig (wegen des langen Radstands)
FRED	<ul style="list-style-type: none"> Es ist sehr ähnlich zu konventionellen Fahrrädern (d.h. gewohntes Fahren, einfach zu bedienen) Gutes/ angenehmes/ super Fahrgefühl Sicheres/ kontrollierbares Fahren 	<ul style="list-style-type: none"> Großer Lenkradius/ Wendekreis (durch langen Radstand) Lenkung ist etwas schwierig/ schwammig Ständer lässt sich mit Last schwer lösen

Benutzerfreundlichkeit und Nutzungsverhalten im Vortest

Sicherheitsgefühl

Ein wichtiger Faktor für die Etablierung neuer Modelle am Markt ist u.a. das Sicherheitsempfinden während des Fahrens. Der Vergleich mit dem am Markt gängigen Modellen zeigt, dass das im Projekt entwickelte Lastenrad im Vergleich bezogen auf das Sicherheitsempfinden sehr gut abschneidet (Abbildung 39). Für die Modelle TreGo und Douze gaben einige Personen an, dass sie ein anfängliches Unsicherheitsgefühl auch später nicht ablegen konnten. Für die Modelle FRED und Duoze gaben mehr als die Hälfte der Teilnehmer an, dass sie sich nach einem wackeligen Anfang schnell an die Lastenräder gewöhnen konnten.

Risikoempfinden

Darüber hinaus wurde das wahrgenommene Risiko beim Fahren erhoben. Das wahrgenommene Risiko wird generell über alle Lastenradtypen im Durchschnitt als gering bis mäßig eingeschätzt (Tabelle 6). Es zeigen sich aber signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Lastenrädern ($F(3,57) = 10.407$, $p < .001$). Für das entwickelte Lastenrad FRED ergab sich ein signifikant geringeres wahrgenommenes Risiko im Vergleich zu CHIKE ($p = .012$) und TREGO ($p = .003$). Das wahrgenommene Risiko für TREGO ist im Vergleich zu DOUZE ($p = .012$) signifikant höher.

Stressempfinden

Das Stressempfinden während der Testfahrt wird im Durchschnitt für alle Lastenradtypen als gering bis mäßig eingeschätzt (Tabelle 6). Es zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Lastenrädern ($F(3,57) = 17.931$, $p < .001$). Das Stressempfinden bei Testfahrt mit FRED ist im Vergleich zu CHIKE ($p = .002$) und TREGO ($p < .001$) signifikant geringer. Zusätzlich ist das Stressempfinden für TREGO im Vergleich zu DOUZE ($p = .001$) signifikant höher.

Sicherheitsgefühl im Vergleich zwischen den getesteten Modellen im Festival

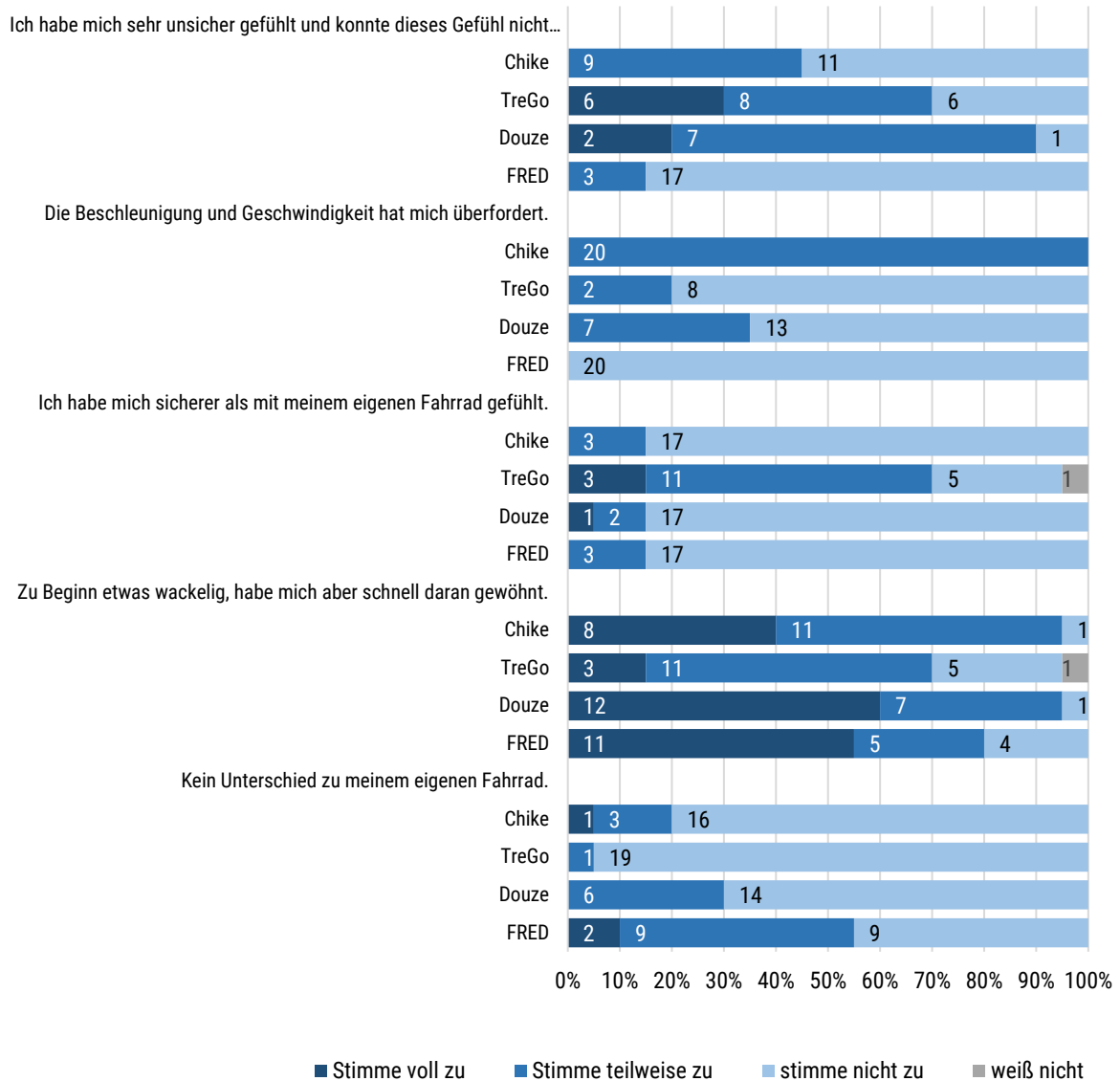


Abbildung 39. Sicherheitsgefühl gegenüber der im Festival evaluierte Räder im Vergleich.

Kontrollierbarkeit

Bei der unbeladenen Testfahrt wird die Kontrollierbarkeit der Lastenräder im Bereich zwischen voll und eher kontrollierbar angegeben (Tabelle 6). Es zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Lastenrädern in der wahrgenommenen Kontrollierbarkeit während der Testfahrt. ($F(3,57) = 6.68, p = .001$) FRED wird unbeladen als signifikant besser kontrollierbar eingeschätzt als die drei anderen Modelle ($.001 > p < .008$).

Bei der beladenen Testfahrt zeigen sich differenziertere Ergebnisse und eine tendenziell erschwerte Kontrollierbarkeit gegenüber der Testfahrt ohne Last (Tabelle 6). Es zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Lastenrädern in der wahrgenommenen Kontrollierbarkeit

während der Testfahrt ($F(3,57) = 23.604, p < .001$). FRED wird beladen als signifikant besser kontrollierbar eingeschätzt als CHIKE ($p = .005$) und TREGO ($p < .001$). TREGO wird gegenüber allen anderen Modellen als am schwierigsten kontrollierbar eingeschätzt ($p < .001$).

Tabelle 6. Deskriptive Statistik für Risiko und Stressempfinden, sowie Kontrollierbarkeit der im Festival evaluierten Modelle

	Risikoempfinden <i>M (SD)</i>	Stressempfinden <i>M (SD)</i>	Kontrollierbarkeit	
			Ohne Last <i>M (SD)</i>	Mit Last <i>M (SD)</i>
Chike	2.7 (0.9)	2.6 (0.9)	4.0 (1.4)	4.3 (1.6)
TreGo	3.3 (1.4)	3.3 (1.1)	3.9 (2.4)	6.5 (1.7)
Douze	2.3 (0.9)	2.3 (0.9)	3.7 (2.8)	3.9 (2.0)
FRED	1.7 (0.8)	1.5 (0.6)	2.1 (1.4)	2.7 (1.9)

Nutzungsintention

Die Nutzungsintention wird differenziert für die 4 Lastenradtypen angegeben (Tabelle 7) – das spiegelt auch das Ergebnis der Varianzanalyse wider. Es zeigen sich signifikante Unterschiede ($F(2.34,44.54) = 14.69, p < .001$). Die Nutzungsintention für TREGO wird signifikant niedriger angegeben als für die drei anderen Lastenräder ($.011 > p < .001$). Während die Nutzungsintention für TREGO nur im mittleren Bereich liegt, geben die NutzerInnen an, dass sie sich vorstellen können, FRED und DOUZE im Alltag zu nutzen.

Nützlichkeit

Die wahrgenommene Nützlichkeit übersteigt für alle 4 Modelle den eher moderaten Bereich nicht (Tabelle 7). Es zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Lastenrädern. ($F(1.98,37.56) = 11.86, p < .001$). Die wahrgenommene Nützlichkeit für FRED ist signifikant höher im Vergleich zu CHIKE ($p = .008$) und TREGO ($p = .001$). TREGO wird als signifikant weniger nützlich bewertet als alle anderen Lastenräder ($.048 > p < .001$).

Einfachheit der Nutzung

Es zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den 4 Radtypen hinsichtlich der wahrgenommenen Einfachheit der Nutzung ($F(3,57) = 15.42, p < .001$). Die besten Einschätzungen zur einfachen Nutzung erhält das FRED (Tabelle 7) – dabei wird es als signifikant einfacher nutzbar eingeschätzt als TREGO ($p < .001$) und CHIKE ($p = .002$). Die niedrigsten Werte erreicht TREGO – es ist nach Meinung der TestfahrerInnen signifikant weniger einfach zu handhaben als FRED ($p < .001$) und DOUZE ($p = .012$).

Tabelle 7. Deskriptive Statistik für Nutzungsintention, Nützlichkeit, Einfachheit der Nutzung der im Festival evaluierten Modelle

	Nutzungsintention <i>M (SD)</i>	Nützlichkeit <i>M (SD)</i>	Einfachheit der Nutzung <i>M (SD)</i>
Chike	5.2 (1.0)	4.9 (1.4)	5.0 (0.9)
TreGo	3.9 (1.8)	3.8 (1.5)	4.2 (1.2)
Douze	5.6 (1.1)	5.1 (1.4)	5.4 (0.9)
FRED	5.8 (1.1)	5.4 (1.2)	6.1 (0.6)

Handhabung

Die Handhabung der Lenkung schätzten die ProbandInnen über alle 4 Radtypen hinweg generell als eher mäßig ein (Tabelle 8). Es zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Lastenrädern für die Handhabung der Lenkung während der Testfahrt ($F(3,57) = 4.29, p = .008$). Die Lenkung von FRED wurde als signifikant besser handhabbar eingeschätzt als die Lenkung von TreGo ($p = .029$). Die Handhabung der Bremse wurde von den ProbandInnen über alle 4 Lastenradtypen hinweg als eher gut bewertet (Tabelle 8). Es zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Lastenrädern für die Handhabung der Bremse während der Testfahrt ($F(3,57) = 2.422, p = .075$). Die Einschätzungen der ProbandInnen zum Auf- und Absteigen liegen für alle 4 Modellen generell in einem guten Bereich (Tabelle 8). Es zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Lastenrädern für das Handling des Auf- und Absteigens ($F(2.46, 46.89) = 1.817, p = .166$). Das Handling der Lastenräder beim Losfahren wurde von den ProbandInnen als eher mäßig eingeschätzt (Ausnahme FRED). Für das Handling der Lastenräder beim Losfahren zeigen sich signifikante Unterschiede ($F(3, 57) = 5.350, p = .003$). Das Losfahren mit FRED wurde als signifikant besser eingeschätzt als bei Chike ($p = .006$) und Douze ($p = .005$). Beim Einparken schneiden alle 4 Modelle eher mäßig ab (Tabelle 8). Es zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Lastenrädern für das Handling beim Einparken ($F(3,57) = 2.653, p = .057$). Die Handhabung der Gangschaltung liegt für alle 4 Lastenräder in einem guten Bereich. Es zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Lastenrädern für das Handling der Gangschaltung ($F(3,57) = 1.120, p = .351$, Tabelle 8).

Die Ergebnisse zur Platzierung der Last zeigen keinen eindeutigen Favoriten. Die ProbandInnen stimmen aber eher zu, dass die Last hinten platziert werden soll.

Tabelle 8. Deskriptive Statistik für Komponenten der Handhabung der im Festival evaluierten Modelle im Vergleich.

	Lenkung	Bremse	Auf- & Absteigen	Losfahren	Einparken	Schaltung
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>
Chike	4.3 (1.7)	6.5 (0.8)	5.9 (1.4)	4.3 (1.3)	4.7 (1.6)	6.3 (0.7)
TreGo	3.4 (2.3)	5.6 (1.3)	5.8 (1.5)	4.4 (2.0)	3.9 (1.9)	6.1 (0.9)
Douze	4.7 (1.7)	5.9 (1.3)	6.3 (1.2)	4.4 (1.6)	5.2 (1.0)	5.9 (1.0)
FRED	5.2 (1.6)	5.7 (1.6)	5.4 (1.6)	5.9 (1.1)	4.6 (1.5)	6.3 (0.9)

Benutzerfreundlichkeit und Nutzungsverhalten im Reallabor

Zufriedenheit

Nach einer eingehenden Vortestung und eines Vergleichs des entwickelten CityPeds mit anderen Modellen wurde das CityPed für die Nutzung im Reallabor freigegeben.

Abbildung 40 zeigt die Zufriedenheit nach jeder Fahrt mit dem CityPed über die Reallaborjahre hinweg. Im Jahr 2022 führten 8 NutzerInnen die Befragungen nach den insgesamt 64 Fahrten durch. Die Zufriedenheit war zu diesem Zeitpunkt noch gering ($M = 3.8, SD = 1.22$), 12 % der Fahrten wurden als nicht zufriedenstellend bewertet. Im Jahr 2023 wurden ca. 85 % der 220 Fahrten als mindestens zufriedenstellend bewertet ($M = 4.4, SD = 0.9$). Insgesamt zeigt sich eine hohe Zufriedenheit für im Reallaborjahr 2024 durchgeführte Fahrten (28 Personen; $N = 191$). Ca. 85 % der Fahrten wurden als mindestens „Zufrieden“ bewertet. Knapp ca. 10 % wurden als überhaupt nicht oder nicht zufriedenstellend bewertet. Im Durchschnitt erhielt die Fahrt mit dem CityPed die Bewertung „Zufrieden“ ($M = 4.0, SD = 1.1$). Betrachtet man nur die Personen, welche in 2024 neue NutzerInnen sind, ergibt sich ein ähnliches Bild. 10 der 13 neuen NutzerInnen haben den Feedback-Fahrt-Fragebogen ausgefüllt. Ca.

85 % der Fahrten wurden als mindestens „Zufrieden“ bewertet. Knapp ca. 5 % wurden als überhaupt nicht oder nicht zufriedenstellend bewertet. Im Durchschnitt erhielt die Fahrt mit dem CityPed die Bewertung „Zufrieden“ ($M = 4.2, SD = 0.9$).

Mit Ausnahme des Reallaborjahres 2022, in dem nur knapp 65 % der Fahrten als zufriedenstellend bewertet wurden, wurden ca. 80 - 85 % der Fahrten mit dem CityPed in den Jahren 2023 und 2024 mindestens als zufriedenstellend bewertet. Das spricht für eine Verbesserung des Systems in den Jahren 2023 und 2024 im Vergleich zum Jahr 2022.

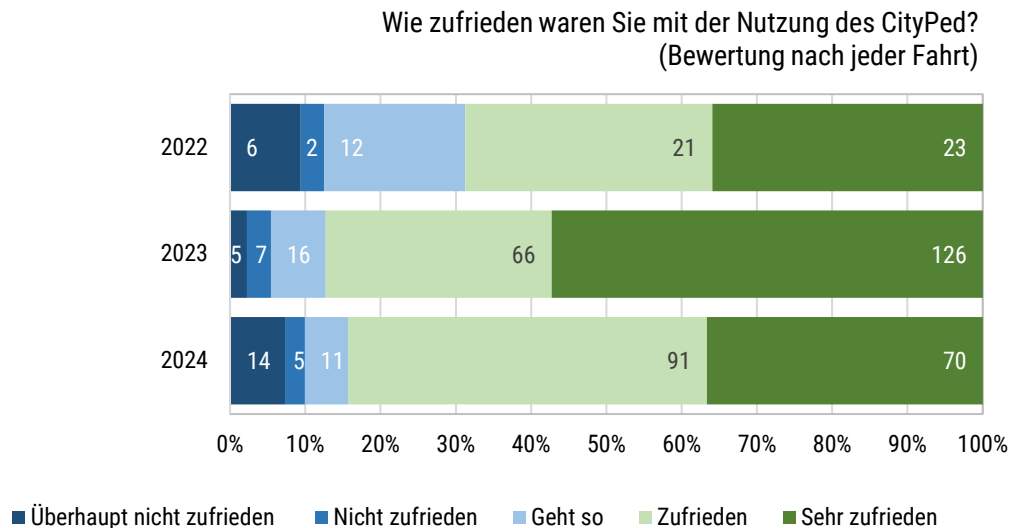


Abbildung 40. Prozentuale und relative Häufigkeit der Zufriedenheit mit dem CityPed nach jeder Fahrt über die Reallaborjahre 2022, 2023 und 2024.

Nutzungsverhalten

Abbildung 41 verdeutlicht zudem das Nutzungsverhalten im Nutzungszeitraum 2023 (Juni bis November). Die meisten Nutzungen wurden im Oktober verzeichnet, vordergründig am Standort Audimax (Abbildung 41). Im Oktober wurden zudem auch die letzten ProbandInnen durch unsere Versuchsleiter persönlich eingewiesen. Es zeigt sich eine Tendenz zur Nutzung an den Wochentagen, vor allem dienstags und donnerstags (Abbildung 43). Zu beachten ist, dass der Standort Bahnhof von einigen wenigen NutzerInnen in dem Zeitraum bereits getestet werden konnte, aber noch nicht offiziell geöffnet war.

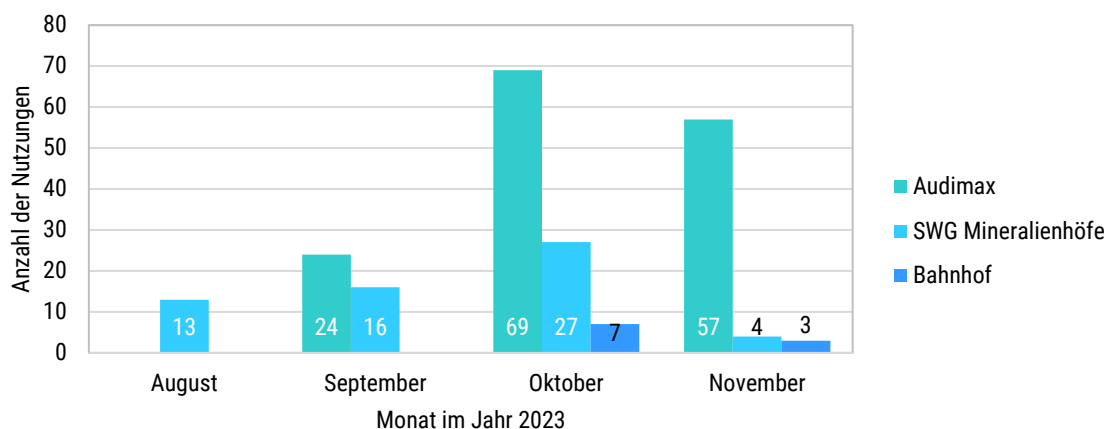


Abbildung 41. Häufigkeit der Nutzung im Reallaborjahr 2023 ($N = 220$) nach Ausleihort für abgeschlossene Nutzungen durch NutzerInnen der SWG und Uni-Angehörige.

Im Jahr 2024 nahm die Nutzung mit Semesterbeginn im April 2024 deutlich zu (Abbildung 42). Im Jahr 2024 ist im Projektzeitraum der häufigste Tag der Nutzung der Mittwoch (Abbildung 43). Wobei auch hier der Standort Audimax am stärksten frequentiert wurde.

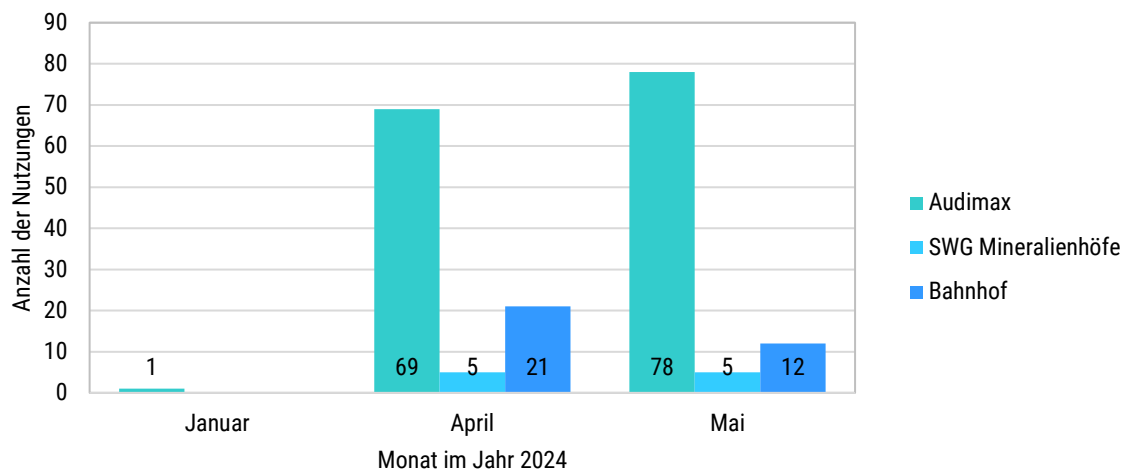


Abbildung 42. Häufigkeit der Nutzung im Reallaborjahr 2024 (N = 191) nach Ausleihort für abgeschlossene Nutzungen durch NutzerInnen der SWG und Uni-Angehörige.

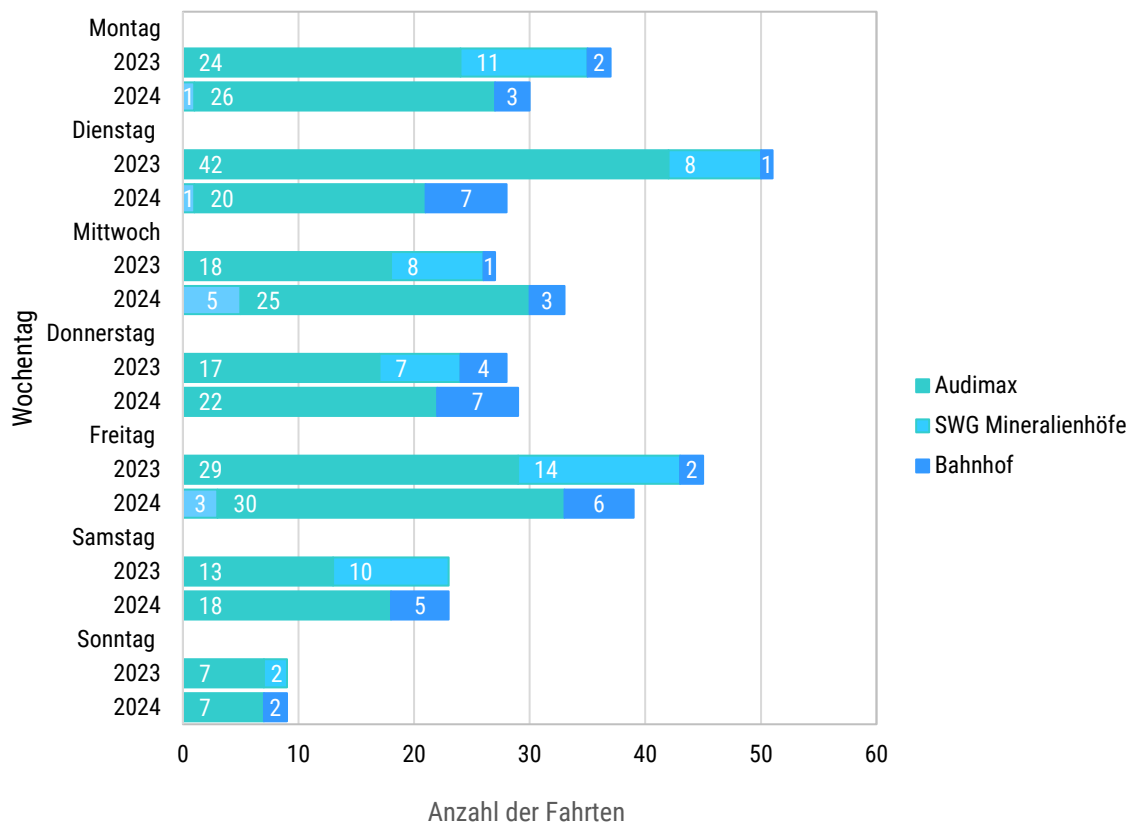


Abbildung 43. Häufigkeit der Nutzung im Reallaborjahr 2023 (N = 220) und 2024 (N = 191) nach Wochentagen und Ausleihort für abgeschlossene Nutzungen durch NutzerInnen der SWG und Uni-Angehörige

Die meisten Fahrten im Jahr 2023 wurden zwischen 8-9 Uhr und 16-17 Uhr durchgeführt (Abbildung 44), mit Spitzenwerten von 23 und 33 Fahrten in diesen Zeiträumen im Jahr 2023. Diese Zeiten könnten mit

den typischen Pendelzeiten am Morgen und am Nachmittag zusammenhängen, was auf eine vermehrte Nutzung zu diesen Stoßzeiten hinweist. Geringere Aktivität zeigt sich vor 8 Uhr, 13-14 Uhr und nach 19 Uhr. Besonders niedrig ist die Anzahl der Fahrten in den Zeiträumen nach 20 Uhr und 19-20 Uhr, was darauf hindeutet, dass die Nutzung der Fahrten außerhalb der Hauptzeiten deutlich abnimmt. Die durchschnittliche Anzahl über alle möglichen Ausleihzeiten über den Reallaborzeitraum 2023 sind 15 Fahrten pro voller Stunde. Insgesamt zeigt die Abbildung 44 ein typisches Muster der Fahrtennutzung, das auf Pendelzeiten und damit verbundenen Fahrzeiten hinweist. Dieses Nutzungsmuster deckt sich nur in Teilen mit den Ergebnissen zu Nutzungszeiträumen im zu Beginn erhobenen Mobilitätsfragebogen (Abbildung 20, Abbildung 23). Im Reallabor findet die Nutzung tatsächlich über den gesamten Tag verteilt statt, mit Stoßzeiten am Morgen und Abend.

Die höchste Anzahl an Fahrten im Jahr 2024 war zwischen 18 und 19 Uhr. Dies deutet auf eine erhebliche Nachfrage in den frühen Abendstunden hin, die möglicherweise mit dem Pendeln oder Einkäufen zusammenhängt. Eine weitere relativ hohe Anzahl an Fahrten gab es im Zeitraum von 9-10 Uhr, was auf einen Höhepunkt während typischer Pendelzeiten hinweist. Die geringste Anzahl an Fahrten wurde in der Mittagsstunde (12-13 Uhr), am frühen Nachmittag (5-16 Uhr), sowie in den späteren Abendstunden ab 20 Uhr verzeichnet. Diese Zeiten entsprechen vermutlich Nebenzeiten, zeigen aber dennoch eine Nutzung des Dienstes. In den Abendstunden zeigt sich ein Rückgang der Nutzung außerhalb der typischen Geschäftsöffnungs- bzw. Pendelzeiten.

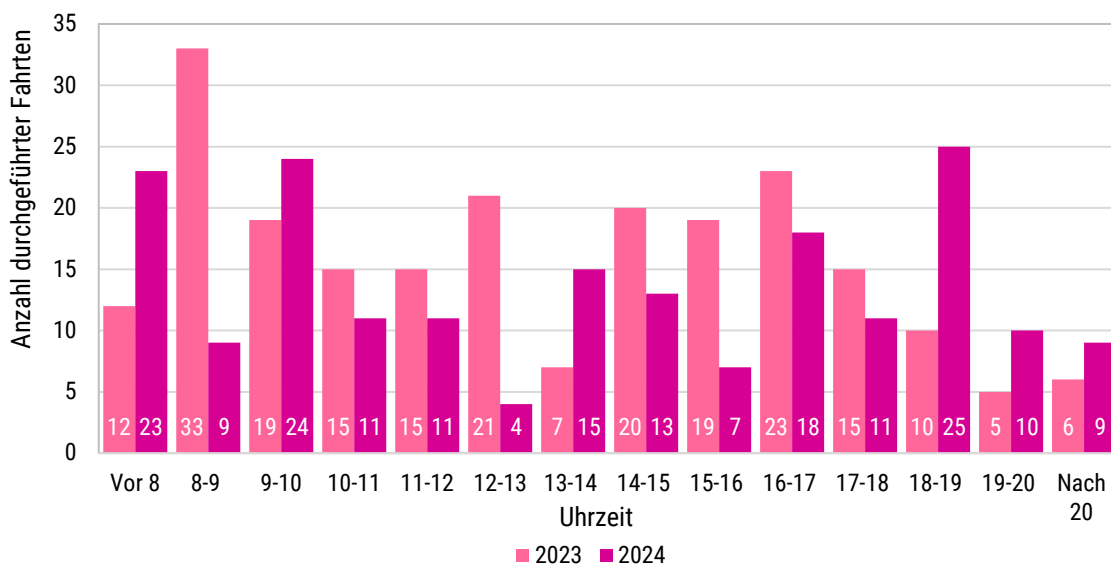


Abbildung 44. Häufigkeit durchgeführter Fahrten mit dem CityPed im Jahr 2023 (N=220) und 2024 (N=191) betrachtet nach Uhrzeit der Nutzung.

Nutzung und Wettereinflüsse

Abbildung 45 und Abbildung 46 verdeutlichen die Nutzung der CityPeds im Jahr 2024 in Abhängigkeit der Temperatur, wobei keine systematische Nutzung in Abhängigkeit der Temperatur oder des Niederschlags festzustellen ist. Die Niederschlagsintensität wurde wie folgt eingeteilt: 0= kein Niederschlag; 1) Leichter Niederschlag: Regenmenge unter 2,5 mm pro Stunde; 2) Mäßiger Niederschlag: Regenmenge zwischen 2,5 und 7,6 mm pro Stunde; 3) Starker Niederschlag: Regenmenge über 7,6 mm pro Stunde. An keinem der Tage kam es zu starkem Niederschlag, sodass keine Aussagen über einen Rückgang der Nutzung auf Grund zu hohem Niederschlag getätigt werden kann.

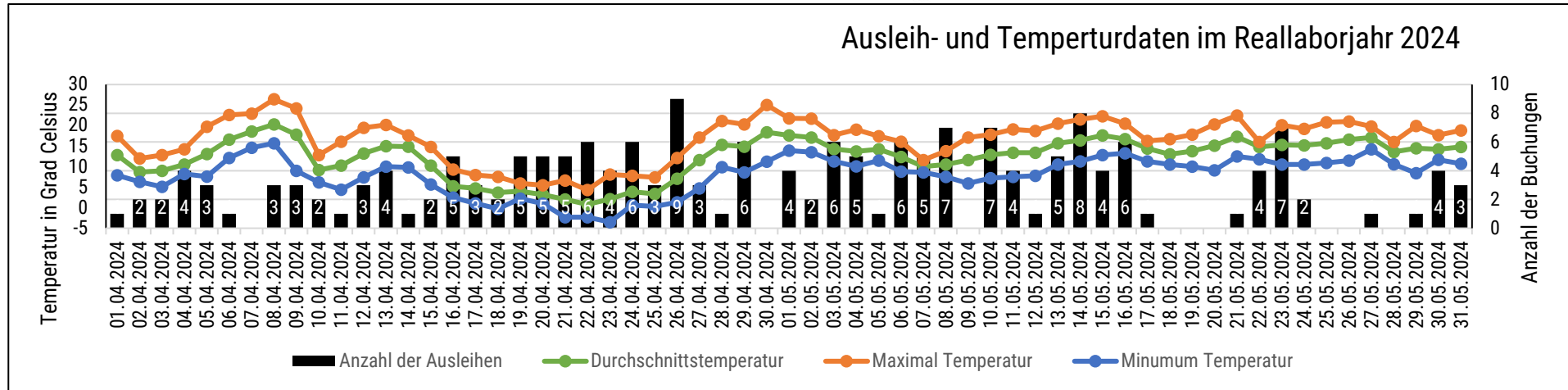


Abbildung 45. Häufigkeit der Ausleihen (N= 190) in Verbindung mit Tagesdurchschnitts-, Maximal- und Minimaltemperatur in Freiberg am Tag der Ausleihe.

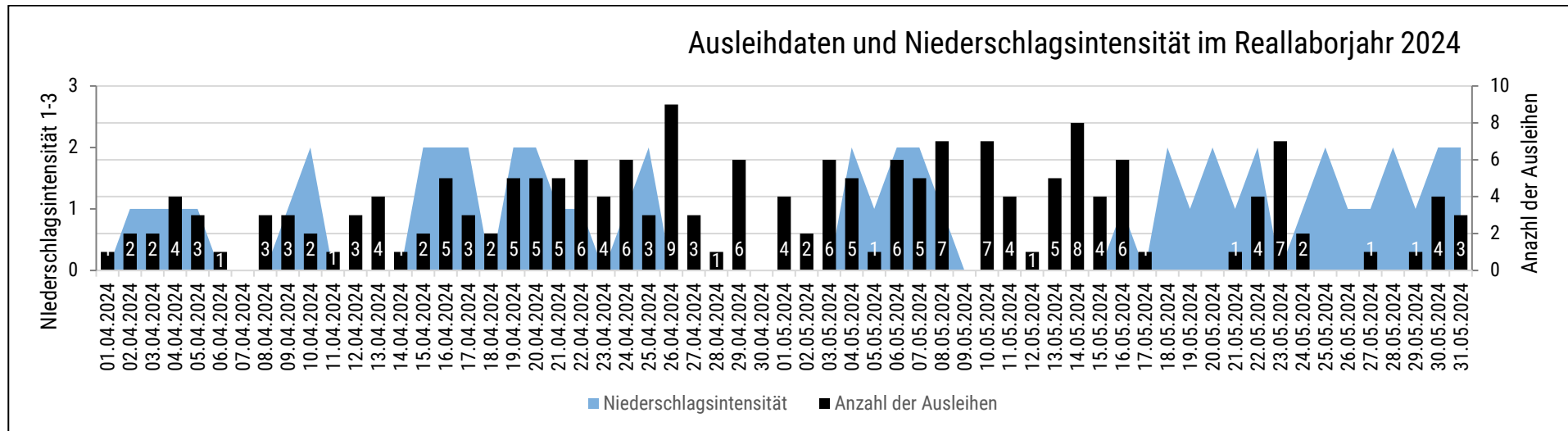


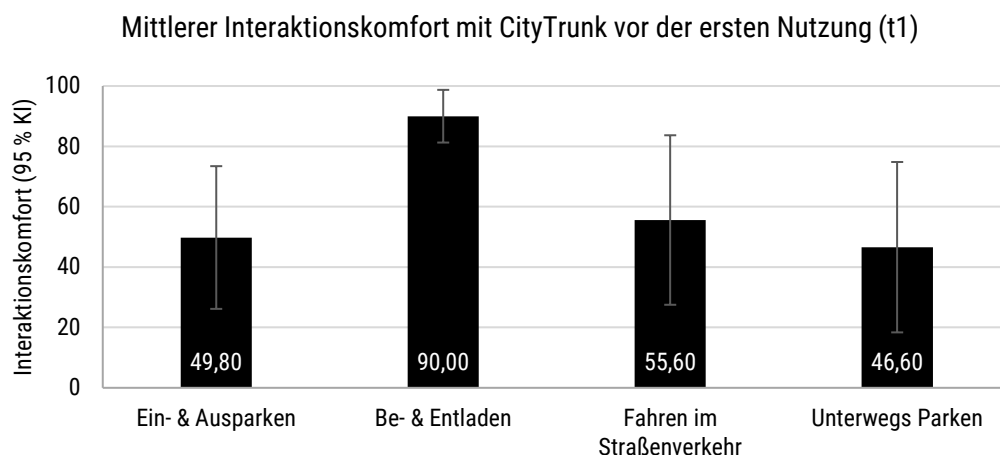
Abbildung 46. Häufigkeit der Ausleihen (N= 190) in Abhängigkeit der Niederschlagsintensität (0=kein Regen, 1= Leichter Regen, 2=Mäßiger Niederschlag) in Freiberg am Tag der Ausleihe.

4.2.3.2 CityTrunk: Anforderungen, Akzeptanz, Benutzerfreundlichkeit und Nutzungsverhalten

Um eine optimale Mensch-Technik-Interaktion bei gewerblicher Nutzung zu erreichen, muss viel mehr noch als bei privater Nutzung Wert daraufgelegt werden, dass der Interaktionskomfort z.B. beim Be- und Entladen, Ein-, Aus- und Unterwegsparken sowie beim Fahren im Straßenverkehr hoch ist. Diese Vorgänge werden im Rahmen gewerblicher Nutzung häufiger als bei privater Nutzung in kurzem zeitlichen Abstand durchgeführt. Die Folgenden Ergebnisse beziehen sich auf die gewerbliche Nutzung beim Gemüselieferanten Gemüse im Abo.

Der Interaktionskomfort mit dem CityTrunk wird hinsichtlich des Be- und Entladens hoch eingeschätzt (Abbildung 47), was darauf hinweist, dass dieser Aspekt bereits gut an die Bedürfnisse der NutzerInnen angepasst ist. Im Gegensatz dazu wurden das Ein- und Ausparken sowie das Abstellen während der Fahrt lediglich mit einem moderaten Interaktionskomfort bewertet, was auf Optimierungspotenzial hindeutet. Mögliche Ursachen könnten Schwierigkeiten beim Manövrieren in engen Räumen sein oder die eingeschränkte Sicht mit dem Anhänger. Das Fahren mit dem CityTrunk erhielt insgesamt einen mittleren Interaktionskomfort. Laut den offenen Aussagen der ProbandInnen kann dies auf die abrupte Beschleunigung des CityTrunk zurückzuführen sein. Zur Verbesserung dieser Punkte könnte beispielsweise eine manuelle Steuerung zur Regulierung der Beschleunigung integriert werden. Für das Manövrieren wäre eine Ergänzung des CityTrunks durch eine Rückfahrkamera oder Sensoren denkbar. Solche Maßnahmen könnten dazu beitragen, den Interaktionskomfort in den moderat bewerteten Bereichen zu erhöhen und so die Gesamtnutzerzufriedenheit zu steigern.

Abbildung 47. Bewertung des Interaktionskomforts (Hensch et al., 2019) gegenüber den einzelnen Komponenten des CityTrunks (N



= 5) mit 95 % Konfidenzintervall.

Des Weiteren transportieren gewerbliche NutzerInnen häufiger schwerere Lasten als in der privaten Nutzung der Fall ist. Hier können Sicherheitsbedenken Aufschluss über Anforderungen geben (Abbildung 48). Die Bewertungen zum Sicherheitsbedenken bezüglich des Fahrens mit schwerer Beladung haben nach der ersten Nutzung deutlich abgenommen. Dies könnte darauf hindeuten, dass der CityTrunk bei tatsächlicher Nutzung stabiler und sicherer wahrgenommen wird, als zunächst erwartet. Gleichzeitig zeigt dies, dass praktische Erfahrungen mit dem System entscheidend sind, um anfängliche Unsicherheiten zu verringern und das Sicherheitsempfinden zu stärken. Bezüglich der Aspekte Breite, Handlings und elektrische Unterstützung des CityTrunks stiegen die Sicherheitsbedenken nach der ersten Nutzung an. Die kann laut den Aussagen der gewerblichen NutzerInnen auf die abrupte Beschleunigung zurückzuführen. Zusätzlich beeinträchtigen die scharfkantigen Schutzbleche das Handling des CityTrunks. Insgesamt haben die NutzerInnen sehr geringe Sicherheitsbedenken Bezüglich der Länge und Breite des CityTrunks. Dies spricht dafür, dass die Dimensionen des Lastenanhängers angemessen sind und das Design gut auf die Bedürfnisse der Zielgruppe abgestimmt sind.

Sicherheitsbedenken vor und nach der ersten Nutzung des CityTrunks

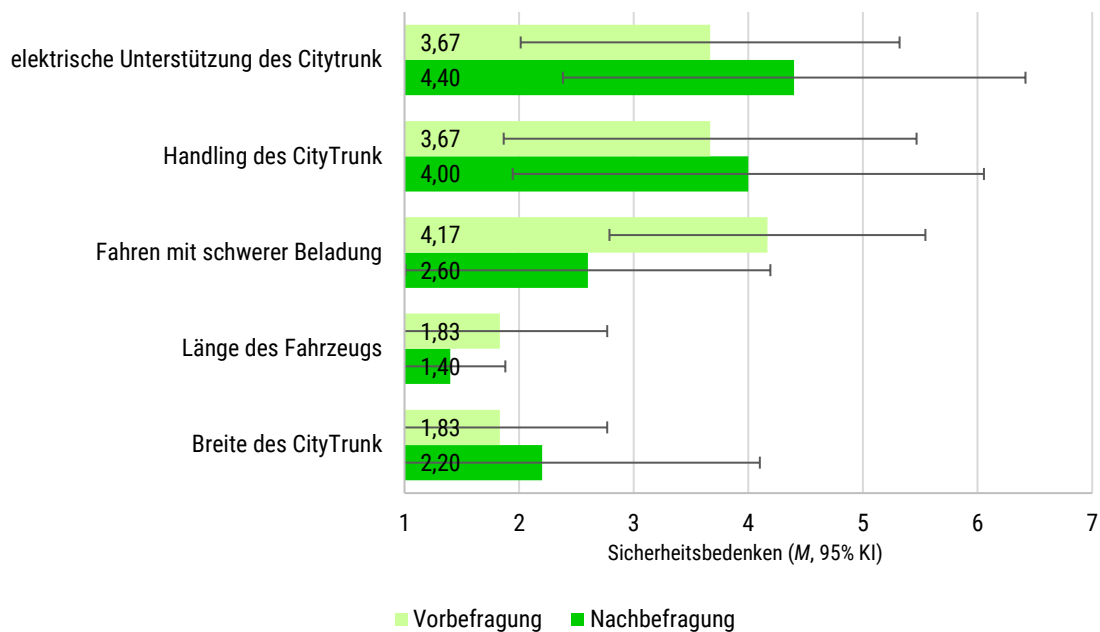


Abbildung 48. Bewertung der Sicherheitsbedenken gegenüber verschiedenen Aspekten vor und nach der ersten Nutzung des CityTrunks. (N = 5) mit 95 % Konfidenzintervall.

Nach der ersten Nutzung schätzten die ProbandInnen ihre Fahrkompetenz mit dem CityTrunk auf einer Skala von 1 (sehr schlecht) bis 10 (sehr gut) insgesamt hoch ein ($M = 8.0$; $SD = 1.6$). Die ProbandInnen mussten sich im geringen Maß an das Fahren mit dem Anhänger und an das Gewicht und die Länge des Fahrzeuges, gewöhnen (siehe Abbildung 49). Am meisten mussten sie die gewerblichen NutzerInnen an die elektrische Unterstützung des CityTrunks gewöhnen. Dies kann auf die abrupte Beschleunigung zurückzuführen sein. Um eine optimale Mensch-Technik-Interaktion zu erlangen, sollte die Beschleunigung erneut überarbeitet werden. Ein weiterer Aspekt ist die Reichweite des CityTrunks. Diesbezüglich gab es von den Teilnehmenden kaum Bedenken ($M = 2.8$, $SD = 1.0$). Das Fahrzeug bietet genügend Reichweite für den täglichen Gebrauch im Gewerbe.

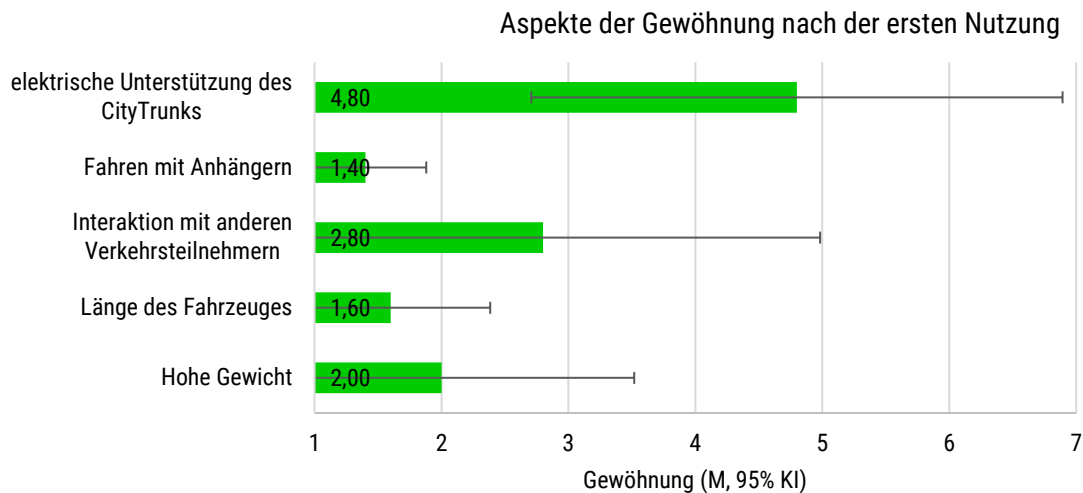


Abbildung 49. Gewöhnung gegenüber verschiedenen Aspekten nach der ersten Nutzung des CityTrunks. (N = 5) mit 95 % Konfidenzintervall.

4.2.3.3 CityScooter: Anforderungen, Akzeptanz, Benutzerfreundlichkeit und Nutzungsverhalten

Akzeptanz

Um eine optimale Mensch-Technik-Interaktion mit einem Lastenscooter zu erreichen, ist es wichtig, die Akzeptanz durch einfache Bedienbarkeit, nützliche Funktionalität und hohen Nutzerkomfort sicherzustellen. Wie in Kapitel 4.2.1.4 beschrieben wurde, ist die Akzeptanz des CityScooters durchgehend als hoch bewertet, sowohl vor als auch nach der Nutzung, unabhängig davon, ob der Scooter beladen oder unbeladen war. Sowohl die Nützlichkeit als auch die Zufriedenheit erreichten in allen Bedingungen ähnlich hohe Werte, was darauf hindeutet, dass der CityScooter unabhängig von der Beladung gut akzeptiert wird.

Kontrollierbarkeit

Die Kontrollierbarkeit eines CityScooters stellt einen essenziellen Faktor für die Mensch-Technik-Interaktion dar und wurde im Rahmen einer Vor- und Nachbefragung evaluiert, wobei zwischen beladenem und unbeladenem Zustand unterschieden wurde. Die ProbandInnen sollten die Kontrollierbarkeit des CityScooters auf einer Skala von 1 (gar nicht kontrollierbar) bis 10 (vollständig kontrollierbar) bewerten. Die Ergebnisse zeigen, dass die Kontrollierbarkeit in der Gruppe, die ohne Beladung gefahren ist, in der Vorbefragung ($M = 4.9$, $SD = 2.2$) und Nachbefragung ($M = 4.7$, $SD = 3.0$) moderat eingeschätzt wurde (siehe Abbildung 50). Dies deutet darauf hin, dass die Kontrollierbarkeit des Scooters insgesamt noch Optimierungspotenzial aufweist. In der Gruppe mit Beladung sank die Bewertung der Kontrollierbarkeit in der Nachbefragung leicht ab ($M = 3.1$, $SD = 2.3$), jedoch ohne signifikanten Unterschied. Diese Werte zeigen die Tendenz, dass der CityScooter mit Beladung schwerer kontrollierbar ist. Mögliche Ursachen können aus den offenen Antworten der ProbandInnen abgeleitet werden (siehe Kapitel 4.2.1.4). Ein zentraler Aspekt ist die Balance und Stabilität des CityScooters, insbesondere in engen Kurven wie beim Slalomfahren, wo die Geschwindigkeit stark reduziert werden muss. Im beladenen Zustand traten diese Probleme verstärkt auf, da die ProbandInnen Schwierigkeiten hatten, das Gleichgewicht zu halten und den Scooter präzise zu steuern. Diese Herausforderungen unterstreichen die Notwendigkeit, die Konstruktion des CityScooters weiter zu optimieren, um eine bessere Stabilität und Kontrollierbarkeit zu gewährleisten.

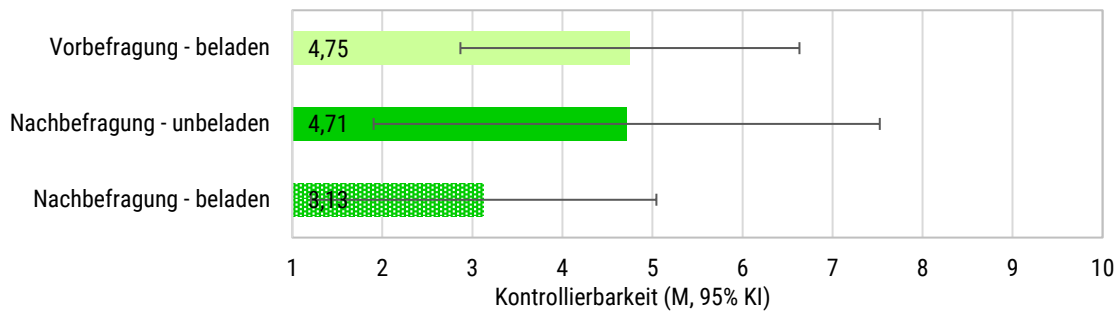


Abbildung 50. Bewertung der Kontrollierbarkeit des CityScooters vor und der ersten Nutzung und die Mittelwerte der Gruppen beladen, unbeladen nach der ersten Nutzung (N = 15) 95% Konfidenzintervall.

Risiko

Auch das Risikoempfinden spielt eine wesentliche Rolle für die Akzeptanz und Sicherheit der Nutzung. Die ProbandInnen sollten auf einer Skala von 1 (gar nicht riskant) bis 5 (sehr riskant) einschätzen, wie riskant sie die Fahrt mit dem CityScooter wahrnehmen. Die Ergebnisse (Abbildung 51) aus zeigen, dass das Risikoempfinden im beladenen Zustand der Vorbefragung ($M = 3.0, SD = 0.58$) und Nachbefragung ($M = 2.43, SD = 0.54$) moderat eingeschätzt wird. Im unbeladenen Zustand nahm das Risikoempfinden in der Nachbefragung leicht ab ($M = 2.88, SD = 1.13$) jedoch ohne signifikante Unterschiede, was darauf schließen lässt, dass die Fahrt ohne Ladung als weniger riskant empfunden wird. Insgesamt zeigt sich, dass die wahrgenommene Sicherheit des CityScooters noch Optimierungspotenzial birgt, insbesondere im Hinblick auf die Handhabung und die Nutzung unter realen Bedingungen. Ein häufig geäußertes Wunsch der ProbandInnen war die Integration eines Blinkersystems, um die Risiken durch die manuelle Handzeichenvergabe zu verringern. Dies könnte die Sicherheit und Benutzerfreundlichkeit deutlich verbessern und so zur Optimierung der Mensch-Technik-Interaktion beitragen.

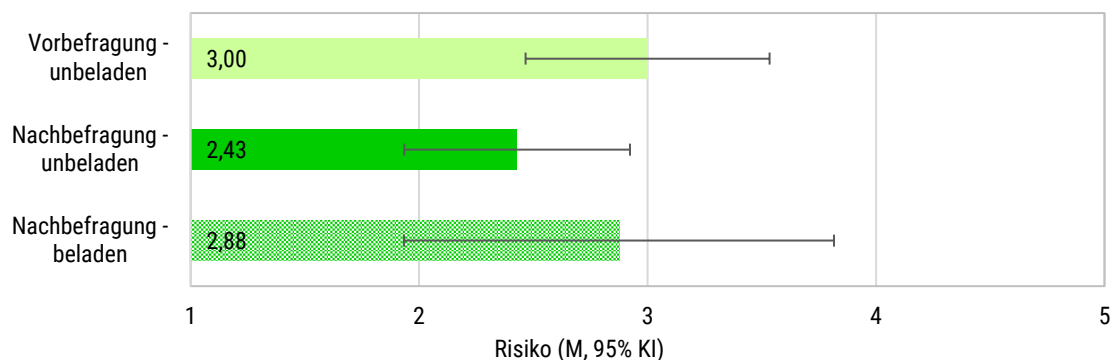


Abbildung 51. Einschätzung der Risikobewertung vor der ersten Nutzung des CityScooters und nach der ersten Nutzung (beladen, unbeladen; N = 15) 95% Konfidenzintervall.

Vertrauen

Vertrauen stellt einen zentralen Aspekt der Mensch-Technik-Interaktion dar, da es maßgeblich die Akzeptanz und Nutzungsbereitschaft technologischer Systeme beeinflusst (Jian et al., 2000). Insgesamt erhält der CityScooter in der Vorbefragung ($M = 4.4, SD = 1.4$), als auch in der Nachbefragung in der Bedingung beladen ($M = 4.2, SD = 1.5$) und unbeladen ($M = 4.4, SD = 1.5$) moderate Werte. In Abbildung 52 sind die Fragen für die Nachbefragung dargestellt. Signifikante Unterschiede zwischen den Bedingungen konnten nicht festgestellt werden. Dies deutet darauf hin, dass das Vertrauen in den

CityScooter relativ stabil bleibt und durch die Nutzungserfahrungen nicht wesentlich verändert wird. Die moderaten Vertrauenswerte legen jedoch nahe, dass der CityScooter nicht uneingeschränkt als verlässlich wahrgenommen wird. Möglicherweise liegen die Unsicherheiten bei der Instabilität, wenn die Geschwindigkeit stark reduziert werden muss. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass der CityScooter ein solides Vertrauensniveau aufweist, jedoch durch spezifische Anpassungen und Weiterentwicklungen noch Optimierungspotenzial besteht, um eine ideale Mensch-Technik-Interaktion zu ermöglichen.

Vertrauen nach der ersten Nutzung des CityScooters

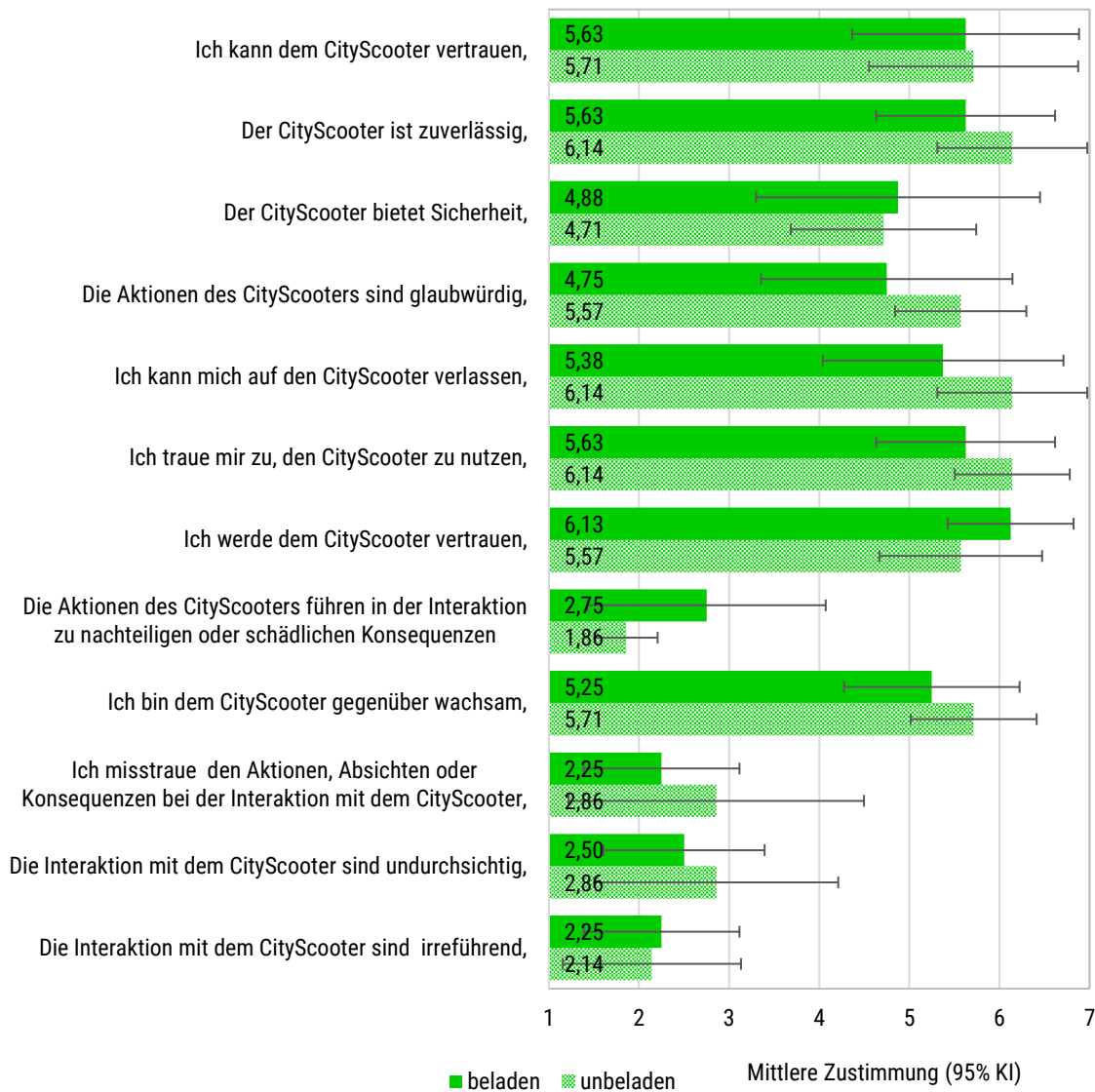


Abbildung 52. Bewertung des CityScooters hinsichtlich Vertrauen in der Nachbefragung der Gruppen beladen und unbeladen, N = 15, 95% Konfidenzintervall.

4.2.3.4 App: Anforderungen, Akzeptanz, Benutzerfreundlichkeit und Nutzungsverhalten

App-Evaluation im Vortest

Im Rahmen 4.1.1.6 Quick'n'Dirty App-Evaluation SteigtUM!-App (B2.6) wurde die erste entwickelte Version der SteigtUM!-App evaluiert.

An der Studie nahmen 36 ProbandInnen teil (17 weiblich, 18 männlich, 1 divers) und waren durchschnittlich 26 Jahre ($SD = 6.36$) alt. Die Rekrutierung erfolgte durch Mailinglisten der TU Chemnitz. Die Hälfte der Stichprobe besitzt einen Hochschulabschluss ($n = 19$), 36.1 % ($n = 13$) ein Abitur und 11.1 % ($n = 4$) einen Realschulabschluss. Da Video- und Tonmaterial im Einsatz war, wurden die ProbandInnen zu Seh- und Hörbeeinträchtigung befragt. Über die Hälfte der Teilnehmenden ($n = 22$) benötigten keine Sehhilfe. Lediglich zwei Personen gaben an eine Hörbeeinträchtigung zu haben.

Quick'n'Dirty App-Evaluation SteigtUM!-App (B2.6)

Skalen & Messinstrumente

Es kamen standardisierte Instrumente wie die SUS (Brooke, 1996; nähere Informationen S. 120), UMUX (Finstad, 2010; nähere Informationen S. 121), die Kurzform des ATTRAKDIFF (S.121) und VisAWI (Visual Aesthetics of Websites Inventory, S. 122) zum Einsatz. Darüber hinaus wurden über offene Fragen Vor- und Nachteile der App erhoben. Weiterhin wurden über offen gestellte Fragen Schwierigkeiten und Verbesserungsbedarf erfragt.

1. „Haben Sie Anmerkungen zum Buchungs- und Ausgabeprozess des Lastenpedelec via App? An welcher Stelle hatten Sie Schwierigkeiten? Wo sehen Sie Verbesserungsbedarf?
2. Haben Sie Anmerkungen zum Rückgabeprozess des Lastenpedelec via App? An welcher Stelle hatten Sie Schwierigkeiten? Wo sehen Sie Verbesserungsbedarf?

Mehr Informationen zu den Skalen sind dem Anhang zu entnehmen.

Ergebnisse

Messinstrumente

Die erste Version der App erhielt aus der SUS (Brooke, 1996) im Durchschnitt eine Bewertung von $M = 92.1$ ($SD = 4.7$). Das entspricht einer sehr guten Bewertung der ProbandInnen für die App hinsichtlich eines globalen Maßes für Usability. Auch auf der UMUX erhält die App von den ProbandInnen eine sehr gute Bewertung ($M = 94.9$, $SD = 9.4$). In Bezug auf den AttrakDiff zeigt sich, dass die Attraktivität mit einem Mittelwert von 6.2 ($SD = 0.7$) bewertet wird. Dies deutet auf eine positive Wahrnehmung hinsichtlich des allgemeinen ästhetischen Eindrucks hin. Hinsichtlich der hedonischen Qualität, die den Spaß und die Freude an der Nutzung beschreibt, erhielt die App eine durchschnittliche Bewertung von 5.5 ($SD = 0.9$), was eine eher positive Einschätzung bedeutet, jedoch niedriger als die Attraktivität bewertet wurde. Die pragmatische Qualität, welche die Nützlichkeit und Benutzerfreundlichkeit beschreibt, wurde im Mittel mit 6.5 ($SD = 0.4$) am höchsten bewertet, was darauf hindeutet, dass die NutzerInnen das System oder Produkt als besonders funktional und einfach zu bedienen empfanden. Die Ästhetik der App wurde mit Hilfe der Kurzform des VisAWI durch die ProbandInnen durchschnittlich als gut bis sehr gut bewertet ($M = 5.8$, $SD = 0.9$).

Buchungs- & Ausleihprozess via APP

Aus den offenen Fragen geht hervor, dass insgesamt acht Personen betonten, dass die App intuitiv zu bedienen sei, wobei eine Person explizit darauf hinwies, dass sie die Bedienung als selbsterklärend empfand und keine weiteren Anmerkungen hatte. Zwölf Personen lobten die einfache Bedienbarkeit der App, wobei eine Person anmerkte, dass die Bedienung „relativ einfach“ sei. Fünf Teilnehmende beschrieben die App als verständlich; einer von ihnen äußerte, dass er sofort verstanden habe, worum es geht, und keine Unklarheiten bestehen. Zudem gaben elf Personen an, dass sie kein Verbesserungspotential sehen. Eine dieser Personen erklärte, dass die Nutzung so einfach sei, dass keine konkreten Verbesserungsvorschläge gemacht werden könnten. Eine Person schlug vor, die Anweisungen zu modifizieren, um die Verständlichkeit zu verbessern. Eine weitere Anmerkung betraf die automatische Anzeige von Ladestationen, die als nützlich empfunden würde. Zudem wurde von einer Person

vorgeschlagen, Anpassungen für Sehbeeinträchtigte vorzunehmen, um die Barrierefreiheit zu erhöhen. Eine Person äußerte den Wunsch, die Karte in der App zu verbessern, um die Nutzung zu erleichtern.

Rückgabeprozess via App

Der Rückgabeprozess über die App wurde von einem Großteil der Teilnehmenden als intuitiv empfunden und ähnlich positiv wie der Ausleihprozess bewertet. Die App wurde dabei als funktional und verständlich wahrgenommen. Viele ProbandInnen und ProbandInnen äußerten, dass sie kein Verbesserungspotential sahen. Darüber hinaus gab es einige spezifische Anmerkungen: Vier Personen beschrieben die App als selbsterklärend, eine Person hob ihre Übersichtlichkeit hervor, und zwei Personen erwähnten die einfache Abfolge ohne viele Schritte. Zudem wurde das Design von zwei Teilnehmenden positiv bewertet, und zwei weitere Personen gaben an, keine Schwierigkeiten bei der Nutzung gehabt zu haben. Drei Personen hatten Schwierigkeiten, den Parkmodus und das Zurückgeben zu unterscheiden. Eine Person schlug vor, eine englische Version der App bereitzustellen, um ausländische NutzerInnen besser zu unterstützen. Zudem wurde von einer weiteren Person empfohlen, visuelle Hilfsmittel wie Bilder oder Icons hinzuzufügen, um den Prozess zu verdeutlichen.

App-Evaluation im Reallabor

Skalen & Messinstrumente

Die Gesamtzufriedenheit mit der App wurde mit einem Item („Wie zufrieden waren Sie mit der SteigtUM!-App?“) auf einer 5-stufigen Skala von 1= „Überhaupt nicht zu zufrieden“ bis 5 = „Sehr zufrieden“ in allen Reallaborjahren nach der ersten Nutzung erhoben. Im Reallabor 2023 und 2024 wurden zusätzlich nach jeder Fahrt als auch nach längerer Zeit der Nutzung die Zufriedenheit weitere Male so erfasst.

Des Weiteren wurden standardisierte Skalen genutzt. Zum einen wurde die Van der Laan Akzeptanzskala nach der ersten Nutzung und nach längerer Nutzung erfasst (S. 120). Der eTAM wurde vor und nach der ersten Nutzung, sowie nach längerer Nutzung erfasst (S. 119). Darüber hinaus wurde Vertrauen über die standardisierte Skala Trust in Automation erhoben (S. 122). Der Interaktionskomfort mit der App spielt in der Erhebung ebenfalls eine Rolle, um eine optimale Mensch-Maschine-Interaktion zu erlangen. Hierfür sollten die Funktionen Buchen, Ausgabe und Rückgabe mittels Schieberegler bewertet werden („Bitte schätzen Sie den Interaktionskomfort mit der SteigtUM!-App während der Nutzung auf einer Skala von 0 = überhaupt nicht bis 100 = voll und ganz angenehm ein.“)

Ergebnisse

Gesamtzufriedenheit

Gefragt nach der Zufriedenheit mit der SteigtUM!-App gab der überwiegende Teil der Befragten (75 %) an, zufrieden bis sehr zufrieden zu sein, nach der ersten Nutzung. Im Jahr 2023 nahm die anfängliche Zufriedenheit (ca. 98 %) nach längerer Zeit der Nutzung ab (70 %). 70 % der NutzerInnen im Reallaborjahr 2024 bewerteten die App als mindestens zufriedenstellend (Abbildung 53).

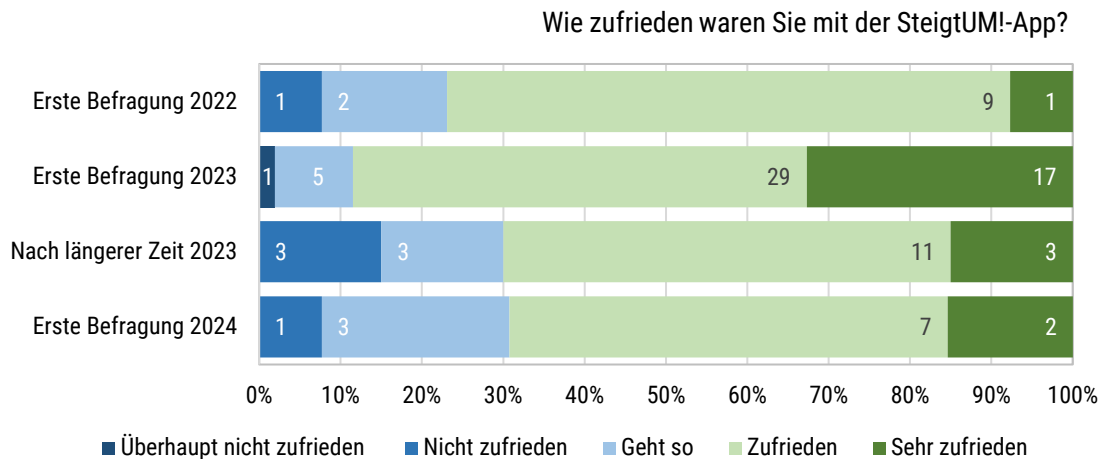


Abbildung 53. Prozentuale und relative Häufigkeiten der NutzerInnen-Zufriedenheit mit der SteigtUM!-App in den Reallaborjahren (NutzerInnenebene).

Zufriedenheit nach jeder Fahrt

Die Bewertung der Zufriedenheit mit der SteigtUM!-App nach jeder durchgeführten Fahrt wurde im Reallaborjahr 2023 eingeführt. Im Jahr 2023 wurden insgesamt 220 Fahrten und Nachbefragungen nach durchgeführten Fahrten bis zum Ende des Reallaborjahres ausgefüllt. Aufgrund von nicht durchgeführten App-Aktualisierungen (und damit verbundenen Fragebogenaktualisierungen) wurde die Zufriedenheit mit der SteigtUM!-App für 161 der 220 Fahrten erhoben. Ca. 60 % sind mit der App zufrieden (Abbildung 54). Im Reallaborjahr 2024 wurden bis zum Projektabschluss im Mai 191 Nachbefragungen zu den Fahrten ausgefüllt. Auch hier zeigt sich ein ähnliches Bild wie im Jahr 2023.

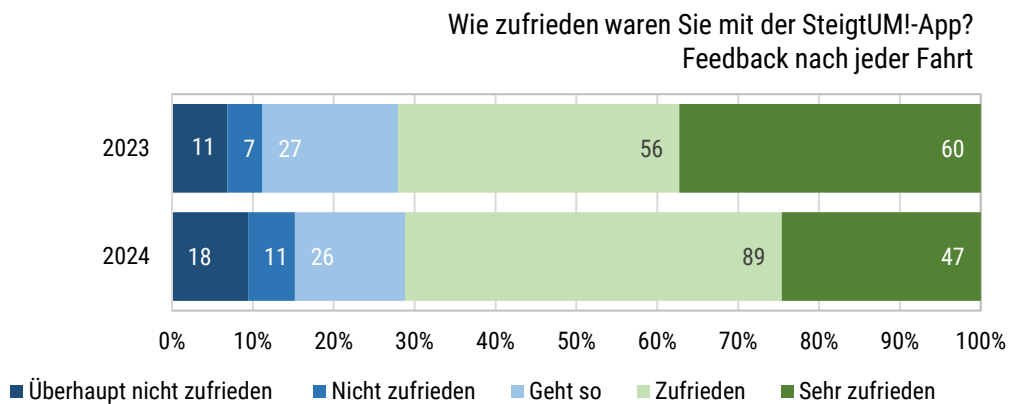


Abbildung 54. Prozentuale und relative Häufigkeiten der Zufriedenheit mit der SteigtUM!-App im Reallaborjahr 2023, nach Gesamtanzahl der Nutzungen.

Akzeptanz

Hinsichtlich der Nutzerakzeptanz auf der van der Laan Skala deuten die Ergebnisse der Befragungen im ersten Reallaborjahr (2022) daraufhin, dass die App nach einer Einführung in das System und der allerersten Nutzung gute Bewertungen (Abbildung 55) unter den 13 MieterInnen (vordergründig ältere Bevölkerung) erhält. Die App wird als eher bzw. etwas nützlich ($M = 1.0, SD = 0.7$) und zufriedenstellend ($M = 0.9, SD = 0.7$) bewertet. Im Jahr 2023 konnte die Akzeptanz zu zwei Zeitpunkten erhoben werden. Die Abbildung 55 zeigt, dass die Bewertung der Nützlichkeit als auch Zufriedenheit nach längerer Nutzung leicht abnimmt, dennoch weiterhin im positiven Bereich bleibt. Für 2024 werden deutlich niedrigere Bewertungen für die Nützlichkeit ($M = 0.9, SD = 0.8$) und Zufriedenheit ($M = 0.8, SD = 0.8$) mit der App erhoben. Es konnten im Rahmen der Projektlaufzeit für das Jahr 2024 keine Daten für die Nachbefragung

erfasst werden. Eine Aussage über die Bewertung nach längerer Nutzung ist demnach nicht möglich, allerdings wird für 2024 ein ähnliches Muster wie das für 2023 erwartet.

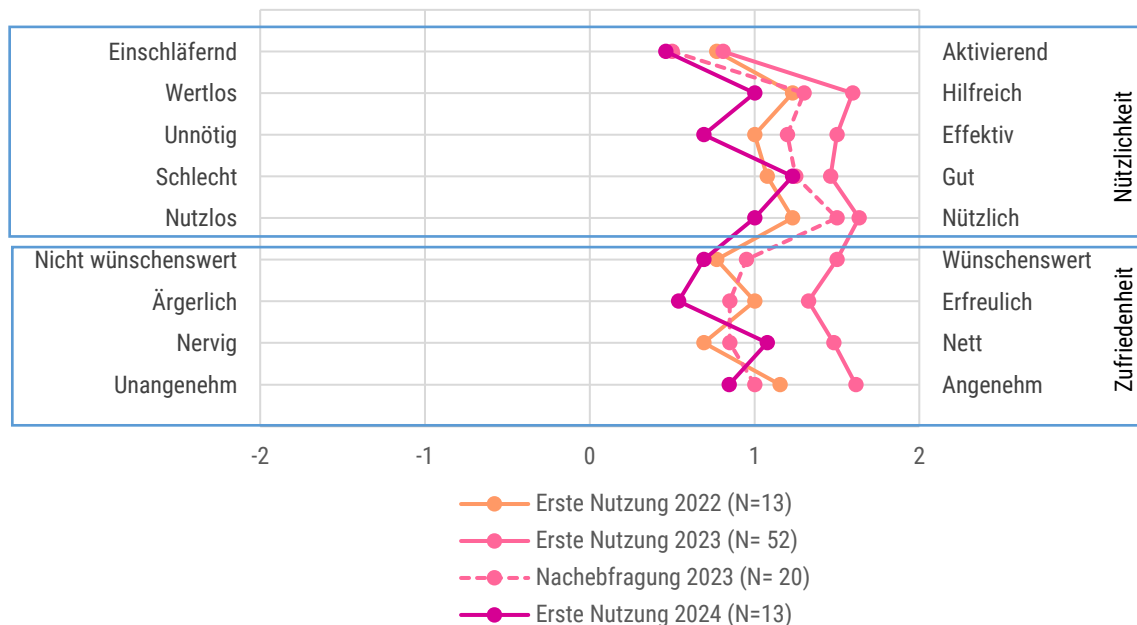


Abbildung 55. Bewertung der SteigtUM!-App auf der van der Laan Skala über die Reallaborjahre und Befragungszeitpunkte.

Vertrauen

Das Vertrauen wurde vor und nach der ersten Nutzung (t0, t1) in allen drei Jahren erhoben, während Daten für die Bewertung nach längerer Nutzungszeit (Abschlussbefragung - t2) nur für das Jahr 2023 dokumentiert sind. Nur im Jahr 2023 konnten signifikante Unterschiede im Vertrauen vor und nach der ersten Nutzung festgestellt werden ($t(12) = -2.59, p = .012$). Das Vertrauen in die App war nach der ersten Nutzung höher als vorher eingeschätzt (2022: $t(12) = -.62, p = .274$; 2023: $F(1.44) = 2.03, p = 1.60, d = -.71$;¹). Der Interaktionskomfort mit der App für die Buchung, Ausgabe und Rückgabe wird nach der ersten Nutzung überwiegend angenehm empfunden (Tabelle 9). Ein solcher Wert deutet auf eine stark positive, aber nicht maximale Bewertung hin. Konkret würde dies nahelegen, dass die Empfindung als „sehr angenehm“ empfunden wurde, jedoch mit einem gewissen Restspielraum zu einer vollkommen positiven Bewertung. Lediglich im Jahr 2023 wurde auch nach längerer Nutzung der Interaktionskomfort bewertet. Wie in Tabelle 9 zu sehen, sinken die Bewertungen nach längerer Nutzung. Diese Abnahme ist auch für die 20 TestfahrerInnen, welche t1 und t2 ausgefüllt haben, signifikant (Buchung: $t(19) = 2.22, p = .019, d = .49$; Ausgabe: $t(19) = 2.64, p = .008, d = .52$; Rückgabe: $t(19) = 2.16, p = .022, d = .48$;¹).

¹ Signifikanz einseitig getestet

Tabelle 9. Deskriptive Statistik (M, SD, N) für Vertrauen und Interaktionskomfort im Umgang mit der SteigtUM!-App für die Messzeitpunkte (t0, t1, t2) in den drei Reallaborjahren 2022, 2023, 2024.

		2022			2023			2024		
		M	SD	N	M	SD	N	M	SD	N
Vertrauen	T0	5.2	0.8	13	5.2	0.8	52	4.8	0.6	13
	T1	5.3	0.9	13	5.6	0.7	52	5.1	0.7	13
	T2				5.39	1.04	20			
Interaktionskomfort										
Buchen	T1	77.01	18.9	13	88.1	13.6	52	73.6	22.9	13
	T2				79.7	18.0	20			
Ausgabe	T1	79.3	16.6	13	88.0	15.0	52	73.7	19.3	13
	T2				79.7	17.4	20			
Rückgabe	T1	74.6	23.3	13	84.5	17.3	52	66.7	23.7	13
	T2				75.7	22.9	20			

Es ist davon auszugehen, dass bestimmte Aspekte der Erfahrung oder der Bedingungen sich verschlechtert haben oder dass eine gewisse Desensibilisierung oder Anpassung an die Situation stattgefunden hat. Dennoch bleibt die Wahrnehmung weiterhin überwiegend positiv, jedoch nicht mehr auf dem ursprünglich hohen Niveau.

Interaktionskomfort

Im Reallabor wurde der Interaktionskomfort („Bitte schätzen Sie den Interaktionskomfort mit der SteigtUM!-App während der Nutzung auf einer Skala von 0 = überhaupt nicht bis 100 = voll und ganz angenehm ein.“). Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 abgebildet. Der Interaktionskomfort für das Buchen, die Ausgabe und die Rückgabe mit der App wird in den Reallaborjahren 2022 und 2023 als hoch eingeschätzt. Im Reallaborjahr 2024 zeigen sich leichte Einbußen hinsichtlich der Rückgabe. Die höheren Werte in den Jahren 2022 und 2023 sind vermutlich auf die persönlich durchgeführten Einweisungen ins SteigtUM!-System durch einen Projektmitarbeiter oder eine Projektmitarbeiterin zurückzuführen sein. Hierbei konnten alle Fragen seitens der NutzerInnen direkt und ausreichend geklärt werden. Zwar wurde im Jahr 2023 ein ausführliches Erklärvideo zum System gedreht und online zur Verfügung gestellt, welches noch vor der ersten Nutzung angeschaut werden sollte, allerdings können äußere Faktoren selbstverständlich Einfluss auf die Aufmerksamkeit beim Schauen des Videos dazu führen, dass nicht alle Informationen direkt verstanden werden.

Nutzungsverhalten

2023

Im Abschnitt 4.2.3.1 Benutzerfreundlichkeit und Nutzungsverhalten im Reallabor (S. 68) wird ebenfalls über das Nutzungsverhalten im Reallaborjahr 2023 berichtet. Jeder Nutzung des CityPeds geht eine Nutzung der App vorher. Im Jahr 2023 wurden insgesamt 492 Buchungsvorgänge von 90 NutzerInnen gestartet. Durchschnittlich wurden 5.46 Buchungsvorgänge pro Person in der App gestartet. Davon waren 11 NutzerInnen SWG-MieterInnen und 79 Studierende bzw. MitarbeiterInnen der Universität Freiberg. Knapp 70 % aller Buchungsvorgänge resultierten in Buchungen mit anschließender Fahrt (N = 220). 22 % der reservierten Buchungen wurden durch die NutzerInnen selbst abgebrochen. Dies trat auf, wenn die NutzerInnen z. B. das CityPed nicht mehr an dem Buchungstag benötigten und letztlich keine Fahrt durchgeführt wurde. Ca. 8 % wurden durch die Administration abgebrochen. In diesem Fall kam es zum Beispiel bei dem Verleih (Aus- oder Rückgabe) zu Komplikationen. In ca. 98 % der Fälle lagen zwischen der Buchung in der App und erfolgreicher Ausleihe weniger als 24 Stunden. Das spricht dafür, dass die NutzerInnen relativ spontan Lastenpedelecs nutzen wollen und buchen. Circa 82 % aller erfolgreichen

Reservierungen hatten einen Buchungsbeginn innerhalb einer Minute nach Reservierung, was die Annahme der spontanen Nutzung bestätigt.

2024

39 NutzerInnen haben im Jahr 2024 236 Buchungsvorgänge begonnen. Circa 4 % dieser Buchungsvorgänge wurden von SWG-MieterInnen ($N = 2$ MieterInnen) ausgelöst und 96 % von Studierenden oder MitarbeiterInnen der Universität Freiberg ($N = 37$). Durchschnittlich wurden 5.75 Buchungsvorgänge pro Person in der App gestartet. Circa 85 % der Buchungsvorgänge ($N = 202$) wurden beendet. Knapp 95 % dieser 202 Buchungen führten tatsächlich zu erfolgreich abgeschlossenen Ausleihen bzw. Fahrten ($N = 191$). In ca. 54 % der erfolgreich abgeschlossenen Fahrten lag zwischen der Buchung und dem Buchungsbeginn weniger als eine Minute. Wie in Abbildung 56 zu sehen, werden beinahe 98 % der Fahrten innerhalb von 24 Stunden geplant. Im Vergleich zum Reallaborjahr 2023 fanden deutlich weniger spontane Buchungen (< 1 Minute) statt, allerdings wurde die Mehrheit der Fahrten innerhalb einer Stunde vor Ausleihbeginn reserviert.

Verteilung der Zeitspannen zwischen Buchung und Ausleihbeginn

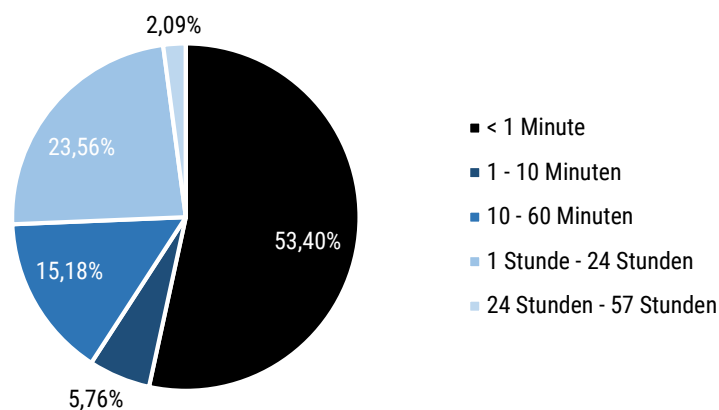


Abbildung 56. Prozentuale Verteilung der Dauer zwischen Buchung in der App und Ausleihbeginn ($N = 191$).

SteigtUM!-Routing App

SteigtUM!- Routing ist eine fortschrittliche App für städtische Mobilität, die öffentliche Verkehrsmittel mit dem Sharing von Lastenrädern verbindet. Die App stellt den NutzerInnen eine kostengünstige, leicht zugängliche und umweltfreundliche Alternative zum Auto zur Verfügung. Durch die Integration unterschiedlicher Verkehrsmittel ermöglicht das angestrebte Gesamtsystem eine emissionsfreie, individuelle Mobilität und steigert die Flexibilität des öffentlichen Nahverkehrs. Die SteigtUM! – Routing App wurde durch Nutzertests im Mai des Jahres 2024 evaluiert. Die ReallabornutzerInnen wurden anschließend dazu aufgefordert diese für die Routenplanung zu nutzen. Im Projektzeitraum konnte jedoch keine Buchung der CityPeds über die SteigtUM!-Routing App registriert werden. Schlussfolgerungen über die Nutzung von Apps, welche unterschiedliche Verkehrsträger integrieren, können nicht gezogen werden, da der Zeitraum für eine potentielle Nutzung nur sehr klein war. Ob die SteigtUM!-Routing - App im Reallabor genutzt wird, werden anschließende wissenschaftliche Veröffentlichungen zum Reallaborjahr 2024 beleuchten. Die Ergebnisse zur App-Evaluation werden im Abschnitt 4.2.6 (Wie sollte eine nutzeroptimierte Einbindung der entwickelten Mikromobile in die multimodalen Transportsysteme gestaltet sein?) vorgestellt.

4.2.3.5 Gesamtsystem

Die Zufriedenheit mit dem Gesamtsystem konnte ausschließlich im Reallaborjahr 2023 (Abbildung 57) erhoben werden, da im Projektzeitraum für das Jahr 2024 noch keine Befragungen nach längerer Zeit der

Nutzung ausgefüllt waren. Allerdings liefern die Ergebnisse aus den Abschnitten 4.2.3.1 und 4.2.3.4 Hinweise auf die Zufriedenheit mit dem Gesamtsystem. Geplante anschließende wissenschaftliche Veröffentlichungen in Fachzeitschriften werden die Bewertung des Gesamtsystems nach längerer Zeit der Nutzung beleuchten.

Zufriedenheit mit dem Gesamtsystem im Reallaborjahr 2023

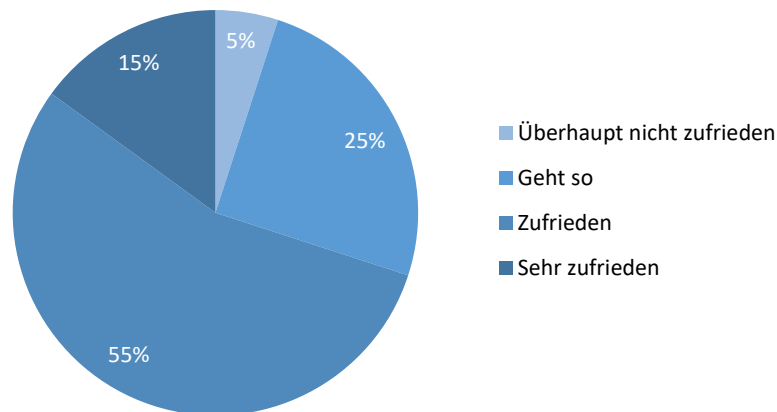


Abbildung 57. Prozentuale Verteilung der Zufriedenheit mit dem SteigtUM!-System als Ganzen (N = 20).

4.2.3.6 Zusammenfassung

Mikromobile

Die Benutzerfreundlichkeit und das Nutzungsverhalten im Vortest und Reallabor der CityPed-Modelle wurden umfassend analysiert. Im Vortest war das Sicherheitsgefühl, welches ein Schlüsselfaktor für die Markteinführung ist, bei dem im Projekt entwickelten Modell FRED (später CityPed) besonders hoch, während andere Modelle wie TreGo teils Unsicherheitsgefühle hervorriefen. Beim Risiko- und Stressempfinden schnitt FRED ebenfalls am besten ab, mit signifikant geringeren Werten im Vergleich zu anderen Modellen, insbesondere CHIKE und TREGO. Die Kontrollierbarkeit wurde für unbeladene Fahrten generell als gut empfunden, mit FRED als kontrollierbarstem Modell. Beladen zeigte sich die Kontrollierbarkeit etwas schwieriger, aber FRED schnitt weiterhin am besten ab. Die Nutzungsintention war bei FRED und Douze hoch, während TreGo als weniger nutzungsfreundlich eingestuft wurde. Die wahrgenommene Nützlichkeit war für alle Modelle eher moderat, aber FRED wurde als nützlicher eingeschätzt als CHIKE und TREGO. Die Einfachheit der Nutzung wurde ebenfalls positiv bewertet, insbesondere für FRED, das signifikant einfacher zu bedienen war als andere Modelle. In Bezug auf die Handhabung der Lenkung, Bremse und Gangschaltung wurden nur in der Lenkung signifikante Unterschiede festgestellt, wobei FRED als am besten handhabbar eingeschätzt wurde. Im Reallabor wurde die Zufriedenheit mit jeder Fahrt dokumentiert. Die Werte stiegen über die Jahre, mit 85 % zufriedenstellenden Bewertungen im Jahr 2024, was auf eine positive Entwicklung des Systems hinweist. Das Nutzungsverhalten zeigte, dass die meisten Fahrten zu Pendelzeiten stattfanden, mit einem verstärkten Fokus auf den Standort Audimax. Der Einfluss von Wetterbedingungen wie Regen und Temperatur auf die Nutzung blieb jedoch gering.

Um eine optimale Mensch-Technik-Interaktion im Bereich Mikromobile, speziell bei gewerblicher Nutzung (CityTrunk), zu erreichen, müssen mehrere Aspekte adressiert werden. Während das Be- und Entladen bereits gut an die Nutzerbedürfnisse angepasst sind, zeigen Ein- und Ausparken sowie das Fahren Optimierungspotenzial. Gewerbliche NutzerInnen mussten sich am meisten an die elektrische Unterstützung gewöhnen. Diese Aspekte sind durch die abrupte Beschleunigung beim Anfahren bedingt. Um die Mensch-Technik-Interaktion zu verbessern, werden eine manuelle Steuerung der Beschleunigung sowie technische Hilfsmittel wie Rückfahrkameras oder Sensoren empfohlen. Sicherheitsbedenken bei

schwerer Beladung nahmen nach praktischer Nutzung deutlich ab, was auf eine stabilere Wahrnehmung des Fahrzeugs hinweist. Sicherheitsbedenken bestehen jedoch bei der elektrischen Unterstützung und dem Handling, bedingt durch abrupte Beschleunigung und scharfkantige Schutzbleche. Die Länge und Breite des CityTrunks werden hingegen als gut durchdacht bewertet und erforderte geringe Gewöhnung. Die Reichweite des Fahrzeugs wurde als ausreichend für den täglichen gewerblichen Einsatz empfunden.

Die Erforschung der Mensch-Technik-Interaktion bei Mikromobilen wie dem CityScooter zielt darauf ab, bisher noch nicht auf dem Markt existierende Mobile erst einmal hinsichtlich ihrer Fahreigenschaften zu evaluieren. Die Kontrollierbarkeit ist ein entscheidender Aspekt für die Mensch-Technik-Interaktion bei Lastenscootern. Die Bewertungen zeigen, dass der Scooter insgesamt moderat kontrollierbar ist, mit einer Tendenz zu geringerer Kontrollierbarkeit im beladenen Zustand. Besonders Probleme mit Balance und Stabilität, insbesondere in engen Kurven bei reduzierter Geschwindigkeit, erschweren die Handhabung. Dies weist darauf hin, dass Optimierungen in der Konstruktion notwendig sind, um Stabilität und Präzision der Steuerung zu verbessern und so eine optimale Mensch-Technik-Interaktion zu ermöglichen. Ein weiterer Aspekt ist das Risikoempfinden der Probanden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Fahrt ohne Ladung als weniger riskant wahrgenommen wird, während das Risiko im beladenen Zustand moderat eingeschätzt wird. Der CityScooter zeigt moderate Vertrauenswerte, die durch die Nutzungserfahrungen stabil bleiben. Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass der Scooter nicht uneingeschränkt als verlässlich wahrgenommen wird, möglicherweise bedingt durch Unsicherheiten bei instabilen Fahrsituationen. Insgesamt besteht noch Optimierungspotenzial, insbesondere bei der Handhabung unter realen Bedingungen. Ein häufiger Wunsch der ProbandInnen war die Integration eines Blinkersystems, um die Risiken durch manuelle Handzeichen zu reduzieren und die Sicherheit sowie Benutzerfreundlichkeit zu verbessern.

App

In den Vortests wurde die SteigtUM!-App von den NutzerInnen in einem ersten Test als gut bis sehr gut in Bezug auf die folgenden Aspekte bewertet: die Usability (Gebrauchstauglichkeit), gemessen mittels SUS (Brooke, 1996) und UMUX (Finstad, 2010), die User Experience (gemessen mit dem AttrakDiff; Hassenzahl, Burmester, Koller, 2003) sowie die Ästhetik, die durch VisAWI und AttrakDiff erfasst wurde. Es wurden jedoch auch einige Limitationen des Tests festgestellt: Das Szenario war provisorisch und umfasste keine exakte Positionierung oder induktives Laden. Die Testung beschränkte sich auf die Direktausleihe, und andere klassische Usability-Maße wie Fehler und Bearbeitungszeit wurden nicht erfasst. Zudem war der Personenkreis eingeschränkt, da keine NutzerInnen über 60 Jahre und hauptsächlich gebildete Teilnehmende involviert waren.

Die SteigtUM!-App wurde über mehrere Jahre in Reallaboren evaluiert. Die Gesamtzufriedenheit mit der App wurde jährlich gemessen und zeigte hohe Zufriedenheitswerte nach der ersten Nutzung, die jedoch im Laufe der Zeit leicht abnahmen. Zusätzlich wurden fahrtenbezogene Bewertungen seit 2023 durchgeführt, wobei etwa 60 % der NutzerInnen angaben, nach jeder Fahrt zufrieden zu sein. Die Akzeptanz der App wurde mit der Van der Laan-Skala erfasst, wobei die Nützlichkeit und Zufriedenheit ebenfalls im Laufe der Nutzung abnahmen, jedoch überwiegend positiv blieben. Ein weiteres zentrales Element der Evaluation betraf das Vertrauen, das anhand der "Trust in Automation"-Skala gemessen wurde und besonders 2023 nach der ersten Nutzung anstieg, jedoch leicht nach längerer Nutzung sank. Der Interaktionskomfort der App, insbesondere beim Buchen, der Ausgabe und der Rückgabe, wurde ebenfalls positiv bewertet, zeigte jedoch 2023 eine Abnahme bei wiederholter Nutzung. Auch das Nutzungsverhalten wurde analysiert: 2023 wurden viele Buchungen kurzfristig und spontan getätigt, während 2024 eine leicht strukturierte Nutzungstendenz zu beobachten war. Die SteigtUM!-Routing-App wurde zur Integration unterschiedlicher Verkehrsmittel entwickelt, jedoch wurden im Untersuchungszeitraum keine Buchungen über diese Schnittstelle verzeichnet, was eine Evaluation in diesem Bereich erschwerte.

4.2.3.7 Fazit: Aspekte für eine optimale Mensch-Technik-Interaktion

Um eine optimale Mensch-Technik-Interaktion zu gewährleisten, müssen alle Einzelsysteme – von der App über die Mikromobile bis hin zum gesamten Verleihsystem – harmonisch zusammenwirken.

Die Ergebnisse der Analyse zur Benutzerfreundlichkeit und Nutzung der CityPed-Modelle zeigten eine differenzierte Bewertung der Komponenten und deren Marktrelevanz. Das Modell FRED, welches der Prototyp für die im Projekt entwickelten CityPeds ist, wurde im Vortest über verschiedene Nutzungsdimensionen hinweg signifikant besser bewertet, insbesondere im Hinblick auf Sicherheitsgefühl, Kontrollierbarkeit und Handhabung, als die anderen getesteten Modelle. Im Reallabor zeigte sich eine steigende Zufriedenheit, über die Projektlaufzeit, was auf Optimierungen in Design und Funktionalität hinweist.

Die Mensch-Technik-Interaktion des CityTrunks ist für den gewerblichen Einsatz in Bereichen wie Be- und Entladen sowie Fahrzeugabmessungen gut umgesetzt, zeigt jedoch Optimierungspotenzial beim Ein- und Ausparken sowie Fahren, bedingt durch die abrupte Beschleunigung. Technische Assistenzsysteme und eine manuelle Steuerung der Beschleunigung könnten die Nutzererfahrung verbessern. Sicherheitsbedenken nehmen durch praktische Nutzung ab, bleiben aber bei Beschleunigung und Schutzblechdesign relevant. Die Reichweite des Fahrzeugs wurde als ausreichend für den täglichen gewerblichen Einsatz empfunden.

Die Untersuchung der Mensch-Technik-Interaktion beim CityScooter zeigt, dass insbesondere die Stabilität und Kontrollierbarkeit im beladenen Zustand sowie in engen Kurven bei geringer Geschwindigkeit optimiert werden müssen. Beladene Fahrten werden als moderat riskanter wahrgenommen, und instabile Fahrsituationen mindern das Vertrauen in das Fahrzeug. Die Integration eines Blinkersystems könnte die Sicherheit und Benutzerfreundlichkeit erhöhen. Insgesamt besteht Optimierungspotenzial, um den Scooter für reale Nutzungsszenarien sicherer und intuitiver zu gestalten.

Für die SteigtUM!-App ergaben die Vortests und Reallaborevaluationen ebenfalls positive Bewertungen. Die Usability und User Experience wurden in frühen Tests gut bewertet, allerdings mit Einschränkungen aufgrund provisorischer Testbedingungen und einer eingeschränkten Teilnehmerschaft. Langzeitergebnisse zeigten eine hohe, aber leicht abnehmende Zufriedenheit und Akzeptanz der App. Das Vertrauen in die App und der Interaktionskomfort blieben positiv, wiesen jedoch über längere Nutzungszeiträume eine Tendenz zur Abnahme auf. Die spontane Nutzung der App nahm im Jahr 2024 ab. Die Integration in die multimodale SteigtUM!-Routing-App konnte nicht umfassend getestet werden, da die entsprechende Schnittstelle wenig genutzt wurde. Insgesamt zeigen die Ergebnisse Potenzial und Optimierungsmöglichkeiten für eine nachhaltige Implementierung der App und der CityPed-Modelle in den öffentlichen Nahverkehr.

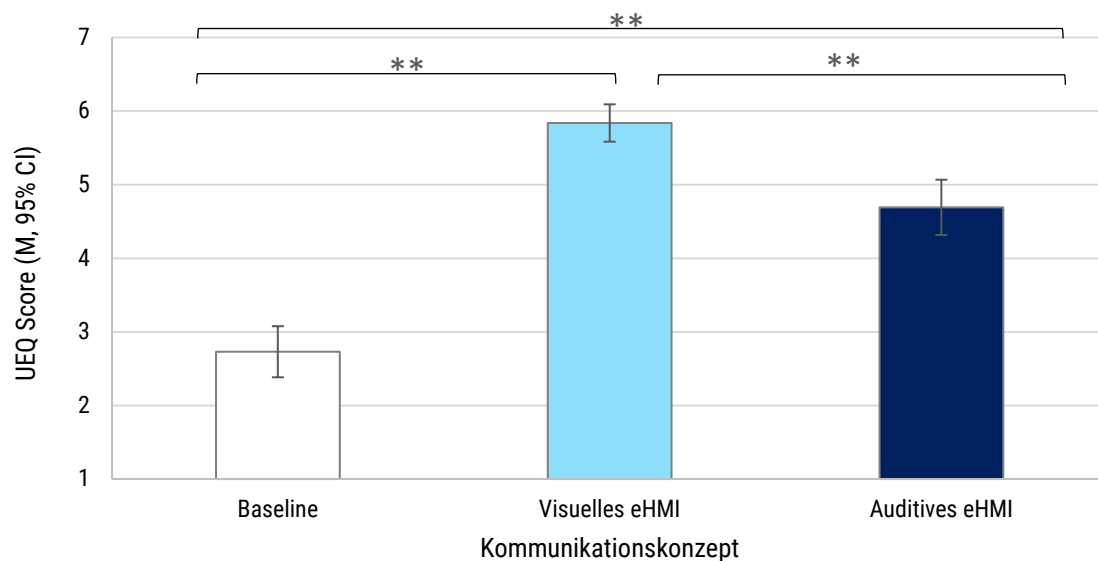
4.2.4 Welche Außenkommunikationskanäle brauchen autonome Mikromobile und wie sollten diese gestaltet sein?

Im Projekt haben wir uns besonders auf die Kommunikation beim Parken fokussiert, da die mobilen Einheiten wie andere Räder im Straßenverkehr mit entsprechenden Lichtern ausgestattet sind, welche für andere Verkehrsteilnehmer bereits intuitiv zu verstehen sind. Um Implikationen für die Gestaltung von Außenkommunikationskanälen zu erhalten, wurden die Ergebnisse der Studie zum autonomen Einparken (Laborstudie autonomes Parken (A3.8), S. 26) herangezogen. In dieser Studie wurden zwei verschiedene Kommunikationskonzepte mit einer Baseline (kein Konzept) verglichen. Das erste Konzept war die visuelle Kommunikation, bei der das CityPed mit einem Lichtband ausgestattet wurde, welches die Fahrzeugbewegungen durch visuelle Signale unterstützte. Das zweite Konzept basierte auf auditiver Kommunikation, wobei über Lautsprecher Signaltöne ausgegeben wurden, um die Interaktion zu

erleichtern. Diese beiden Konzepte wurden hinsichtlich Usability, Akzeptanz und Vertrauen mit einer dritten Variante verglichen, bei der das CityPed lediglich durch seine Fahrzeugbewegungen, ohne zusätzliche visuelle oder auditive Signale, „kommunizierte“ (Baseline).

4.2.4.1 Usability

Hinsichtlich der Usability, welche mit dem UEQ gemessen wurde, ergab sich ein hoch signifikanter Effekt, $F(1.45, 50.90) = 90.92, p < .001, \eta_p^2 = .722$. Auch paarweise Vergleiche ergaben für alle drei Bedingungen signifikante Unterschiede. Wie in Abbildung 58 zu sehen ist, erhielt das visuelle Kommunikationskonzept die höchste Bewertung, gefolgt vom auditiven Kommunikationskonzept. Die Baseline ohne zusätzliche Signale erhielt eine eher schlechte Usability Bewertung.



4.2.4.2 Akzeptanz

Abbildung 58. Vergleich der Usability-Bewertung für die drei Kommunikationskonzepte. $**p < .001$ ($N = 36$) mit 95 % Konfidenzintervall.

Zur Bewertung der Akzeptanz der drei Kommunikationskonzepte wurde die van der Laan-Akzeptanzskala mit den Dimensionen Zufriedenheit und Nützlichkeit verwendet. Die Auswertung der Zufriedenheitsdimension ergab einen hochsignifikanten Unterschied zwischen den Modellen mit einem großen Effekt in Abhängigkeit des Kommunikationskonzeptes, $F(1.61, 56.42) = 56.41, p < .001, \eta_p^2 = .617$. Alle paarweisen Vergleiche zeigten hochsignifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Kommunikationskonzepten ($p < .001$). Hinsichtlich Zufriedenheit erhielt die beste Bewertung das visuelle Kommunikationskonzept. Für die Baseline wurden eher schlechte Zufriedenheitswerte beobachtet (Abbildung 59).

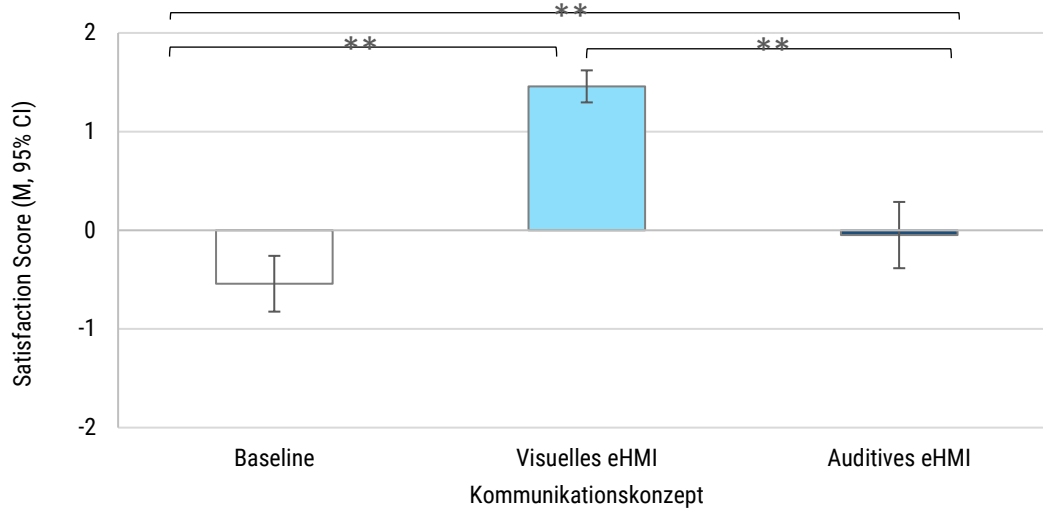


Abbildung 59. Vergleich der Akzeptanzbewertungen für die Skala Zufriedenheit für die untersuchten Kommunikationskonzepte. * $p < .05$; ** $p < .001$, ($N = 36$) mit 95 % Konfidenzintervall.

In Bezug auf die Skala Nützlichkeit konnte ebenfalls ein hochsignifikanter Unterschied für das Kommunikationskonzept $F(2, 70) = 84.215$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .706$ festgestellt werden, sowie auch für die paarweisen Vergleiche ($p < .001$). Die höchsten Werte erhielt das visuelle Kommunikationskonzept, das auditive elektronische HMI (eHMI) folgte mit einer mittleren Nützlichkeit und die Baseline wurde mit einer geringen Nützlichkeit bewertet (Abbildung 60).

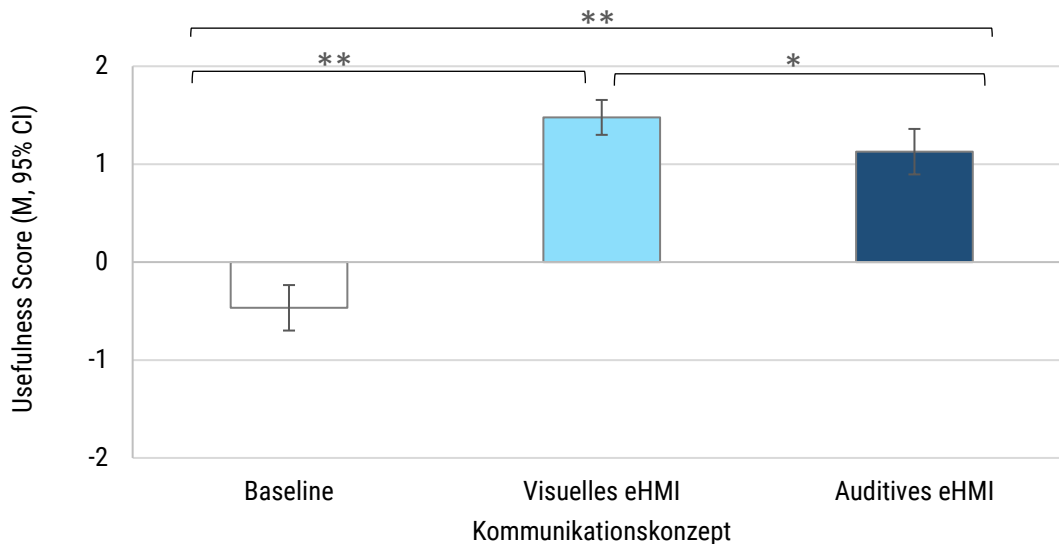


Abbildung 60. Vergleich der Akzeptanzbewertungen für die Skala Nützlichkeit für die untersuchten Kommunikationskonzepte. * $p < .05$; ** $p < .001$, ($N = 36$) mit 95 % Konfidenzintervall.

4.2.4.3 Vertrauen

Des Weiteren wurde das Vertrauen in die verschiedenen Kommunikationskonzepte mit Hilfe des Fragebogens von Jian et al. (2000) untersucht. Es ergaben sich für die Kommunikationskonzepte hochsignifikante Unterschiede mit einem großen Effekt, $F(1.39, 48.57) = 118.31, p < .001, \eta_p^2 = .772$. Die paarweisen Vergleiche ergaben ebenfalls hochsignifikante Unterschiede für alle Konzepte ($p < .001$). Das höchste Vertrauen wurde gegenüber dem visuellen eHMI angegeben, gefolgt von dem auditiven Kommunikationskonzept. Auch hier erhält die Baseline (das Kommunikationskonzept ohne zusätzliche Signale) die schlechteste Bewertung und ein eher niedriges Vertrauen (Abbildung 61).

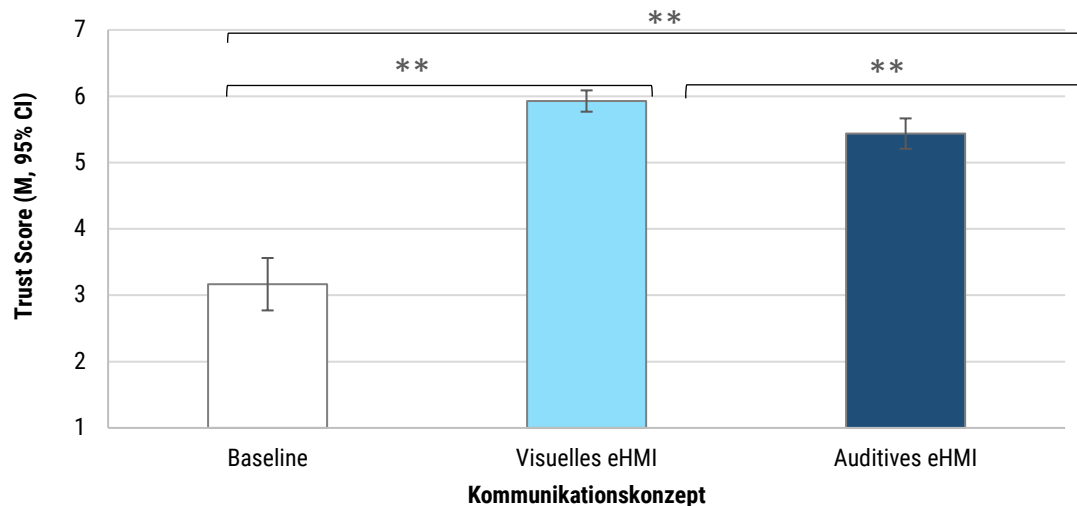


Abbildung 61. Bewertung hinsichtlich Vertrauen für die untersuchten Kommunikationskonzepte. $**p < .00, (N = 36)$ mit 95 % Konfidenzintervall.

4.2.4.4 Fazit: Gestaltung der Außenkommunikation für autonom agierende Mikromobile

Die Ergebnisse der Studien im SteigtUM!-Projekt implizieren, dass autonom agierende Mikromobile spezifische Außenkommunikationskanäle benötigen, die über die etablierte Signale im Straßenverkehr hinausgehen. Dies gilt insbesondere für Situationen wie dem Einparken. Für dieses Szenario wurden im Projekt drei Kommunikationskonzepte vergleichend gegenübergestellt: (1) ein Konzept mit zusätzlichen visuellen Signalen, (2) ein Konzept mit externen auditiven Signalen und (3) ein Konzept ohne zusätzliche Kommunikationssignale, das nur auf den Fahrzeugbewegungen beruht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Bedingungen mit den zusätzlichen visuellen und auditiven Signalen gegenüber der Baseline jeweils besser bewertet wurden. Ein autonomes Einparken des Lastenpedelecs ohne zusätzliche Signale führte in allen abgefragten Konstrukten zu unzureichenden Ergebnissen, was den Schluss nahelegt, dass autonom agierende Mikromobile zusätzliche Signale für die Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmenden und dem Nutzenden selbst benötigen. Wie solche externen Signale möglichst nutzerfreundlich und verständlich gestaltet sein können und welche Modalität hier geeignet sein kann, beleuchten die Ergebnisse zur Einschätzung des visuellen und auditiven Kommunikationskonzepts näher. Die Studienergebnisse verdeutlichen, dass visuelle Signale, wie ein Lichtband zur Unterstützung der Fahrzeugbewegungen, die höchste Usability, Akzeptanz und das größte Vertrauen erzeugen. Die auditive Kommunikation mittels Signaltönen zeigte ebenfalls positive Effekte, blieb jedoch hinter den visuellen Signalen zurück. Insbesondere bei der Usability erhielt das visuelle Konzept die höchsten Bewertungen, gefolgt vom auditiven Konzept, während die Baseline deutlich schlechter bewertet wurde. Auch bei der Akzeptanz zeigten sich deutliche Unterschiede: Die visuelle Kommunikation wurde sowohl in den Dimensionen Zufriedenheit als auch Nützlichkeit am besten bewertet. Ähnlich verhielt es sich beim Vertrauen, das gegenüber dem visuellen Konzept am höchsten war, während die Baseline erneut die niedrigsten Werte aufwies. Die Ergebnisse müssen immer im Kontext des untersuchten Szenarios und

auch vor dem Hintergrund der gewählten Evaluationsmethodik im Rahmen eines Laborversuchs eingeordnet werden.

Im Rahmen des Projekts wurde mit dem Einparken ein mögliches Szenario für das autonome Agieren von Mikromobilen untersucht. Dieser Anwendungsfall wurde basierend auf der Annahme priorisiert, dass ein autonomer Rückgabeprozess die Nutzerfreundlichkeit des Sharing Systems maßgeblich erhöhen kann. Neben der Einparksituation gibt es natürlich weitere Szenarien, in denen eine externe Kommunikation von autonomen Mikromobilen nützlich wäre. Das trifft insbesondere auf Situationen zu, in denen potenzielle andere Verkehrsteilnehmende anwesend sind, NutzerInnen des Mikromobils jedoch als direkte Interaktionspartner nicht verfügbar sind. Ein solches Beispiel wäre, wenn ein CityPed nach dem Abstellen eigenständig zu einer Ladesäule fährt. Besonders in schlecht beleuchteten Umgebungen könnte es durch dynamische Lichtsignale, wie leuchtende Umrisse oder projizierte Bewegungsrichtungen, seine Präsenz und Absichten klar kommunizieren. Ein effektives Kommunikationssystem müsste hier durch visuelle oder auditive Signale die Absichten und Bewegungen des Mikromobils klar kommunizieren, um die Interaktion im Verkehr sicher und verständlich zu gestalten. Solche Szenarien wurden jedoch im Rahmen der Umsetzung des Projekts „SteigtUM!“ nicht behandelt. Der Fokus der Untersuchungen lag ausschließlich auf der Kommunikationsunterstützung während des autonomen Einparkens. Szenarien wie das autonome Fahren zur Ladesäule oder andere komplexere Verkehrskontexte, die eine erweiterte Außenkommunikation erfordern, wurden nicht simuliert oder analysiert.

Zusammenfassend legen die Ergebnisse nahe, dass zusätzliche Kommunikationskonzepte für autonom agierende Mikromobile die bevorzugte Wahl sind, um eine hohe Benutzerfreundlichkeit, Akzeptanz und Vertrauen zu gewährleisten. Basierend auf den Studienergebnissen könnte ein möglicher Ansatz für die künftige Gestaltung solcher Kommunikationskonzepte eine Kombination aus auditiven und visuellen Signalen sein. Die Ergebnisse sollten um Befunde zu anderen Szenarien und in anderen Settings (z.B. Feldversuch) erweitert werden. Die Erkenntnisse des Projekts liefern hierfür wichtige Gestaltungsempfehlungen und Befundgrundlagen für die Entwicklung zukünftiger Außenkommunikationskonzepte autonom agierender Mikromobile.

4.2.5 Wie sieht eine nutzeroptimierte, autonome Park- und Ladestation aus?

Eine nutzeroptimierte, autonome Park- und Ladestation für ein Lastenpedelec (CityPed) sollte auf Basis der durchgeführten Aufgabenanalyse und Nutzerstudien die folgenden Schlüsselemente enthalten. Aus technischer Sicht wird empfohlen, das Lastenpedelec rückwärts einzuparken, da das kontaktlose Ladesystem an der Rückseite des Fahrzeugs angebracht ist. Die Ladespule wird im hinteren Bereich der CityBox platziert. Darüber hinaus wurde in den Nutzerstudien (siehe 4.1.1.3 Nutzertest des CityPeds zum Fahren, Parken und Laden (A2.5), S. 23) die Kontrollierbarkeit über standardisierte Skalen als auch objektive Kriterien wie Korrekturzüge beim Einparken erhoben. Zusätzlich wurde die Usability für die Vorgänge erhoben und untersucht, ob Rückmeldungen in Form von Kontrollleuchten fürs Einparken eine sinnvoll Hilfestellung für NutzerInnen sein können.

4.2.5.1 Kontrollierbarkeit

Die Kontrollierbarkeit („Bitte schätzen Sie auf einer Skala von 1-10 ein, wie gut Sie das Lastenpedelec beim Einparken unter Kontrolle behalten konnten.“ 1 = voll kontrollierbar, 10 = gar nicht kontrollierbar) des Lastenpedelecs wurde sowohl beim Vorwärts- als auch beim Rückwärts-Einparken im Bereich zwischen voll und eher kontrollierbar angegeben (siehe Abbildung 62). Signifikante Unterschiede konnten nicht beobachtet werden.

Während der Nutzerstudie benötigten zwei ProbandInnen beim Vorwärts-Einparken Hilfestellung vom Versuchsleiter. Kein Proband brauche eine Hilfestellung beim rückwärtigen Einparken.

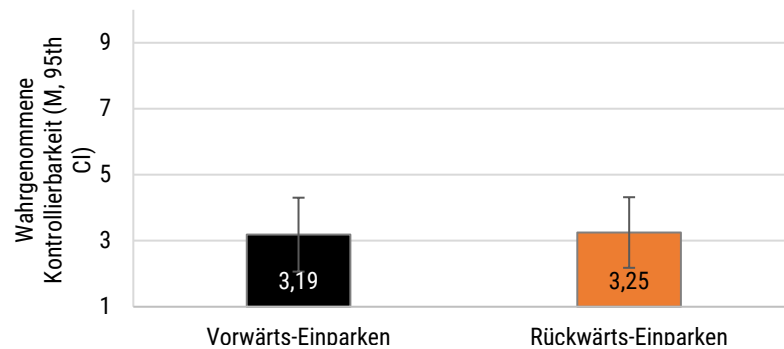


Abbildung 62. Kontrollierbarkeit des CityPeds während des Rückwärts- oder Vorwärts-Einparkens (N = 16) mit 95 % Konfidenzintervall.

Im Schnitt benötigten die ProbandInnen 1.3 Korrekturzüge, um das Lastenpedelec vorwärts einzuparken ($SD = 1.3$, $Min = 0$, $Max = 7$) und 1.2 Korrekturzüge, um das Lastenpedelec rückwärts einzuparken ($SD = 1.5$, $Min = 0$, $Max = 6$). Der jeweils erste Vorgang einer Einparkrichtung benötigt mehr Korrekturzüge als der zweite Vorgang. Es zeigt sich demnach ein Lerneffekt bei den ProbandInnen, der jedoch nicht signifikant ist ($t(15) = 0.29$, $p = .779$). Es zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Vorwärts- und Rückwärts-Einparken hinsichtlich der Anzahl an Korrekturzügen.

4.2.5.2 Usability

Die Nutzerstudie (4.1.1.3 Nutzertest des CityPeds zum Fahren, Parken und Laden (A2.5), S. 23) hat gezeigt, dass sowohl das Vorwärts- als auch Rückwärts-Einparken überwiegend positiv empfunden wird. Das Vorwärts-Einparken wird als etwas wünschenswerter und angenehmer als Rückwärts-Einparken eingeschätzt (Abbildung 63). Jedoch zeigen sich in der wahrgenommenen Nützlichkeit keine signifikanten Unterschiede zwischen dem Vorwärts- und Rückwärts-Einparken ($t(14) = 0.31$, $p = .762$, 2-seitig). Wie in Abbildung 64 zu sehen ist, erhält das Rückwärts-Einparken für die Zufriedenheit leicht höhere Werte als das Vorwärts-Einparken, wobei es jedoch keine signifikanten Unterschiede gibt ($t(15) = -1.005$, $p = .331$; 2-seitig).

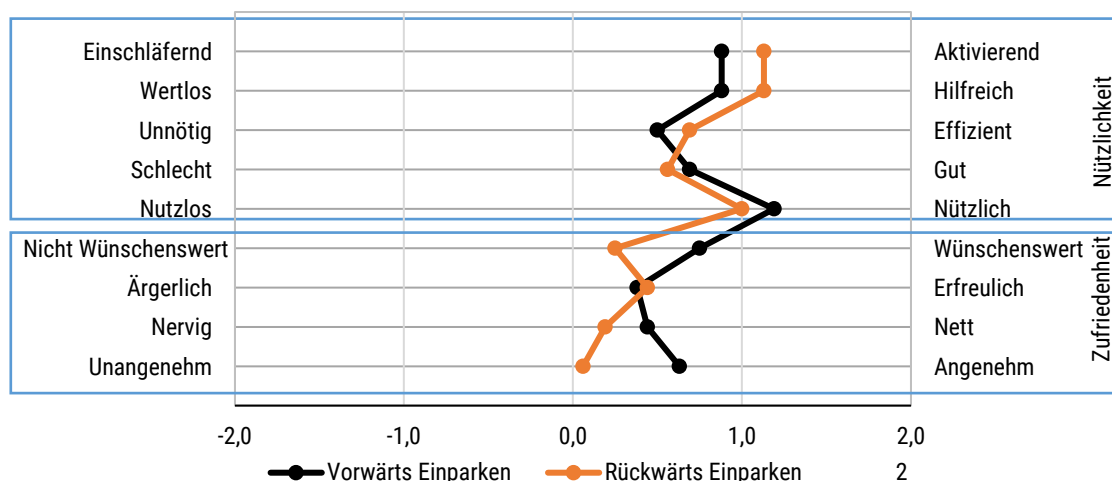


Abbildung 63. Durchschnittliche Bewertung der Items der van der Laan Skala zur Bestimmung der Nützlichkeit und Zufriedenheit während des Rückwärts- oder Vorwärts-Einparkens (N = 16).

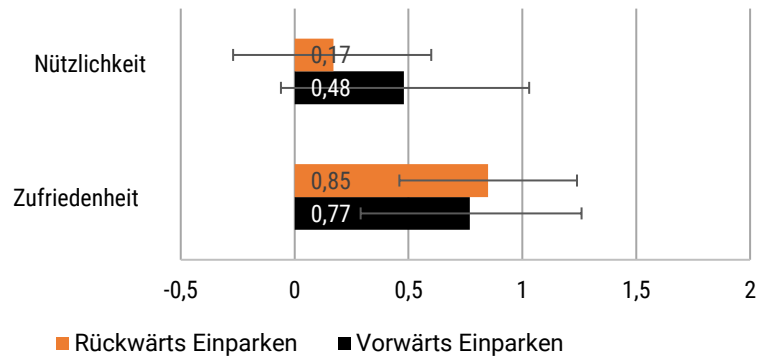


Abbildung 64. Durchschnittliche Bewertung der Nützlichkeit und Zufriedenheit während des Rückwärts- oder Vorwärts-Einparkens (N =16) mit 95 % Konfidenzintervall.

4.2.5.3 Kontrollleuchte für korrektes Einparken

Um die korrekte Positionierung des CityPeds zu visualisieren, wurde eine optische Rückmeldung in Form einer Kontrollleuchte evaluiert („Die Rückmeldung zur optimalen Positionierung durch das Schienensystem und den Widerstand mit/ohne Leuchte war hilfreich.“, 1 = „Stimme überhaupt nicht zu“, 2 = „Stimme eher nicht zu“, 3 = „Teils/teils“, 4 = „Stimme eher zu“, 5 = „Stimme voll zu“). Die Einparkvorgänge mit der Kontrollleuchte wurden im Durchschnitt als deutlich hilfreicher für das Vorwärts- ($t(15) = -5.00, p < .001$) und Rückwärts-Einparken ($t(15) = -4.13, p = .001$) im Vergleich zum Einparken ohne Leuchte eingeschätzt (Abbildung 65).

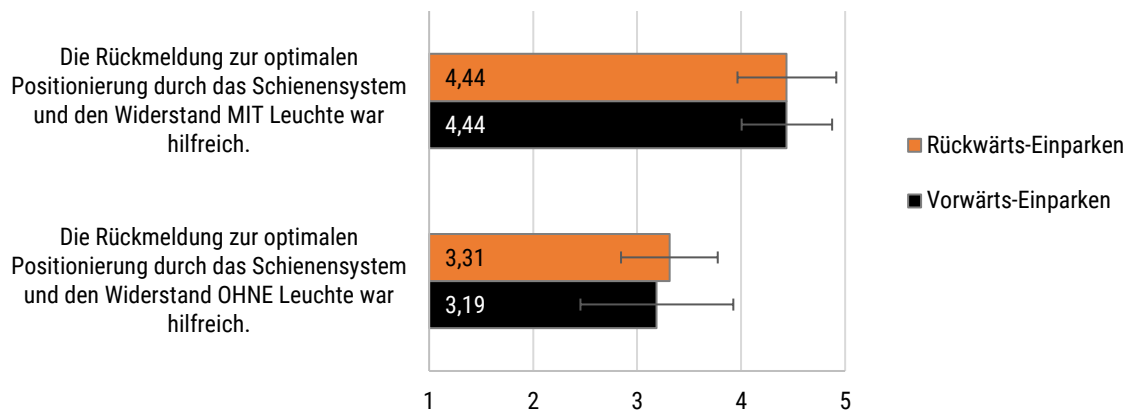


Abbildung 65. Durchschnittliche Bewertung wie hilfreich die Rückmeldung für das Vorwärts- und Rückwärts-Einparken mit und ohne Kontrollleuchte zur optischen Rückmeldung (N =16) war, mit 95 % Konfidenzintervall

Darüber hinaus wurden die ProbandInnen zur Sicherheit bezüglich des Ausgangs des Vorgangs befragt („Bitte geben Sie im Folgenden Ihre Einschätzung dazu, inwiefern Sie sich bei den beiden getesteten Varianten sicher waren, dass das Lastenpedelec am Ende des Einparkens optimal positioniert war.“ 1 = „Gar nicht sicher“, 2 = „Eher nicht sicher“, 3 = „Teils/Teils“, 4 = „Eher sicher“, 5 = „Sehr sicher“). Die ProbandInnen fühlten sich in der Bedingung mit Leuchte signifikant sicherer (Abbildung 66) als ohne Leuchte. Dies traf auf das Vorwärts- ($t(15) = -4.04, p < .001$) und Rückwärts-Einparken ($t(15) = -3.16, p = .006$) zu.

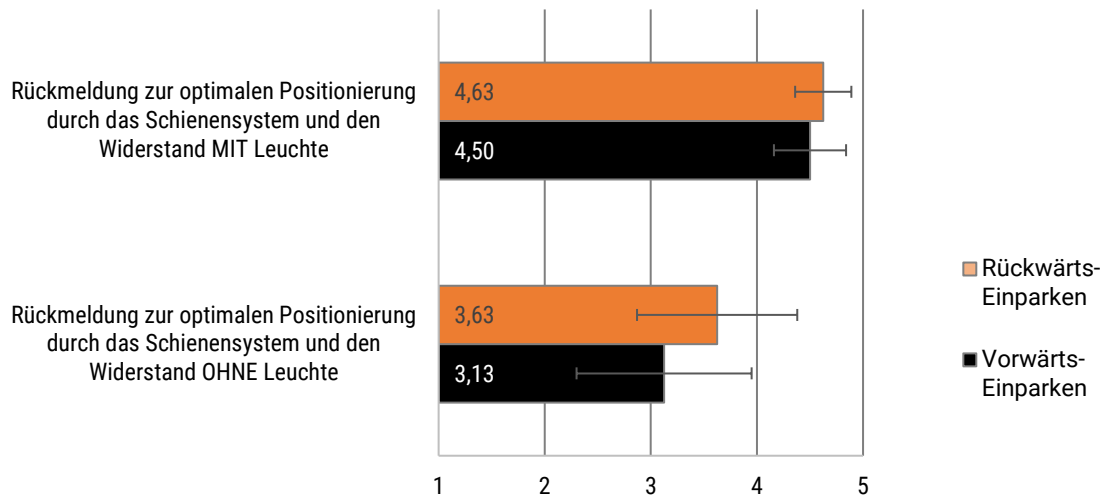


Abbildung 66. Einschätzung der Sicherheit für das Vorwärts- und Rückwärts-Einparken mit und ohne Kontrollleuchte zur optischen Rückmeldung (N = 16) mit 95 % Konfidenzintervall.

4.2.5.4 Fazit: Nutzeroptimierte Park- und Ladestation?

Bei der Gestaltung einer nutzeroptimierten Park- und Ladestation für ein Lastenpedelec wie dem CityPed muss sowohl auf ingenieur-technische als auch nutzerfreundliche Aspekte geachtet werden. Aus der im Projekt durchgeführten Aufgabenanalyse des Parkprozesses resultierte eine Reihe von Anforderungen an den Parkprozess, die bei dessen technologischer Auslegung und nutzerfreundlichen Gestaltung Beachtung fanden. Beispielsweise ergab sich aus technischer Perspektive die Anforderung, dass das CityPed rückwärtig einparkt. Dies ist notwendig, da das kontaktlose Ladesystem im hinteren Bereich des Fahrzeugs angebracht ist und die Technik, die in der CityBox zum Laden benötigt wird, aus Gründen der Sicherheit und technologischen Machbarkeit ebenfalls im hinteren Bereich angebracht sein muss. Die Ladespule ist dabei in die CityBox integriert, was eine präzise Ausrichtung sicherstellt. Für eine korrekte und erleichterte Positionierung des CityPeds an der Ladespule zur Gewährleistung des Ladevorgangs wurde zudem die Anforderung formuliert, das Mikromobil mittels Führungsschiene die korrekte Positionierung zu unterstützen. Im Rahmen der Nutzerstudie wurde das entwickelte Konzept des Parkvorgangs für das CityPed sowie verschiedene Aspekte der nutzerfreundlichen Gestaltung aus Perspektive potenziell NutzerInnen in einem Demonstratorversuch getestet. Hier zeigte sich, dass eine optische Rückmeldung in Form einer Kontrollleuchte zur Visualisierung der korrekten Positionierung des Pedelecs als besonders hilfreich eingeschätzt wird. Diese Rückmeldung erhöht nicht nur die wahrgenommene Sicherheit, sondern auch die Zufriedenheit der NutzerInnen während des Einparkens. Die Kontrollierbarkeit des Einparkvorgangs wurde von den ProbandInnen sowohl beim Vorwärts- als auch beim Rückwärts-Einparken als gut eingestuft. Es zeigte sich diesbezüglich und auch für die wahrgenommene Zufriedenheit und Nützlichkeit kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Parkrichtungen. Beim Rückwärts-Einparken benötigten ProbandInnen zudem keine externe Hilfestellung. Basierend auf diesen Ergebnissen, konnte eine Entscheidung für die Implementierung des Rückwärts-Einparkens getroffen werden, was auch hinsichtlich technologischer Machbarkeit wesentlich zu bevorzugen war. Die

Kontrollleuchte spielte eine entscheidende Rolle für die Zufriedenheit der NutzerInnen und erhöhte die Sicherheit, da die ProbandInnen in der Bedingung mit Kontrollleuchte in jeder Bedingung signifikant sicherer waren, dass das CityPed optimal positioniert ist.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass eine nutzeroptimierte Park- und Ladestation durch visuelle Rückmeldungen wie Kontrollleuchten unterstützt werden sollte, um die korrekte Positionierung zu erleichtern und auch die reibungslose Durchführung des Ladevorgangs zu gewährleisten. Das rückwärtige Einparken bietet sich als bevorzugte Methode an, da es die technischen Anforderungen erfüllt und gleichzeitig keine Nachteile hinsichtlich Usability mit sich bringt. Eine intuitive Gestaltung der Einparkhilfen, etwa durch Führungsschienen und optische Hinweise, trägt zusätzlich dazu bei, die Kontrollierbarkeit weiter zu verbessern und Lerneffekte bei den NutzerInnen zu unterstützen. Mit diesen Maßnahmen kann eine Park- und Ladestation geschaffen werden, die sowohl technisch als auch ergonomisch optimal ist und den Bedürfnissen der NutzerInnen umfassend gerecht wird.

4.2.6 Wie sollte eine nutzeroptimierte Einbindung der entwickelten Mikromobile in die multimodalen Transportsysteme gestaltet sein?

Zur Beantwortung der Fragestellung wurde mit der im Projekt entwickelten SteigtUM!-Routing-App eine Nutzerstudie durchgeführt (siehe S. 29, Quick'n'Dirty App-Evaluation SteigtUM!-Routing-App (B2.6)). Im Rahmen der Evaluation wurde die Technologieakzeptanz, die Gebrauchstauglichkeit als auch Akzeptanz der Routing App bewertet. Zusätzlich sollten die StudienteilnehmerInnen Vor- und Nachteile sowie Verbesserungspotential der Routing-App offen formulieren. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Nutzerstudie berichtet und anschließend Implikationen für die Einbindung in multimodale Transportsysteme erläutert.

4.2.6.1 Bewertung der intermodalen SteigtUM!-Routing App

Die Ergebnisse (Abbildung 67) zeigen, dass die Bewertung der Nützlichkeit und Einfachheit der Nutzung der App sowohl vor als auch nach der ersten Nutzung hoch ist, was auf eine grundsätzlich positive Einstellung der NutzerInnen gegenüber der App hinweist. Für die Risikoeinschätzung und die Nutzungsabsicht wurden signifikante Veränderungen in der Bewertung festgestellt: Die Risikobewertung ist nach der ersten Nutzung signifikant gesunken ($t(12) = -1.61, p = .03, d = 0.9$). Dies bedeutet, dass die NutzerInnen die App nach der Nutzung als weniger risikobehaftet wahrnehmen. Der Effekt ist groß ($d = 0.9$), was darauf hindeutet, dass die tatsächliche Nutzung der SteigtUM!-Routing App zu einem erheblichen Rückgang der wahrgenommenen Risiken führt. Die Absicht, die App zu nutzen, steigt nach der ersten Nutzung signifikant an ($t(12) = 2.16, p = .02, d = 0.5$). Der mittlere Effekt ($d = 0.5$) deutet darauf hin, dass die praktische Erfahrung mit dem der SteigtUM!-Routing App die Bereitschaft zur weiteren Nutzung merklich erhöht. Zusammengefasst deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die erste Nutzung positive Auswirkungen auf die Risikowahrnehmung und die Nutzungsbereitschaft hat: Die wahrgenommenen Risiken sinken, während die Absicht zur Nutzung steigt.

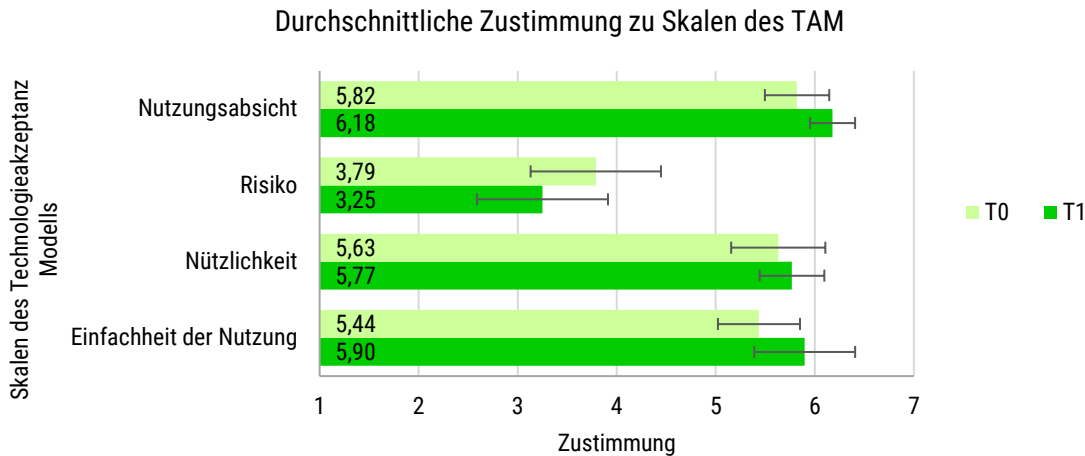


Abbildung 67. Durchschnittliche Bewertung der Technologieakzeptanz auf den Skalen Nutzungsabsicht, Risiko, Nützlichkeit und Einfachheit der Nutzung vor und nach der ersten Nutzung der SteigtUM!-Routing App (N= 13) mit 95 % Konfidenzintervall.

Des Weiteren sollten die StudienteilnehmerInnen die Gebrauchstauglichkeit nach der ersten Nutzung bewerten. Abbildung 68 zeigt die Zustimmung zu den einzelnen Items der System-Usability Skala auf dessen Grundlage der Gesamtwert anschließend berechnet wurde. Die ProbandInnen bewerteten die Gebrauchstauglichkeit durchschnittlich mit $M = 2.8$ ($SD = 0.8$). Der durchschnittliche Gesamtscore über die ProbandInnen der Skala lag bei 70 ($SD = 12$) von 100 Punkten. Das entspricht der Bewertung der SteigtUM!-Routing App als „Gut“. Ab einer Bewertung von 80.3 wird die App als exzellent gewertet.

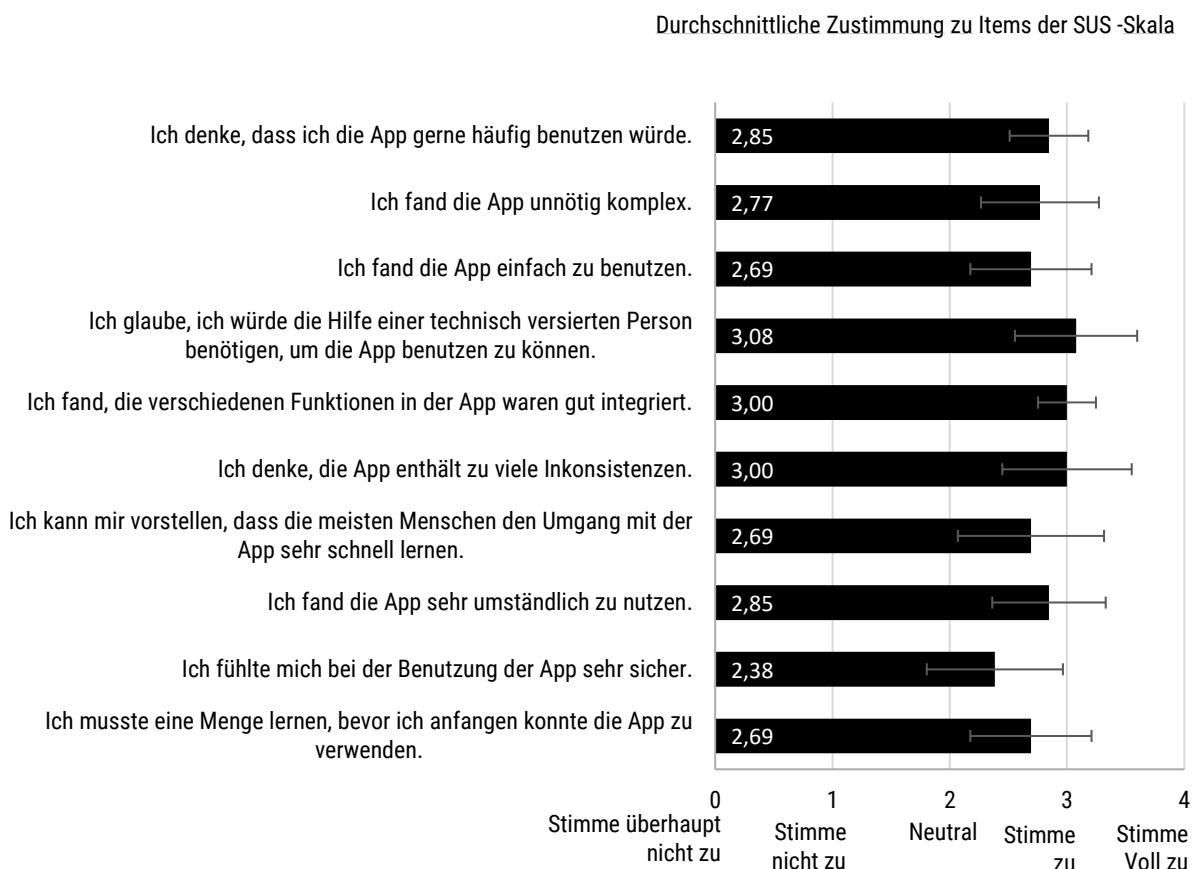


Abbildung 68. Durchschnittliche Zustimmung zu Items der System Usability Skala (N= 13) mit 95 % Konfidenzintervall.

Die Ergebnisse der Akzeptanzskala nach van der Laan et al. (1997) zeigen sowohl hohe Zufriedenheitswerte als auch eine hohe Einschätzung der Nützlichkeit der intermodalen Routing-App (Abbildung 69).

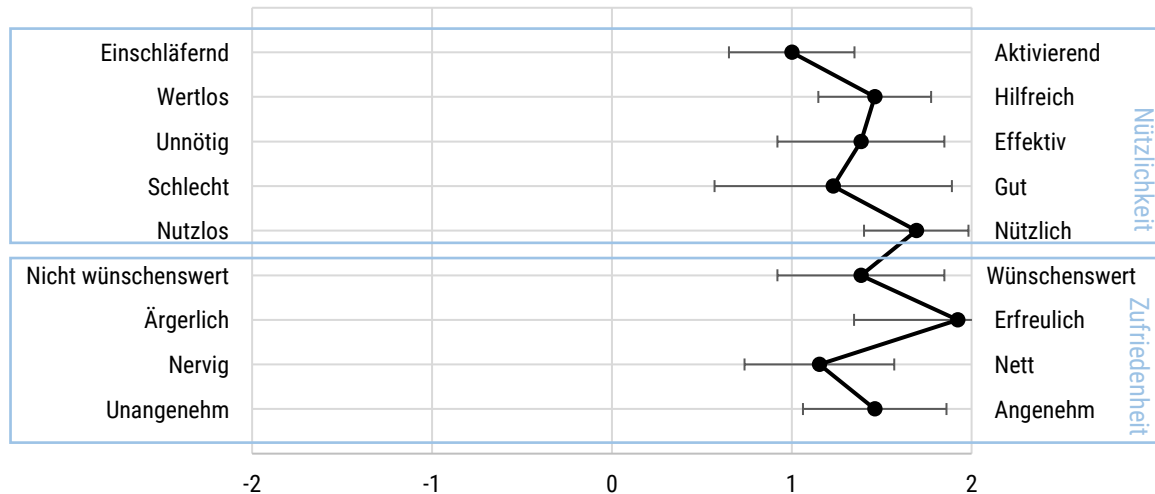


Abbildung 69. Bewertung der Akzeptanz-Items der van der Laan Akzeptanz-Skala mit 95 % Konfidenzintervall (N= 13).

Abbildung 70 zeigt die Analyse hinsichtlich der Bewertung der SteigtUM!-Routing App auf den Items des TAM-Modells. Es zeigte sich ein signifikanter, starker Zusammenhang zwischen der wahrgenommenen Einfachheit der Nutzung und der wahrgenommenen Nützlichkeit der Routing-App, noch bevor die App zum ersten Mal genutzt wurde. Zum Modell wurden die Variablen Umweltbewusstsein ($M = 4.87, SD = 0.83$) und persönliche Innovativität ($M = 5.47, SD = 0.87$) hinzugefügt. Die persönliche Innovativität korrelierte stark mit der Nutzungsintention der App.

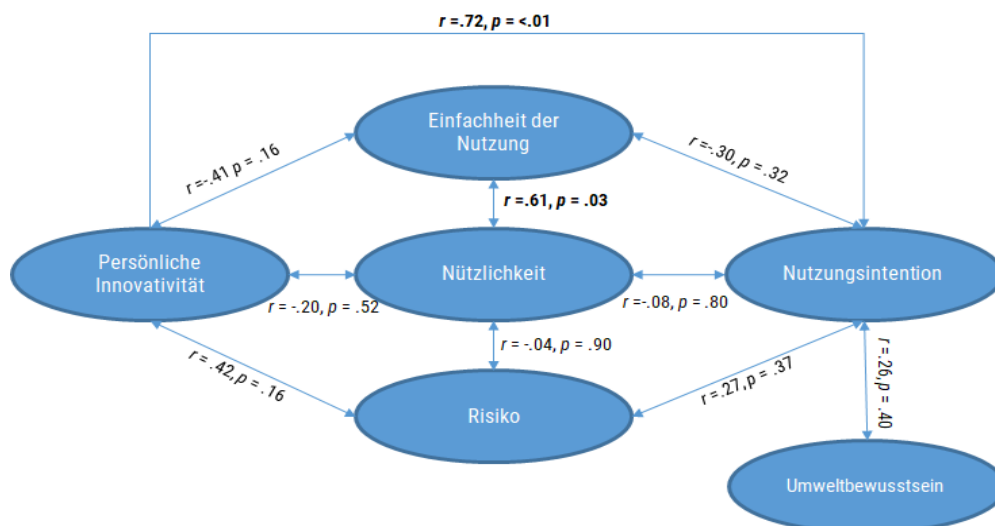


Abbildung 70. Bewertung der Items des Technologie-Akzeptanz-Modells und korrelative Zusammenhänge zwischen den Variablen vor der ersten Nutzung.

Nach der ersten Nutzung (Abbildung 71) der Routing-App zeigt sich ein signifikanter, starker Zusammenhang zwischen der wahrgenommenen Einfachheit der Nutzung und der wahrgenommenen Nützlichkeit als auch der Nutzungsintention. Zudem korrelieren Nützlichkeit und Nutzungsintention ebenfalls stark miteinander.

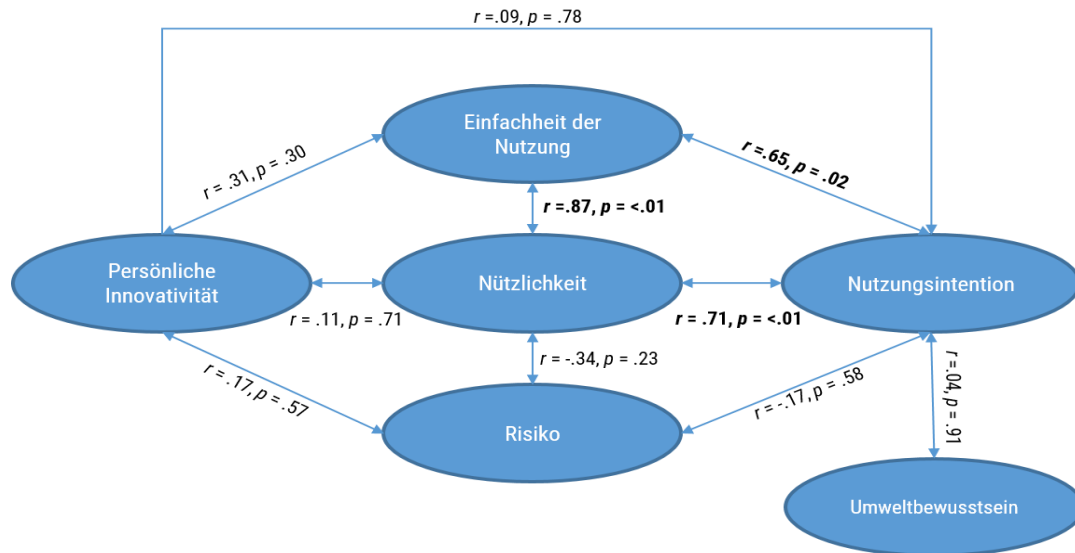


Abbildung 71. Bewertung der Items des Technologie-Akzeptanz Modells und korrelative Zusammenhänge zwischen den Variablen nach der ersten Nutzung.

Die Auswertung der Eindrücke zur SteigtUM!-Routing-App aus den Interviews zeigt eine differenzierte Wahrnehmung der Funktionen und Bedienbarkeit.

Befragt zum allgemeinen Eindruck, wird die SteigtUM!-Routing-App insgesamt als benutzerfreundlich und praktisch wahrgenommen. Besonders für ErstnutzerInnen wird die App aufgrund ihrer klaren Struktur und intuitiven Navigation als leicht bedienbar beschrieben. Die Funktion zur multimodalen Routenplanung, die CityPed und ÖPNV integriert, wird positiv bewertet und schafft eine klare Alternative zu anderen gängigen Apps.

Positives

Positiv hervorgehoben wurden die Flexibilität der App sowie die Möglichkeit, unterschiedliche Verkehrsmittel zu kombinieren, was die App ideal für umweltfreundliche und spontane Reiseplanungen macht. NutzerInnen schätzen die zeitsparende und praktische Funktion, direkt über die App Routen zu planen und CityPeds zu reservieren, was die Attraktivität der App deutlich erhöht. Zudem unterstützt die App den Wechsel zwischen Verkehrsmitteln reibungslos und bietet detaillierte Routenoptionen.

Negatives

Einige NutzerInnen bemängelten die langsamen Ladezeiten und die fehlende Integration einer Ticketkauf-Funktion, was die Nutzung im Vergleich zu anderen Anwendungen erschwert. Die Filteroptionen und Suchkriterien wurden als teilweise unklar beschrieben, besonders in Bezug auf spezifische Verkehrsmittel wie IC und ICE. Zudem stellt die CityPed-Verfügbarkeit bei hoher Nachfrage ein Hindernis dar, da keine Echtzeit-Updates zur Verfügbarkeit angeboten werden. Auch das Fehlen einer integrierten Navigation zwingt NutzerInnen dazu, auf andere Apps auszuweichen.

Verbesserungspotential

Die häufigsten Verbesserungsvorschläge umfassen die Erweiterung der Suchfunktion auf spezifische Adressen und Gebäude sowie die vollständige Integration des Ticketkaufs, um zusätzliche Apps überflüssig zu machen. NutzerInnen wünschten sich zudem klarere Filteroptionen und eine Echtzeit-Verfügbarkeitsanzeige der CityPeds für eine bessere Planungssicherheit. Eine integrierte Navigationsfunktion wurde ebenfalls als nützlich angesehen, um den Wechsel zu anderen Apps zu vermeiden. Optimierungen der Ladegeschwindigkeit, der Routenberechnung und des Datenverbrauchs könnten die App weiter beschleunigen und ressourcenschonender gestalten.

Insgesamt wird die SteigtUM!-Routing-App als funktional und benutzerfreundlich wahrgenommen, allerdings gibt es mehrere Verbesserungsvorschläge, insbesondere in Bezug auf Geschwindigkeit, Navigation und Ticketing-Integration, die die Nutzererfahrung weiter verbessern könnten.

4.2.6.2 *Fazit: Nutzeroptimierte Einbindung in multimodalen Transportsysteme*

Die intermodale Routing-App erreichte in den durchgeführten Untersuchungen eine mittlere bis hohe Akzeptanz sowie positive Bewertungen in den Bereichen Zufriedenheit und Nützlichkeit. Die Gebrauchstauglichkeit der App wurde im Durchschnitt als „gut“ eingeschätzt. Nach der ersten Nutzung bewerteten die Teilnehmenden die App als signifikant weniger risikoreich, was auf eine erhöhte Vertrauensbildung durch praktische Nutzungserfahrungen hinweist. Auch die Nutzungsabsicht stieg nach der ersten Anwendung deutlich an und korrelierte stärker mit der wahrgenommenen Einfachheit als mit der Nützlichkeit der App. Sowohl Nützlichkeit als auch Einfachheit standen insgesamt in einem positiven Zusammenhang mit der Akzeptanz der App. Interessant ist, dass die zukünftige Nutzungsabsicht bei Teilnehmenden höher war, die sich selbst als innovativ einschätzten, was auf eine größere Offenheit für neue Technologien in dieser Gruppe schließen lässt. Insgesamt wird die SteigtUM!-Routing-App aber auch unabhängig von Persönlichkeitseigenschaften als benutzerfreundliche und flexible Lösung für die multimodale Routenplanung wahrgenommen und punktet besonders durch die Integration von CityPed und ÖPNV. Dennoch besteht Verbesserungspotenzial, insbesondere bei der Ladegeschwindigkeit, der Ticketintegration und der Verfügbarkeitsanzeige. Durch gezielte Optimierungen könnte die App zu einer noch umfassenderen und komfortableren Mobilitätslösung für die NutzerInnen werden. Zusätzlich sind Maßnahmen zur Aufklärung über die erfassten Datenarten sowie Erklärvideos zur Nutzung der App empfehlenswert, insbesondere für Personen, die sich selbst als weniger innovativ einschätzen. Diese Maßnahmen könnten das Vertrauen in die App stärken und Nutzungsbarrieren weiter abbauen.

4.2.7 *Wie können NutzerInnen motiviert werden, ihr Verhalten beim Sharing zu optimieren, so dass das ökonomische und ökologische Potential besser ausgeschöpft werden kann?*

Zur Klärung der Frage wurde eine Literaturrecherche zu Anreiz- und Bezahlssystem im Rahmen des Arbeitspaketes C3.1 durch die TUC/FGAAP durchgeführt. Darüber hinaus führte die TUC/SOZ Studien zum App-Design als auch Einflussfaktoren durch welche folgend zusammengefasst werden. Die Ergebnisse der Recherche lassen sich wie folgt zusammenfassen. Um das ökonomische und ökologische Potenzial von Sharing-Systemen optimal auszuschöpfen und die NutzerInnen zu nachhaltigem Verhalten zu motivieren, können verschiedene Maßnahmen in die Gestaltung der App integriert werden:

4.2.7.1 *Gamification und Belohnungssysteme*

Gamifizierte Elemente wie Punkte, Abzeichen und Bestenlisten fördern das Engagement und schaffen Anreize für nachhaltiges Verhalten. Punkte können etwa für das Zurückbringen von Fahrzeugen an strategische Standorte oder die Nutzung zu Randzeiten vergeben werden. Diese Punkte könnten gegen reale Belohnungen wie Rabatte oder Gutscheine eingelöst werden, was die Motivation zusätzlich steigert.

4.2.7.2 *Kombination finanzieller und nicht-finanzieller Anreize*

Kleine finanzielle Anreize in Kombination mit Gamification-Elementen haben sich als besonders wirksam erwiesen. Kilometervergütungen für nachhaltige Fahrten könnten durch zusätzliche Prämien für bestimmte Nutzungsverhalten ergänzt werden, wie etwa das Zurückbringen an zentrale Standorte oder die Nutzung des Systems zu verkehrsarmen Zeiten. VielfahrerInnen könnten durch steigende Punktzahlen oder Bonusprämien belohnt werden.

4.2.7.3 *Transparente Rückmeldung und visuelle Darstellung*

Die App sollte den Nutzern eine unmittelbare und intuitive Rückmeldung über die ökologischen Auswirkungen ihres Verhaltens geben, etwa durch CO₂-Einsparungen, die durch nachhaltige Entscheidungen erzielt wurden. Visuelle Darstellungen wie Grafiken und Diagramme können die individuellen Erfolge greifbarer machen und das Umweltbewusstsein stärken.

Ziel des Arbeitspakets B2.1 (Smartphone Interface: Spezifikation/ Detaillierung Anforderungen an die zentrale Smartphone App) war es seitens der TUC/SOZ nach sozialpsychologischen Kriterien Anforderungen an die App zu sammeln und den ProjektpartnerInnen zur Verfügung zu stellen. Von Seiten der TUC/SOZ wurden im Arbeitspaket B2.1 umfangreiche Literatur- und App-Recherchen zu den besonderen Anforderungen der Community Aspekte erarbeitet. Hierfür wurde eine Übersicht über Teil-Apps und Community-Apps und Fahrradleih-Apps erstellt. Dabei wurde herausgestellt, dass es aus sozialpsychologischer Perspektive besonders wichtig ist, den NutzerInnen der App intuitive Formen der Kommunikation anzubieten. Durch Social Media - ähnliche Vernetzung ist es den NutzerInnen somit möglich eine Gemeinschaft zu bilden. Die aufbereiteten Ergebnisse der Rechercharbeiten wurden den ProjektpartnerInnen im Oktober 2021 Verfügung gestellt und gemeinsam diskutiert.

4.2.7.4 *Soziale Normen und Gemeinschaftsgefühl fördern*

Soziale Funktionen wie das Teilen von Erfolgen und das Einführen von Gruppenherausforderungen fördern ein Gemeinschaftsgefühl und sozialen Druck, der nachhaltiges Verhalten unterstützt. Ein Gemeinschaftsaspekt, der über Freunde und Familie aufgebaut wird, kann die NutzerInnen stärker an das System binden und die Bereitschaft zur Nutzung erhöhen.

In der sozialpsychologischen Forschung gibt es Hinweise darauf, dass sich eine gemeinsame soziale Identität positiv auf prosoziales Verhalten auswirken kann (siehe z.B. Tidwell, 2005).

Im Rahmen der Eröffnung des Reallabors an den Mineralienhöfen wurden von der TUC/SOZ für das Arbeitspaket B2.1 darüber hinaus Interviews mit Nutzern der Mineralienhöfe (N = 13 durchschnittlich 49 Jahre alt, davon 10 männlich) geführt. Diese Interviews ergaben, dass eine grundsätzlich positive Einstellung gegenüber dem Mitbringen von Gegenständen oder von Einkäufen für Nachbarn oder ältere Menschen im Rahmen von Crowdshipping besteht. Allerdings wurde deutlich, dass solche Aktivitäten eher auf privater und nachbarschaftlicher Ebene stattfinden würden und nicht durch die Benutzung einer eigenen App passieren würde. Dies wurde (vorerst) von den InterviewpartnerInnen abgelehnt.

Die Befragten NutzerInnen sehen im Mitbringdienst eine Möglichkeit, den nachbarschaftlichen Zusammenhalt zu stärken, wobei das Mitbringen als eine Form der Nachbarschaftshilfe verstanden wird, die ohne finanzielle Vergütung erfolgt. Dabei wurde betont, dass das zeitliche Engagement einen entscheidenden Faktor darstellt, der über die Teilnahmebereitschaft entscheidet.

Insbesondere zeigt sich, dass eine stärkere Identifikation mit der Nachbarschaft ein zentraler Motivator sein könnte, da Befragte konkret unter diesem Aspekt Antworten generierten. Wenn die Menschen das Gefühl haben, Teil einer aktiven, unterstützenden Gemeinschaft zu sein, erhöht dies nicht nur die Bereitschaft, sich zu engagieren, sondern stärkt auch das Vertrauen in das Konzept von Crowdshipping als sozialer Beitrag zur gegenseitigen Hilfe. Soziale Identifikation und ein Gefühl der Zugehörigkeit mit der Nachbarschaft können also von den NutzerInnen als Motivator für Prosoziales Verhalten verstanden werden.

Im Arbeitspaket (B3.8) war es das Ziel der TUC/SOZ, diese Erkenntnisse und Hypothese der sozialen Identität auf das SteigtUM!-Projekt zu übertragen und weiter zu testen. In einer Onlinestudie wurde erhoben, wie sich Soziale Identifikation, Vertrauen und Selbstwirksamkeit auf prosoziales Hilfeverhalten auswirken. Grundsätzlich lag diesem Experiment die Annahme zu Grunde, dass sich eine Identifikation mit

Freiberg und den BewohnerInnen positiv auf Hilfeverhalten auswirkt. Des Weiteren wurde davon ausgegangen, dass sich Selbstwirksamkeit positiv auf diesen Zusammenhang auswirkt, da sich Personen dann wirkmächtig fühlen, das Verleihsystem zu nutzen, um anderen zu helfen. Außerdem wurde die Annahme untersucht, dass eine höhere Identifikation sich positiv auf zwischenmenschliches Vertrauen auswirkt und daher zu einer höheren Hilfsbereitschaft führt. Die ProbandInnen für dieses Online-Experiment wurden über den Mailverteiler der TU Freiberg akquiriert. Um einen entsprechenden Anreiz zu setzen, wurden unter den Teilnehmenden Einkaufsgutscheinen für die Stadt Freiberg verlost. Trotzdem konnte keine ausreichend große Stichprobe erzielt werden, was sich negativ auf den statistischen Auswertungsprozess auswirkt, sodass keine der Hypothesen bestätigt werden konnte.

Die TUC/SOZ untersuchte ferner im Rahmen von Experimenten im Arbeitspaket C3.3, wie das Alter der Zielperson einen Einfluss auf die Bereitschaft zu Hilfeverhalten hat. Dazu wurden den ProbandInnen jeweils eine von vier Personenbeschreibungen präsentiert, wobei das Alter (jung vs. alt) und die Gruppenzugehörigkeit (Teil der Community vs. Nicht Teil der Community) variiert wurden. Dem lag die Annahme zu Grunde, dass die Bereitschaft zu helfen bei Menschen die alt und Teil der Gemeinschaft sind, höher ist, als bei jungen Menschen, die Teil der Gemeinschaft sind. Zudem wurde untersucht, inwiefern sich Ageism, also stereotype und diskriminierende Annahmen über Menschen abhängig von ihrem Alter auf die Hilfsbereitschaft auswirken und ob eine gemeinsame soziale Identität dem entgegenwirken kann. Die ProbandInnen für dieses Online-Experiment wurden über den Mailverteiler der TU Freiberg akquiriert. Um einen entsprechenden Anreiz zu setzen, wurden unter den Teilnehmenden Kinogutscheine für das Kino (Kinopolis) in Freiberg verlost. Trotzdem konnte keine ausreichend große Stichprobe erzielt werden, was sich negativ auf den statistischen Auswertungsprozess auswirkt, sodass keine der Hypothesen bestätigt werden konnte. Die wichtigsten Eckpunkte des Experiments finden sich im Anhang (Anhang 9).

4.2.7.5 Dynamische und lokale Anreizstruktur

Eine flexible Anreizstruktur, die je nach Bedarf und lokaler Relevanz angepasst wird, kann das Engagement der NutzerInnen erhöhen. In hochfrequentierten Stadtteilen könnten beispielsweise mehr Punkte für die Rückgabe von Fahrzeugen vergeben werden, was eine gleichmäßigere Verteilung im Stadtgebiet unterstützt und zur Reduktion von Überlastungen beiträgt.

4.2.7.6 Erklärvideos und Aufklärung über Datenschutz

Die Einführung von Erklärvideos und transparenter Informationen über die Datenerfassung ist insbesondere für weniger technikaffine NutzerInnen empfehlenswert. Diese Maßnahmen bauen Vertrauen auf und reduzieren Nutzungsbarrieren, indem sie Aufklärung und Unterstützung bieten.

4.2.7.7 Fazit: Motivation und Sharing-Konzepte

Zusammenfassend zeigen die Projektergebnisse, dass eine Kombination aus Gamification, finanziellen und sozialen Anreizen, sowie klaren visuellen Rückmeldungen und transparenter Kommunikation das Sharing-System zu einer nutzerfreundlichen und nachhaltigen Mobilitätslösung machen kann. Diese Maßnahmen fördern das nachhaltige Verhalten der NutzerInnen und maximieren sowohl die ökologischen als auch die ökonomischen Vorteile des Systems. Zusätzlich zeigen die durchgeführten Interviews mit PendlerInnen, dass praktische Aspekte wie eine sinnvolle logistische Verteilung der Stationen, ein reibungsloser Verleihvorgang und Sicherheitsaspekte (z. B. gesicherte Fahrradabstellmöglichkeiten) wesentliche Voraussetzungen für die Akzeptanz und Nutzung des Systems sind. Die Ergebnisse der Conjoint-Analyse verdeutlichen, dass Crowdshipping als umweltfreundliche und gemeinschaftsfördernde Option großes Potenzial bietet. Zudem legen die Präferenzen der NutzerInnen nahe, dass die Minimierung des zeitlichen Aufwands, eine einfache App-Nutzung und die Berücksichtigung der Bedürfnisse der EmpfängerInnen entscheidend sind, um eine breite Akzeptanz zu gewährleisten. Abschließend betonen die durchgeführten Experimente zur sozialen Identifikation die Relevanz einer gemeinsamen sozialen Identität für prosoziales Verhalten. Trotz methodischer Einschränkungen zeigen die Ergebnisse, dass eine

stärkere Identifikation mit der Community sowie Vertrauen und Selbstwirksamkeit zentrale Faktoren für Hilfeverhalten darstellen können. Zukünftige Untersuchungen sollten diese Ansätze weiter vertiefen, um die Erkenntnisse für die Gestaltung nachhaltiger Sharing-Systeme zu erweitern.

Verwendete Artikel

- Daniel, A. D., Junqueira, M., & Rodrigues, J. C. (2022). The influence of a gamified application on soft mobility promotion: An intention perspective. *Journal of Cleaner Production*, 351, 131551.
- Kazhamiakin, R., Loria, E., Marconi, A., & Scanagatta, M. (2021). A gamification platform to analyze and influence citizens' daily transportation choices. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 22(4), 2153-2167.
- Máca, V., Ščasný, M., Zvěřinová, I., Jakob, M., & Hrnčíř, J. (2020). Incentivizing commuter cycling by financial and non-financial rewards. *International journal of environmental research and public health*, 17(17), 6033.
- Sheffler, Z. J., Liu, D., & Curley, S. P. (2020). Ingredients for successful badges: evidence from a field experiment in bike commuting. *European Journal of Information Systems*, 29(6), 688-703.
- Cellina, F., Bucher, D., Veiga Simão, J., Rudel, R., & Raubal, M. (2019). Beyond limitations of current behaviour change apps for sustainable mobility: insights from a user-centered design and evaluation process. *Sustainability*, 11(8), 2281.
- Cellina, F., Simao, J. V., Mangili, F., Vermes, N., & Granato, P. (2023). Sustainable mobility persuasion via smartphone apps: Lessons from a Swiss case study on how to design point-based rewarding systems. *Travel Behaviour and Society*, 31, 178-188.
- Yen, B. T., Mulley, C., & Meza, G. (2023). Exploring the attitudes and perceptions influencing user participation in gamification schemes for TDM. *Research in Transportation Economics*, 99, 101300.
- Huang, B., Thomas, T., Groenewolt, B., & van Berkum, E. C. (2022). An investigation of the motivators and barriers of smartphone app incentives for encouraging cycling. *Decision Analytics Journal*, 5, 100127.
- Berger, V., & Koch, D. (2024). The climate wins!—How a gamification approach can foster sustainable consumption on university campuses and beyond. *International Journal of Sustainability in Higher Education*.
- Wang, W., Gan, H., Wang, X., Lu, H., & Huang, Y. (2022). Initiatives and challenges in using gamification in transportation: A systematic mapping. *European Transport Research Review*.
- Wang, W., Gan, H., Wang, X., Lu, H., & Huang, Y. (2022). Initiatives and challenges in using gamification in transportation: a systematic mapping. *European Transport Research Review*, 14(1), 41.

4.2.8 Welche sozialen Effekte haben Konzepte wie die Community-Logistik?

Um die zweite relevante Zielgruppe für das Forschungsprojekt zu untersuchen, Ältere Personen und SeniorInnen, führte die TUC/SOZ im Rahmen des Arbeitspaketes C3.3 (a) Interviews mit SeniorInnen durch. In diesem Interview sollten SeniorInnen befragt werden, wie sie grundsätzlich zu dem SteigtUM!-System stehen, wie sie über das Konzept Community-Sharing denken und ob Sie sich eine aktive Nutzung des Systems vorstellen können. Somit sollte ermittelt werden, ob ein Bedarf nach einem nicht-kommerziellen Liefersystem durch SeniorInnen besteht und unter welchen Voraussetzungen Personen sich dies vorstellen können. Zielpersonen für die Interviews waren Personen über 65, die in Freiberg wohnen. Um diese zu erreichen, wurden in mehreren Anläufen zuerst MieterInnen der Mineralienhöfe via Brief-Einwürfe, Aushänge und Annoncen im Mietermagazin angefragt. Später wurden diverse Anlaufstellen für SeniorInnen in Freiberg, sowie der Verein der Freunde und Förderer der TU Freiberg kontaktiert. Trotz großer Bemühungen und finanzieller Entlohnung der ProbandInnen konnten leider nur 4 Personen für ein Interview rekrutiert werden. Die wichtigsten Erkenntnisse der Interviews sind hier dargestellt:

- Alle Befragten besitzen ein Smartphone und sind in der Lage, es zu bedienen. Dennoch äußerten sie Bedenken und Unsicherheiten hinsichtlich der Installation und Nutzung einer unbekanntem App.
- Es besteht eine allgemeine Skepsis gegenüber Lieferdiensten sowie Online(banking/bezahl) - Angeboten.
- Die Idee eines nicht-kommerziellen Community-Sharings wurde grundsätzlich positiv aufgenommen.
- Ein großer Bedarf zeigt sich jedoch nicht, da die Befragten entweder bereits durch soziale Dienste versorgt werden oder es ihnen wichtig ist, selbst einkaufen zu gehen, um ihre Autonomie zu wahren.
- Kritisch wurde angemerkt, dass ältere Menschen möglicherweise Vorbehalte gegenüber Unbekannten haben oder sehr spezifische Anforderungen an die gewünschten Produkte stellen.
- Das SteigtUM!-System wird von den befragten SeniorInnen nicht als bedeutende Ergänzung zum Freiburger Nahverkehr eingeschätzt. Zudem äußerten sie Bedenken hinsichtlich eines potenziell unachtsamen Umgangs mit den Rädern.

Die Möglichkeit, selbst ein Fahrrad zu leihen, lehnten die Befragten ab. Sie begründeten dies mit der Sorge um eine mögliche Fehlanpassung des Fahrrads, der empfundene Schwere des Rades und ihrer eigenen körperlichen Einschränkungen, die eine Nutzung erschweren würden. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass die Akzeptanz und der potenzielle Nutzen des SteigtUM!-Systems für die Zielgruppe der SeniorInnen begrenzt sind. Um diese Zielgruppe besser zu erreichen, wären gezielte Anpassungen des Konzepts erforderlich, etwa eine stärkere Einbindung sozialer Dienste oder die Entwicklung seniorengerechter Alternativen, die sowohl den technischen als auch den physischen Anforderungen dieser Altersgruppe entsprechen.

4.2.8.1 Stärken und Schwächen des Systems: SWOT-Analyse

SWOT-Analyse sind eine beliebte Methode zur Strategie- und Unternehmensplanung. SWOT steht für *Strength, Weaknesses, Opportunities and Threats*. Ziel war es in diesem Fall das SteigtUM!-System sowie das Umfeld zu analysieren, mit Konkurrenzangeboten zu vergleichen und Stärken und Schwächen abzuleiten. Dabei wurden Produktqualität, Technologie, Service, Innovation und Standort berücksichtigt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 10. Ergebnisse der SWOT-Analyse.

Strengths / Stärken	Weaknesses / Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltiges Fortbewegungsmittel • Macht Transport schwerer Gegenstände für eigentlich jeden möglich • Schließt Infrastrukturelle Lücke in Freiberg • Lässt sich auch auf unebenem Untergrund fahren • Erhöhte Flexibilität der Fortbewegung 	<ul style="list-style-type: none"> • Räder bei niedrigen Temperaturen nicht nutzbar • Bei Regen Probleme mit WLAN • Keine Kundenhotline bei Fragen oder Problemen • Stationsgebunden • Kein Verleih „normaler Räder“ • Schlecht ausgebaute Radwege in Freiberg
Opportunities / Chancen	Threat / Risiken
<ul style="list-style-type: none"> • Bietet echte Alternative zu Auto • Bietet Möglichkeit für Community Logistic und Crowd-Shipping • Keine weiteren Verleihsysteme vor Ort, keine unmittelbare Konkurrenz 	<ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit von Nutzer:innen in Bezug auf Rebalancing, könnte die gleichmäßige Verteilung der Räder bedrohen • Künftig könnte Crowd-Shipping durch kommerzielle Anbieter wie Gorillas oder Flink verdrängt werden

4.2.8.2 NutzerInnenperspektive in Bezug auf Crowdshipping

Ziel des Arbeitspaketes 3.8a) war es ursprünglich Fokusgruppen-Interviews mit verschiedenen Bevölkerungsgruppen zu führen, die alle das SteigtUM!-System nutzen. Durch Interviews mit SeniorInnen, Studierenden, Familien und gemischten Gruppen sollten die Bedürfnisse und Erwartungen der NutzerInnengemeinschaft an das System ermittelt werden. Da der allgemeine Projektstand eine solche Untersuchung noch nicht zuließ und die Corona Pandemie Fokusgruppen nicht möglich machte, wurde stattdessen, in Absprache mit den Projektträger, Interviews mit PendlerInnen und eine Conjoint-Analyse durchgeführt. Für das Arbeitspaket 3.8b) wurde im Rahmen der theoretischen Grundlage für prosoziales Verhalten eine Literaturrecherche zur sozialen Identifikation in Nachbarschaften durchgeführt. Darüber hinaus wurde ein Laborexperiment zu Sozialer Identifikation und Hilfeverhalten durchgeführt und ein Fragebogen für den zukünftigen Betrieb erstellt.

Als Basis für die **Conjoint-Analyse** (oder auch Choice-based Experiment) dienten die Ergebnisse der Interviews mit NutzerInnen aus Arbeitspaket 2.1, in der NutzerInnen der Mineralienhöfe Gründe für Nachbarschaftliche Hilfe und Mitbringdienste angaben. Hintergrund der Conjoint-Analyse war es, die NutzerInnenperspektive, vor allem von Studierenden und jüngeren NutzerInnen in Bezug auf Crowdshipping zu erfassen und empirisch zu testen. Crowdshipping beschreibt eine Alternative zu kommerziellen Lieferdiensten, bei der Menschen auf Wegen, die sie ohnehin zurücklegen, Waren für Mitmenschen transportieren. Dies kann nicht nur den Zusammenhalt einer Gemeinschaft fördern, sondern auch das sogenannte *Problem der letzten Meile* lösen. Dies beschreibt den kürzesten und in der Regel teuersten und umweltschädlichsten Teil der Lieferkette. Crowdshipping ist somit auch eine klimafreundliche Option. Das SteigtUM!-Projekt bietet eine gute Ausgangslage um Crowdshipping in der NutzerInnengemeinschaft zu etablieren.

Durch die Conjoint-Analyse sollen Präferenzen in Bezug auf zeitlichen Mehraufwand, Uhrzeit der Lieferung, Entlohnung, das Gewicht transportierter Artikel, die Art der Zahlungsabwicklung und Attribute der Zielperson ermittelt werden. Somit sollte herausgefunden werden, welche Rahmenbedingungen es für Menschen besonders attraktiv machen, als nicht-kommerzielle LieferantInnen zu fungieren.

Abbildung 72 zeigt eine Darstellung des Versuchsaufbaus, wobei ProbandInnen drei Auswahlmöglichkeiten gezeigt werden, insgesamt mit 12 randomisierten Entscheidungssituationen. Auf dieser Grundlage lassen sich die Gewichtungen der Attribute mathematisch errechnen.

Wenn Sie nur diese Optionen hätten, welche würden Sie wählen?

1 / 12

zeitlicher Mehraufwand	20 Minuten	6 Minuten	10 Minuten
Uhrzeit	6.00 - 10.00 Uhr	17.00 - 21.00 Uhr	10.00 - 14.00 Uhr
Entlohnung	Geld	Gutschein, z.B. für ein Geschäft vor Ort	keine Entlohnung
Gewicht mitgebrachte Artikel	3kg, z.B. eine große Packung Waschmittel	1 kg, z.B. eine Packung Mehl	8 kg, z.B. 6 große Flaschen Wasser
Zahlungsabwicklung ausgelegte Kosten	Sofort-Überweisung/ Klarna	Paypal	Bargeld
Belieferte Person	Sara, ist alleinerziehend und die Kinder sind nur während ihrer Arbeitszeit betreut	Eike, benutzt einen Rollstuhl und viele Läden sind für ihn schwer zugänglich	Alex, hat kein Auto
	<input type="button" value="Auswählen"/>	<input type="button" value="Auswählen"/>	<input type="button" value="Auswählen"/>

Abbildung 72. Beispiel für eine Auswahloption im Conjoint Experiment.

Befragt wurden 77 Personen, davon gaben 40 Personen an, männlich zu sein, 37 weiblich. Der Mittelwert des Alters lag bei 24.6 Jahren.

In Bezug auf die verschiedenen Attribute ergaben sich für potenzielle LieferantInnen folgende Präferenzen:

- Möglichst geringer zeitlicher Mehraufwand. Dafür muss sichergestellt sein, dass NutzerInnen ihre eigenen Wege in der App angeben und den entstehenden zeitliche Mehraufwand von der App vorgeschlagen bekommen.
- Die Bereitschaft kleine, leichte Artikel mitzubringen ist höher, als große und schwere Artikel zu transportieren.
- Die wahrgenommene Hilfsbedürftigkeit der zu beliefende Person hat einen entscheidenden Einfluss auf die Motivation zu helfen. Daher ist es notwendig einen adäquaten Rahmen in der App zu schaffen, in denen Personen Angaben zu sich machen können.
- Potenzielle LieferantInnen bevorzugen den Nachmittag für Lieferungen.
- In Bezug auf die Entlohnung würden die Befragten Geld bevorzugen, eine passende Alternative stellen Gutscheine für lokale Geschäfte dar, die als Sponsoren eingespannt werden könnten.

Die Implikationen der Conjoint-Analyse zeigen deutlich, dass ein Community-basiertes Crowdshipping-System wie das SteigtUM!-Projekt nur durch gezielte Anpassungen erfolgreich implementiert werden kann. Zunächst muss die Schaffung von Anreizen zentraler Bestandteil der Strategie sein: Ein Belohnungssystem, das auf nicht-monetären, aber attraktiven Alternativen wie Gutscheinen für lokale Geschäfte basiert, könnte die Motivation zur Teilnahme erheblich steigern, ohne den Community-Gedanken zu untergraben.

Die technische Umsetzung in Form einer benutzerfreundlichen App ist ebenfalls entscheidend. Die App sollte nicht nur eine intuitive Bedienung ermöglichen, sondern auch transparente Informationen über den zeitlichen Aufwand, die Hilfsbedürftigkeit der belieferten Personen und die logistischen Anforderungen bieten. Die Planung von Lieferungen muss flexibel gestaltet werden, um die präferierten Zeiträume – vor allem den Nachmittag und Abend – abzudecken, während klare Kommunikationswege wie ein integriertes

Beschwerdemanagement Vertrauen schaffen und Frustrationen vermeiden. Die Umsetzung logistischer Details, etwa die Gewichtsbeschränkungen der Artikel und die sichere Zahlungsabwicklung, stellt ebenfalls eine zentrale Herausforderung dar. Hier muss eine Balance zwischen Einfachheit und Sicherheit gefunden werden, die sowohl die LieferantInnen als auch die Belieferten zufriedenstellt.

Ein weiterer zentraler Punkt ist die Betonung des sozialen Mehrwerts. Der Community-Aspekt sollte in der Kommunikation und Vermarktung klar hervorgehoben werden, um die intrinsische Motivation der NutzerInnen anzusprechen, insbesondere wenn es darum geht, hilfsbedürftige Personen zu unterstützen. Gleichzeitig müssen potenzielle Barrieren, wie Skepsis gegenüber Fremden oder die Stigmatisierung hilfsbedürftiger Personen, durch eine sensible und anonymisierte Gestaltung der Nutzerprofile minimiert werden.

Letztlich zeigen die Implikationen, dass ein erfolgreiches Crowdshipping-System eine durchdachte Kombination aus technischen Lösungen, sozialer Kommunikation und praktischer Unterstützung erfordert. Die langfristige Akzeptanz und Wirksamkeit des Systems hängen davon ab, wie gut es gelingt, sowohl die Bedürfnisse der Community als auch die Motivation der TeilnehmerInnen zu adressieren, ohne den nicht-kommerziellen Charakter des Projekts zu gefährden.

In einem finalen Experiment sollte die Hypothese der sozialen Identifikation mit Freiberg und der Nachbarschaft als Grundlage für Prosoziales Verhalten überprüft werden. Die Studie untersuchte den Einfluss gemeinsamer Identität und Alterszugehörigkeit auf Ageism und Hilfeverhalten. Es wurden drei Hypothesen aufgestellt: 1) Gemeinsame Identität reduziert Ageism. 2) Gemeinsame Identität erhöht die Bereitschaft zu helfen. 3) Die Bereitschaft zu helfen ist besonders hoch bei hilfsbereiten, älteren Personen innerhalb der Gemeinschaft.

Trotz erheblicher Rekrutierungsanstrengungen umfasste die Studie letztlich 48 TeilnehmerInnen (durchschnittliches Alter: 30 Jahre; 22 weiblich). Die Teilnehmenden wurden randomisiert einer von vier Versuchsgruppen zugeteilt, die das Alter (jung/alt) und die Zugehörigkeit zur Community (Teil der Community/nicht Teil der Community) der beschriebenen Zielperson für einen Mitbringdienst manipulierten.

Die Ergebnisse einer MANOVA zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf Ageism oder Hilfeverhalten. Die kleine Stichprobe und verletzte Voraussetzungen für die MANOVA könnten die fehlende Signifikanz erklären. Dennoch zeigten deskriptive Daten Tendenzen, die den Hypothesen entsprechen könnten, insbesondere bei der Rolle der gemeinsamen Identität und Hilfsbereitschaft gegenüber älteren Personen innerhalb der Gemeinschaft.

4.2.8.3 *Community-basiertes Rebalancing*

Im Rahmen des Arbeitspakets B 3.8 wurde durch TUC/SOZ eine Literaturrecherche zu Rebalancing-Problemen in Bikesharing-Systemen durchgeführt. Auf Grundlage dieser Recherchearbeiten wurden erste Vorschläge für die Umsetzung des Community-basierten Rebalancing abgeleitet und den ProjektpartnerInnen im Oktober 2021 unterbreitet.

Ziel des Arbeitspaketes 3.8a) war es ursprünglich Fokusgruppen-Interviews mit verschiedenen Bevölkerungsgruppen zu führen, die alle das SteigtUM!-System nutzen. Durch Interviews mit SeniorInnen, Studierenden, Familien und gemischten Gruppen sollten die Bedürfnisse und Erwartungen der NutzerInnengemeinschaft an das System ermittelt werden, auch im Hinblick auf Rebalancing-Aufgaben. Da der allgemeine Projektstand eine solche Untersuchung noch nicht zuließ, wurde stattdessen, in Absprache mit den Projektträger, Interviews mit PendlerInnen geführt, die regelmäßig nach Freiberg pendeln um dort zu arbeiten. Dabei sollte herausgefunden werden, ob das Verleihsystem SteigtUM! einen Mehrwert für PendlerInnen darstellt. 15 Personen wurden über den Mailverteiler der TU Freiberg

angeworben und interviewt. Daraus ergaben sich folgende zentrale Anforderungen bzw. Erwartungen der Interviewten an das Verleihsystem:

- Um die Nutzung des Systems flexibel zu gestalten, müssen die Stationen logistisch sinnvoll über die Stadt verteilt sein.
- Um die Nutzung des Systems attraktiv zu gestalten muss ein reibungsloser Ablauf des Verleihvorgangs gewährleistet werden. Das bezieht sich vor allem auf Verfügbarkeit der Räder, den Akkustand sowie den Bezahlvorgang.
- Für ein funktionales Rebalancing bedarf es Push-Benachrichtigung der App an die NutzerInnen sowie eine Aufwandsentschädigung.
- Neben den E-Lastenrädern sollte auch die Ausleihe „normaler“ Fahrräder möglich sein.

Die Interviews zeigen, dass die Nutzung des Community-Rebalancings von Lastenrädern durch PendlerInnen eher skeptisch und mit Ablehnung betrachtet werden. Grundlegen würde das Rebalancing und Ausleihen nur gelegentlich in Betracht gezogen, da viele der Befragten bereits ein eigenes Fahrrad am Hauptbahnhof besitzen. Ein wesentlicher Grund für die Zurückhaltung ist das unklare Problem des „Rückwegs“, was darauf hindeutet, dass eine optimale Lösung auch die Bereitstellung anderer Fahrräder umfassen müsste. Es wurde betont, dass zusätzliche Wege vermieden werden sollen, und das Angebot nur genutzt wird, wenn es sich zufällig ergibt. Darüber hinaus herrscht eine generelle Unsicherheit gegenüber der Nutzung fremder Systeme, was die Bereitschaft zur aktiven Teilnahme am Rebalancing oder Crowdshipping erheblich reduziert. Ein ausgeprägtes Gemeinschaftsgefühl oder eine Identifikation mit dem System ist kaum vorhanden. Vielmehr wird das Angebot von SteigtUM! als reine Dienstleistung wahrgenommen und weniger als gemeinschaftsorientierte Initiative verstanden.

Unter den bisher bestehenden Infrastrukturangeboten ist diese Personengruppe der PenderInnen aufgrund ihrer Inflexibilität und Zugbindung nur schwer für Community-basiertes Rebalancing zu gewinnen.

Darüber hinaus ergaben sich auch Forderungen an die Stadt Freiberg, die für eine reibungslose Nutzung des Verleihsystems notwendig erscheinen, die sich auch grundlegend in den Anforderungen an eine fahrradgerechte Stadt ergeben:

- Die Fahrradwege in Freiberg sollten besser ausgebaut werden und für RadfahrerInnen sicher sein.
- Die sich kreuzenden Bundesstraße in Freiberg sollten zu Umgehungsstraßen umgebaut werden.
- Es sollten Möglichkeiten geschaffen werden, Fahrräder sicher abstellen zu können, vor allem am Hauptbahnhof.

Diese Punkte sprechen vor allem die allgemeine Situation in Freiberg an, und sich nicht unbedingt durch das Projekt SteigtUM! zu erbringen, zeigen jedoch Handlungspotential für die Stadt Freiberg auf, ihre Mobilitäts- und Förderpolitik zu überdenken.

4.2.8.4 Längsschnittliche Untersuchung der Nutzung und der Möglichkeit, Mitbringdienste für Ältere durchzuführen.

Die Untersuchung der Nutzung und der Bereitschaft zum Mitbringen für Nachbarn und ältere Personen würde anhand von längsschnittlichen Daten untersuchen. Dies war als zentrale Analysemethode in der Projektplanung angedacht. Aufgrund der niedrigen NutzerInnenzahl konnte hier jedoch nicht der gewünschte Erkenntnisgewinn stattfinden.

Hierfür wurde ein Fragebogen T2 entwickelt, der in Zusammenarbeit mit der TUC/FGAAP im November 2023 für alle NutzerInnen freigeschaltet wurde. Diese Daten aus T2 wurden mit den Nutzungsdaten der Erstregistrierung T0 verknüpft, um längsschnittliche Analysen durchzuführen. Es konnten nur 24 Personen in die längsschnittliche Analyse mit aufgenommen werden. In diesem Fragebogen wurden unter anderem die Bereitschaft zu prosozialem Verhalten erfasst, Kontakterfahrungen während der Nutzung mit

Nachbarn, Älteren Personen oder gleichaltrigen Personen, sowie die tatsächliche durchgeführte Nutzung der SteigtUM! Räder für prosoziale Tätigkeiten (siehe Abbildung 73). Es zeigt sich, dass generell nur sehr selten anderen Personen etwas mitgebracht wurde.

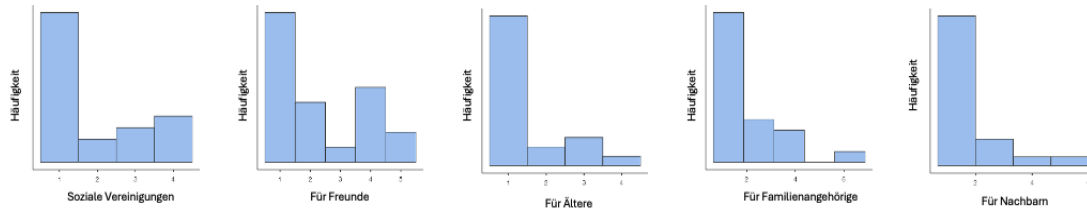


Abbildung 73. Häufigkeiten von Mitbringen für unterschiedlichen Personengruppen: Gemessen auf einer 7 - Likert-Skala (1 = Nie bis 7 = sehr häufig)

Auch der Kontakt zu unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen, und vorrangig zu Älteren Personen konnte mit den Daten nicht konkret untersucht werden. Aufgrund der Stichprobe und den Projektbedingungen konnten wir keine Veränderung feststellen. Es zeigt sich in den deskriptiven Daten, dass nur sehr wenig Kontakt zu Älteren Personen besteht oder stattgefunden hat während der Nutzung (Abbildung 74).

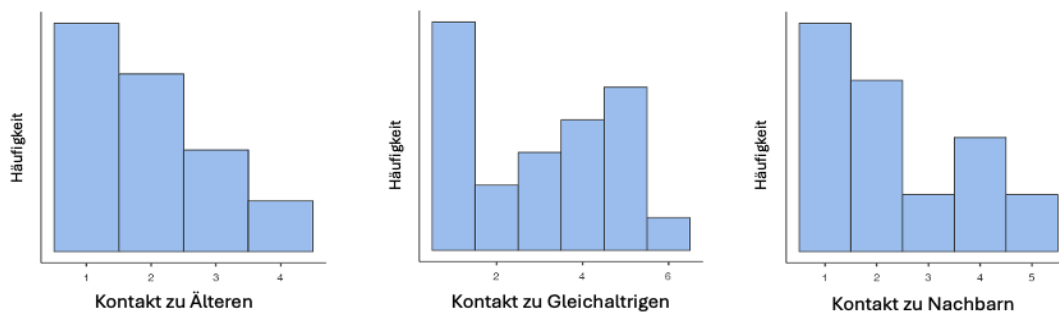


Abbildung 74. Kontakt zu unterschiedlichen Personengruppen während der Nutzung: Gemessen auf einer 7 - Likert-Skala (1 = Nie bis 7 = sehr häufig)

Für die Auswertung erwies sich die Stichprobe, bzw. der NutzerInnenkreis als zu klein, um alle geplanten Modelle und Zusammenhänge zu untersuchen (e.g. Haslam et al. 2012). Dies zeigt sich z.B. in der geplanten Untersuchung von Sozialer Identifikation in Bezug auf die Intention zu helfen, und dies tatsächlich auch zu tun. So können wir in den Daten hypothesenkonform feststellen, dass Identifikation mit der Intention, anderen Nachbarn zu helfen, korreliert. Dieser Effekt lässt sich jedoch nicht in T2 anhand von tatsächlichem geleisteten Hilfeverhalten abbilden (Abbildung 75). Unsere Interpretation dieser Ergebnisse würde daher auf der statistischen Ebene passieren, da die Wahrscheinlichkeit, einen statistisch signifikanten (selbst kleinen) Effekt bei dieser Stichprobengröße zu finden, sehr gering ist.

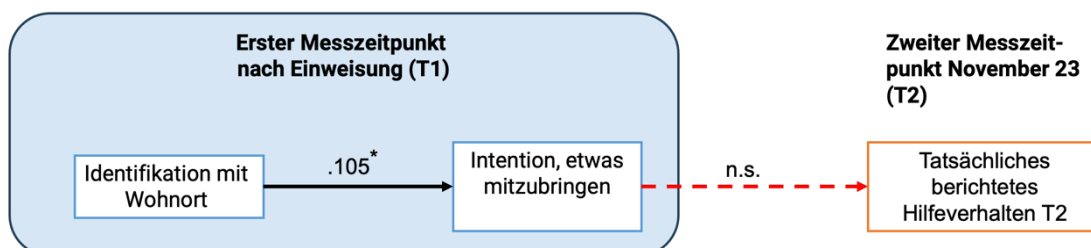


Abbildung 75. Zusammenhang zwischen Identifikation mit dem Wohnort und prosozialem Verhalten

4.2.8.5 Fazit: Soziale Aspekte der Community-Logistik

Community-Logistik-Konzepte, wie sie im Rahmen des Projekts SteigtUM! untersucht wurden, bieten potenziell soziale Effekte, die insbesondere auf der Förderung von Nachbarschaftshilfe und sozialem Zusammenhalt basieren. Die Ergebnisse der durchgeführten Interviews und Analysen zeigen jedoch, dass diese Effekte stark von den spezifischen Zielgruppen und den zugrunde liegenden Rahmenbedingungen abhängen. Die Befragung von SeniorInnen ergab, dass diese Zielgruppe grundsätzlich positiv auf die Idee des Community-Sharings reagiert. Dennoch bestehen erhebliche Barrieren, die eine aktive Nutzung des Systems erschweren. Dazu gehören Bedenken hinsichtlich der Installation und Bedienung unbekannter Apps, Skepsis gegenüber Lieferdiensten und der Wunsch, ihre Autonomie zu wahren, indem sie Einkäufe selbst erledigen. Zudem wurde betont, dass ältere Menschen spezifische Anforderungen an die Produkte stellen und häufig Vorbehalte gegenüber fremden Personen haben. Diese Faktoren begrenzen die Akzeptanz des Systems erheblich, auch wenn die Befragten die Idee eines nicht-kommerziellen Liefersystems schätzten. Ein besonderer Bedarf zeigte sich jedoch nicht, da viele SeniorInnen bereits durch soziale Dienste versorgt werden. Um diese Zielgruppe besser zu erreichen, wären gezielte Anpassungen notwendig, beispielsweise durch die Integration des Systems in bestehende soziale Dienste oder die Entwicklung seniorengerechter Alternativen. Die Conjoint-Analyse zur Untersuchung der Präferenzen jüngerer Zielgruppen, insbesondere von Studierenden, zeigte ein höheres Potenzial für die Akzeptanz von Crowdshipping-Systemen. Diese NutzerInnen bevorzugten geringe zeitliche Zusatzaufwände, kleine und leichte Artikel sowie eine flexible Planung der Lieferzeiten, vorzugsweise am Nachmittag. Ein weiterer entscheidender Faktor ist die Wahrnehmung der Hilfsbedürftigkeit der belieferten Person, die die Motivation, Teil des Systems zu werden, erheblich steigert. Dies deutet darauf hin, dass Crowdshipping nicht nur ein logistisches, sondern auch ein soziales Konzept sein kann, das Solidarität und Gemeinschaftsgefühl stärkt. Um die Attraktivität für diese Zielgruppe zu erhöhen, sollten technische Lösungen wie eine intuitive und transparente App sowie Belohnungssysteme, beispielsweise durch Gutscheine für lokale Geschäfte, integriert werden. Trotz des Potenzials von Community-Logistik-Systemen zeigen die Ergebnisse auch wesentliche Barrieren und Herausforderungen. Die Akzeptanz ist oft durch Unsicherheiten in der technischen Umsetzung und mangelndes Gemeinschaftsgefühl eingeschränkt. Insbesondere PendlerInnen und jüngere NutzerInnen identifizieren sich kaum mit dem Community-Gedanken, was die langfristige Nutzung und Teilnahmebereitschaft beeinträchtigt. Zudem ist die Skepsis gegenüber fremden Personen oder Systemen ein bedeutender Hemmfaktor. Um diese Herausforderungen zu überwinden, bedarf es einer stärkeren Betonung des sozialen Mehrwerts in der Kommunikation und der Reduktion von Vorbehalten durch anonymisierte und sensible Nutzergestaltungen.

Zusammenfassend zeigen die Untersuchungen, dass Community-Logistik-Konzepte wie SteigtUM! soziale Effekte generieren können, die jedoch stark von der Zielgruppenorientierung und der Systemgestaltung abhängen. Zukünftige Entwicklungen sollten sich darauf konzentrieren, technische und soziale Barrieren zu überwinden und gleichzeitig den intrinsischen Mehrwert von Nachbarschaftshilfe und Gemeinschaft stärker in den Vordergrund zu rücken. Dies erfordert eine sorgfältige Balance zwischen Nutzerfreundlichkeit, sozialen Anreizen und technischer Praktikabilität, um langfristige Akzeptanz und Wirksamkeit sicherzustellen.

5. Voraussichtlicher Nutzen

5.1 Anforderungen

Ein zentrales Ergebnis des Projektes stellt dar, welche Anforderungen und Erwartungen potentielle NutzerInnen an das SteigtUM!-System als Lastenfahrradverleih haben. In diesem Punkt bietet das Projekt ein großes Potential, infrastrukturelle Lücken in Freiberg zu schließen. Welche Voraussetzungen dafür sichergestellt werden müssen, sowohl von Seiten des Projekts, als auch von Seiten der Stadt konnten im Rahmen der Befragung zum Mobilitätsverhalten und Anforderungen an Lastenpedelecs (A2.1), sowie der MieterInnen-Befragung zu (Lasten)Fahrradverleihsystemen (C1.3) und mit Hilfe der unter B3.8a) geführten *Interviews mit PendlerInnen* erhoben werden. Darauf aufbauend kann jeder im Projekt entwickelte *Fragebogen* zukünftig ein laufendes Feedback-System ermöglichen, wodurch eine reibungslose Nutzung des Systems für die Freiburger BürgerInnen sichergestellt werden kann.

5.2 Mobile

Die durchgeführten Studien im Rahmen des Projekts SteigtUM! zeigten vielversprechende Erkenntnisse hinsichtlich des zukünftigen Nutzens von Mikromobilen wie CityPeds, Lastenpedelecs und CityScootern als Alternativen zum Pkw. Die Ergebnisse verdeutlichen den spezifischen Nutzen je nach Nutzergruppe sowie potenzielle Herausforderungen, welche für eine erfolgreiche Implementierung adressiert werden müssen. CityPeds werden in Freiberg durch die TUBAF angehörigen zunehmend als Alternativen zum Pkw genutzt und zeigen spezifische Bedarfe je nach Nutzergruppe. Während berufstätige Personen die CityPeds häufig für Einkaufsfahrten und Freizeitaktivitäten verwenden, nutzen Studierende sie vorwiegend für den Weg zur Ausbildungsstätte. Ein zentraler Motivationsfaktor ist der Umweltschutz sowie die Flexibilität, die Sharing-Systeme bieten, was den Kauf eines eigenen Fahrzeugs überflüssig macht. Die Akzeptanz der CityPeds wurde mit Hilfe des Technology Acceptance Models (TAM) und der Van der Laan Skala untersucht und zeigte eine grundsätzlich positive Bewertung, die über die Zeit weitgehend stabil blieb. Unterschiede zwischen den Nutzergruppen waren gering. Insbesondere Vertrauen in die CityPeds erwies sich als zentrale Determinante der Akzeptanz, wobei nach der ersten Nutzung das Vertrauen signifikant stieg. Umweltschutz und Flexibilität durch Sharing-Systeme wurden als wichtige Nutzungsmotive hervorgehoben, jedoch zeigten sich Barrieren, wie eingeschränkte Verleihstandorte. Mietende von Wohnanlagen wünschen moderne, elektrische und kostengünstige Verleihangebote. Der CityScooter wurde als nützlich und zufriedenstellend bewertet. Zentrale Einflussfaktoren der Akzeptanz waren Umweltbewusstsein, persönliche Innovativität und die intuitive Bedienbarkeit. Herausforderungen wurden insbesondere bei der Fahrsicherheit festgestellt: Instabilität beim Anfahren, Stoppen und in engen Kurven sowie ergonomische Defizite wie eine nicht anpassbare Lenkerhöhe wurden als kritisch beschrieben. Zusätzliche Sicherheitsfunktionen, wie Blinker, könnten die Sicherheit erheblich verbessern. Der gewerblich genutzte CityTrunk erzielte moderate Akzeptanzwerte. Die wahrgenommene Nützlichkeit nahm nach der ersten Nutzung leicht ab, während die Benutzerfreundlichkeit positiv bewertet wurde. Sicherheit und technische Herausforderungen, insbesondere abrupte Beschleunigungen und die unzuverlässige elektrische Unterstützung, wurden als Barrieren wahrgenommen. Verbesserungen hinsichtlich der manuellen Steuerung der elektrischen Unterstützung sowie die Integration von Sicherheitsfeatures wie Blinkern oder Rückfahrkameras sind notwendig, um die Akzeptanz und das Vertrauen in den gewerblichen Einsatz zu stärken. Eine spezifische Untersuchung befasste sich mit der Kommunikation autonomer Mikromobile bei Parkvorgängen. Hierbei zeigte sich, dass visuelle Kommunikationskanäle wie Lichtbänder die höchste Usability, Akzeptanz und das größte Vertrauen erzeugten. Auditive Signale waren weniger effektiv, können jedoch als sinnvolle Ergänzung dienen.

Diese Ergebnisse liefern Gestaltungsempfehlungen für die Entwicklung von Kommunikationskanälen für autonome Mikromobile.

Neben den konkreten praktischen Ergebnissen bieten die Studien im Projekt SteigtUM! auch zahlreiche ideelle Nutzen. Ein zentraler ideeller Nutzen besteht in der Förderung des Umweltbewusstseins in der Bevölkerung durch die Demonstration nachhaltiger Mobilitätsalternativen. Die Studien tragen dazu bei, eine Verhaltensänderung hin zu umweltfreundlicheren Verkehrsmitteln zu bewirken, indem sie die Vorteile von Mikromobilen aufzeigen und eine alternative Mobilitätsvision vermitteln. Darüber hinaus leisten die Studien einen Beitrag zur gesellschaftlichen Akzeptanz neuer Technologien. Durch die Einbindung unterschiedlicher Nutzergruppen und die Untersuchung ihrer Bedürfnisse wird gezeigt, dass Mikromobile nicht nur technologische Spielereien sind, sondern ernsthafte und praktikable Alternativen zur etablierten Mobilität darstellen. Dies fördert das Vertrauen in neue Technologien und unterstützt den Übergang zu einer umweltfreundlicheren Verkehrsgestaltung. Ein weiterer ideeller Nutzen besteht in der Unterstützung der Stadtentwicklung hin zu nachhaltigeren und lebenswerteren Städten. Durch die Reduktion des Autoverkehrs und die Förderung von Mikromobilität kann die urbane Lebensqualität verbessert werden. Die Studien zeigen Möglichkeiten auf, wie Städte ihre Infrastruktur anpassen können, um eine sicherere und angenehmere Nutzung von Mikromobilen zu ermöglichen. Zusätzlich dienen die Studien als Grundlage für die Weiterentwicklung von politischen Maßnahmen und Förderprogrammen im Bereich nachhaltiger Mobilität. Die Erkenntnisse können Entscheidungsträgern als empirische Basis dienen, um gezielte Maßnahmen zur Förderung von Mikromobilität und zur Verbesserung der Verkehrssicherheit zu entwickeln.

Die Ergebnisse der Studien im SteigtUM!-Projekt zeigen, dass Mikromobile als sinnvolle Ergänzung zum bestehenden Verkehrssystem wahrgenommen werden, jedoch spezifische Anpassungen erfordern, um ihre Akzeptanz weiter zu erhöhen. Die zentrale Rolle von Vertrauen, Benutzerfreundlichkeit und Sicherheit für die Akzeptanz wurde bestätigt. Technische Optimierungen, insbesondere im Bereich der elektrischen Unterstützung und der Integration von Sicherheitsfunktionen, sind notwendig, um die Nutzungserfahrung weiter zu verbessern. Durch eine umfassende Betrachtung der technischen und nutzerzentrierten Prozesse kann ein funktionierendes und nachhaltiges System zur Förderung urbaner Mobilität entstehen.

5.3 App

Die Entwicklung der App wurde durch Recherchen zu anderen Teil- und Verleih-Apps, sowie zu Rebalancing- Konzepten und einer SWOT-Analyse unterstützt. Darüber wurde die SteigtUM!- als auch eine intermodale Routing-App ihre Usability und Akzeptanz untersucht. Derzeit existiert noch keine Anwendung auf dem Markt, welche alle möglichen Verkehrsmittel integriert. Die Ergebnisse der Quick'n'Dirty App-Evaluation SteigtUM!-Routing-App (B2.6) liefern wertvolle Hinweise darauf welche Funktionen und Informationen dafür notwendig sind.

5.4 Community

Ein zentraler Punkt der sozialpsychologischen Begleitforschung war es darüber hinaus, zu ergründen, inwiefern das SteigtUM!-System dabei hilft eine Gemeinschaft von Personen in Freiberg aufzubauen, die sich gegenseitig hilft und unterstützt. Auf Grund des allgemeinen Projektverlaufs konnte keine real entstehende Gemeinschaft im Feld untersucht werden, stattdessen wurde versucht durch Experimente, Interviews und Studien den Bedarf und das Interesse nach einer solchen Form von Gemeinschaft abzufragen. Zwar lassen sich schlussendlich keine stichhaltigen empirischen Ergebnisse berichten, das geringe Interesse der Freiburger BürgerInnen jedoch an diesen Untersuchungen zu partizipieren, könnte aber als ein mangelndes Interesse an dem Projekt

an sich bzw. an einer solchen Form des Gemeinschaftsaufbaus interpretiert werden. Zwar äußerten sich die allermeisten positiv zu dem Grundgedanken, allerdings begegneten wir während der Untersuchungen eher einer allgemeinen Skepsis in Bezug auf eine realistische Umsetzung. Um eine Form von Gemeinschaft zu erreichen, in der Community-Sharing funktionieren kann, reicht es nicht, die SteigtUM!-App in Freiberg zu veröffentlichen, es braucht Leute, die aktive Arbeit aufbringen um eine Gemeinschaft zu erzeugen. Dies sollte für künftige Arbeit in und mit dem Projekt bedacht werden.

5.5 Reallabor

Die Ergebnisse einer Reallaborstudie bieten zahlreiche Vorteile und sind besonders im Kontext der angewandten Forschung und der praktischen Umsetzung von Innovationen von großem Nutzen. Da Reallabore unter realen Bedingungen durchgeführt werden, liefern sie praxisnahe und anwendungsorientierte Ergebnisse. Dies ermöglicht es, theoretische Konzepte im realen Umfeld zu testen und ihre Auswirkungen direkt zu beobachten. Im Vergleich zu rein experimentellen Laborstudien sind die Resultate dadurch praxisnäher. Das Reallabor bietet durch die kontinuierliche Weiterentwicklung der Systeme eine hohe Flexibilität und praxisnahe Forschung, da stets neue Aspekte untersucht werden können. Dies erschwert jedoch die statistische Auswertung, da direkte Vergleiche durch wechselnde Rahmenbedingungen limitiert sind. Ein weiterer wesentlicher Vorteil von Reallaborstudien ist die Einbindung von Stakeholdern, wie Bürgern, Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen, in den Forschungsprozess. Diese Partizipation und Co-Kreation fördert die Zusammenarbeit und das gemeinsame Entwickeln von Lösungen, die besser auf die Bedürfnisse der beteiligten Akteure abgestimmt sind. Darüber hinaus unterstützen Reallaborstudien die Entwicklung nachhaltiger Innovationen, da sie gesellschaftliche, ökologische und ökonomische Aspekte einbeziehen. Die entwickelten Mikromobile konnten direkt in der Praxis getestet und optimiert werden. Die iterative Rückkopplung von Teilnehmern und Stakeholdern während des Studienverlaufs ermöglicht es Forschern, Anpassungen vorzunehmen und Lösungsansätze kontinuierlich zu verbessern. Ein weiterer Nutzen liegt in der Prüfung der Umsetzbarkeit und Akzeptanz von Innovationen. Reallaborstudien untersuchen nicht nur die technische und konzeptionelle Machbarkeit einer Idee, sondern auch, wie gut sie von der Zielgruppe angenommen wird. Dies ist entscheidend, um herauszufinden, ob eine neue Lösung von der Bevölkerung oder den beteiligten Akteuren akzeptiert wird. Darüber hinaus bieten die Ergebnisse oft wertvolle Anhaltspunkte für die Skalierbarkeit der entwickelten Lösungen. Sie zeigen, wie ein Projekt oder eine Innovation auf größere Maßstäbe übertragen und in anderen Städten oder Regionen implementiert werden kann. Nicht zuletzt fördern Reallabore die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Disziplinen, was zu umfassenderen Lösungsansätzen für komplexe gesellschaftliche Probleme führt. Insgesamt liefern Reallaborstudien praxisorientierte Erkenntnisse, die sowohl die theoretische Forschung bereichern als auch direkte positive Auswirkungen auf praktische Anwendungsbereiche haben.

Die Übertragbarkeit unserer Ergebnisse auf andere Kommunen erfordert eine sorgfältige Berücksichtigung der jeweiligen lokalen Rahmenbedingungen, insbesondere da einige der von uns durchgeführten Studien mit eher kleinen Stichproben arbeiteten. Diese Vorgehensweise ermöglicht es jedoch, spezifische Erkenntnisse zu gewinnen, die besonders gut auf die individuellen Bedürfnisse und Gegebenheiten der untersuchten Kommunen zugeschnitten sind. Für eine breitere Anwendung können die Ergebnisse als Grundlage dienen, um Lösungen flexibel an die Bedingungen anderer Regionen anzupassen und so eine gezielte Implementierung zu fördern.

5.6 Reputation

Durch die erfolgreiche Umsetzung des Projekts konnte die TU Chemnitz ihre wissenschaftliche Expertise und ihren Beitrag zur Lösung gesellschaftlich relevanter Fragestellungen unter Beweis stellen. Dies stärkt nicht nur die nationale und internationale Sichtbarkeit, sondern auch die Position als kompetenter und vertrauenswürdiger Partner für öffentliche Institutionen und die Wirtschaft. Die gewonnenen Erkenntnisse und Projektergebnisse finden Eingang in wissenschaftliche Publikationen und Konferenzen, was die Reputation der TU Chemnitz im akademischen Umfeld weiter festigt. Gleichzeitig trägt der Wissenstransfer in die Praxis dazu bei, die Hochschule als zentrale Akteurin bei der Gestaltung innovativer Lösungen für aktuelle Herausforderungen wahrzunehmen.

Die enge Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium und weiteren Akteuren hebt die Fähigkeit der TU Chemnitz hervor, erfolgreich interdisziplinäre und anwendungsorientierte Projekte zu realisieren. Dies schafft nicht nur neue Möglichkeiten zur Ausweitung strategischer Partnerschaften, sondern erhöht auch die Attraktivität der TU Chemnitz für zukünftige Drittmittelprojekte. Nicht zuletzt sind die Ergebnisse auch für die akademische Lehre und Nachwuchsgenerierung wertvoll, da ein für den Forschungs- und Entwicklungsstandort Deutschland zukunftsweisendes und nachhaltiges Thema bearbeitet wurde. All diese Aspekte tragen dazu bei, die Hochschule als forschungsstarke, zukunftsorientierte und gesellschaftlich engagierte Institution zu positionieren.

6. Erfolgte oder geplante Veröffentlichung der Ergebnisse

6.1 Veröffentlichungen

Während der Projektlaufzeit wurden folgende Ergebnisse der TUC/FGAAP bereits veröffentlicht:

- Liehr, D., Kreißig, I., Siegmund, J., Creutz, S., Meißner, H., & Krems, J. (2024). Do you know what's going on? - Examining Situation Awareness for Different Communication Concepts of an E-Cargo Bike Autonomous Parking Function. In T. Ahram & R. Taiar (eds.) *Human Interaction and Emerging Technologies (IHET-AI 2024): Artificial Intelligence and Future Applications*. AHFE Open Access, vol 120. AHFE International, USA. <http://doi.org/10.54941/ahfe1004583>.
- Joura, V., Kreißig, I., Morgenstern, T., Kreuzlein, M., Liehr, D., Gerschler, J., Vrignaud, R., Köckritz, J., & Pfleging, B. (2024). Examining users' acceptance of an e-cargo bike sharing system – results from a living lab study. Poster presented at the 11th International Conference on Human Interaction & Emerging Technologies: Artificial Intelligence & Future Applications (IHET-AI 2024), 25.-27.4.2024, Lausanne, Switzerland.
- Kreißig, I., Morgenstern, T., & Krems, J. (2023). Blinking, Beeping or Just Driving? Investigating Different Communication Concepts for an Autonomously Parking E-Cargo Bike from a User Perspective. In T. Ahram and R. Taiar (eds.), *Human Interaction and Emerging Technologies (IHET-AI 2023): Artificial Intelligence and Future Applications*. AHFE Open Access, vol 70. AHFE International, USA. [doi:10.54941/ahfe1002930](https://doi.org/10.54941/ahfe1002930).
- Kreißig, I., Morgenstern, T., & Krems, J. (2022). Micromobility at the Fore – User Requirements and System Evaluation of an E-Cargo Bike Sharing System. In Bermeitinger, C. & Greve, W. (Eds.), [*DGPs 2022 - Abstracts of the 52nd Congress of the German Psychological Society*](#) (p. 271). Lengerich: Pabst Science Publishers. ISBN 978-3-95853-803-0.
- Kreißig, I., Morgenstern, T., Krems, J., Fürstner, T., Gerschler, J., Köckritz, J., Nepp, R., Tischner, F., Vrignaud, R., Kröger, M. (2021). Umsteigen, bitte...! Nutzerzentrierte Evaluation verschiedener Lastenpedelec-Konzepte. Poster presented at the *12th congress of the DGPs departments Work, Organizational, and Economic Psychology and Human Factors*, 22.-24.9.2021, Chemnitz, Germany. DOI: [10.13140/RG.2.2.11865.24162](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11865.24162)
- Kreißig, I. (2021). Nutzerforschung Mensch-Technik-Interaktion im Projekt SteigtUM!, BMBF Vernetzungstreffen zur Fördermaßnahme „Individuelle und adaptive Technologien für eine vernetzte Mobilität“, Workshop „Methoden und Organisation der Feldtests“, 24.03.2021, Online.
- Morgenstern, T., Kreißig, I., & Krems, J. F. (2022). *User requirements for an e-cargo bike sharing system*. Poster presented at the *7th International Conference on Traffic and Transport Psychology (ICTTP)*, 22.-25.8.2022, Gothenburg, Sweden. DOI: [10.13140/RG.2.2.23791.71844](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23791.71844)

6.2 Geplante Veröffentlichungen

Folgende Manuskripte (vorläufige Titel) der TUC/FGAAP sind in Bearbeitung und sollen im kommenden Jahr veröffentlicht werden:

- Kreusslein, M., Joura, V., Liehr, D., Morgenstern, T., Neumann, I. (2025). Mobility for All?–User expectations and experiences from a living lab in Germany. Geplantes Journal: [Journal of Cycling and Micromobility Research](#)
- Kreusslein, M., Joura, V., Liehr, D., Morgenstern, T., Neumann, I. (2025). Who, when, why? Investigation of the user group of a new type of micromobility rental system -results from a living lab study in Germany. Geplantes Journal: [Journal of Cycling and Micromobility Research](#)
- Liehr, D., Kreusslein, M., (2025). A new way of transporting loads. Acceptance of and barriers to cargo scooters. Geplantes Journal: [Journal of Cycling and Micromobility Research](#)

7. Literaturverzeichnis

- Bamberg, S., Rees, J., & Seebauer, S. (2015). Collective climate action: Determinants of participation intention in community-based pro-environmental initiatives. *Journal of Environmental Psychology, 43*, 155–165. <https://doi.org/...>
- Brooke, J. (1996). SUS: A "quick and dirty" usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, I. L. McClelland, & B. Weerdmeester (Eds.), *Usability evaluation in industry* (S. 189–194). London: Taylor & Francis.
- Caulfield, B. (2009). Estimating the environmental benefits of ride-sharing: A case study of Dublin. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 14*(7), 527–531. <https://doi.org/...>
- Cellina, F., Bucher, D., Simão, J. V., Rudel, R., & Raubal, M. (2019). Beyond limitations of current behaviour change apps for sustainable mobility: Insights from a user-centered design and evaluation process. *Sustainability, 11*(8), 2210. <https://doi.org/10.3390/su11082210>
- Cellina, F., Simão, J. V., Mangili, F., Vermes, N., & Granato, P. (2023). Sustainable mobility persuasion via smartphone apps: Lessons from a Swiss case study on how to design point-based rewarding systems. *Travel Behaviour and Society, 31*, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2022.100608>
- Daniel, A. D., Junqueira, M., & Rodrigues, J. C. (2022). The influence of a gamified application on soft mobility promotion: An intention perspective. *Journal of Cleaner Production, 358*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130811>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly, 13*(3), 319–340. <https://doi.org/...>
- Dovidio, J. F., Gaertner, S. L., & Saguy, T. (2007). Another view of "we": Majority and minority group perspectives on a common ingroup identity. *European Review of Social Psychology, 18*, 296–330. <https://doi.org/...>
- Drury, L., Hutchison, P., & Abrams, D. (2016). Direct and extended intergenerational contact and young people's attitudes towards older adults. *British Journal of Social Psychology, 55*, 522–543. <https://doi.org/...>
- Endsley, M. R. (1988). Design and evaluation for situation awareness enhancement. In *Proceedings of the Human Factors Society annual meeting* (Vol. 32, No. 2, S. 97-101). Sage CA: Los Angeles, CA: Sage Publications.
- Finstad, K. (2010). The usability metric for user experience. *Interacting with Computers, 22*(5), 323–327. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2010.04.004>

Girod, B., Mayer, S., & Nägele, F. (2017). Economic versus belief-based models: Shedding light on the adoption of novel green technologies. *Energy Policy*, 101, 415–426. <https://doi.org/...>

Haslam, S. A. (2004). *Psychology in organizations*. London: Sage.

Hassenzahl, M., Burmester, M., & Koller, F. (2003). AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. In G. Szwillus & J. Ziegler (Hrsg.), *Mensch & Computer 2003: Interaktion in Bewegung* (S. 187–196). Stuttgart: B.G. Teubner.

Hensch, A.-C., Kreißig, I., Beggiato, M., & Krens, J. (2022). The effect of eHMI malfunctions on younger and elderly pedestrians' trust and acceptance of automated vehicle communication signals. *Frontiers in Psychology*, 13, Article 866475. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.866475>

Jetten, J., Haslam, C., & Haslam, S. A. (2011). *The social cure: Identity, health and well-being*. Routledge. <https://doi.org/...>

Jian, J.-Y., Bisantz, A. M., and Drury, C. G. (2000). Foundations for an empirically determined scale of trust in automated systems. *Int. J. Cogn. Ergon.* 4, 53–71. [doi: 10.1207/S15327566IJCE0401_04](https://doi.org/10.1207/S15327566IJCE0401_04)

Jugert, P., Greenaway, K. H., Barth, M., Büchner, R., Eisentraut, S., & Fritsche, I. (2016). Collective efficacy increases pro-environmental intentions through increasing self-efficacy. *Journal of Environmental Psychology*, 48, 12–23. <https://doi.org/...>

Kazhamiakin, R., Loria, E., Marconi, A., & Scanagatta, M. (2021). A gamification platform to analyze and influence citizens' daily transportation choices. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 22(3), 1814–1824. <https://doi.org/10.1109/TITS.2020.3011938>

Koivisto, K., Makkonen, M., Frank, L., & Riekkinen, J. (2016). Extending the technology acceptance model with personal innovativeness and technology readiness: A comparison of three models. In *BLED 2016: Proceedings of the 29th Bled eConference "Digital Economy"*. ISBN 978-961-232-287-8. <https://doi.org/...>

Lee, M. C. (2009). Factors influencing the adoption of internet banking: An integration of TAM and TPB with perceived risk and perceived benefit. *Electronic Commerce Research and Applications*, 8(3), 130–141. <https://doi.org/...>

Máca, V., Ščasný, M., Zverinová, I., Jakob, M., & Hrcíř, J. (2020). Incentivizing commuter cycling by financial and non-financial rewards. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5), 1749. <https://doi.org/10.3390/ijerph17051749>

- Sen, S., Buxbaum, H. J., & Kremer, L. (2020). The Effects of Different Robot Trajectories on Situational Awareness in Human-Robot Collaboration. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (S. 719-729). Springer, Cham.
- Schrepp, M., Hindercks, A., & Tomaschewski, J. (2016). User Experience mit Fragebögen evaluieren. In *Mensch und Computer*.
- Sheffler, Z. J., Liu, D., & Curley, S. P. (2020). Ingredients for successful badges: Evidence from a field experiment in bike commuting. *European Journal of Information Systems*, 29(3), 262–277. <https://doi.org/10.1080/0960085X.2020.1715945>
- Sloot, D., Jans, L., & Steg, L. (2017). The potential of environmental community initiatives – A social psychological perspective. In A. Röpke, G. Reese, I. Fritsche, N. Wiersbinski, & A. Mues (Eds.), *Outlooks on applying environmental psychological research* (S. 27–34). BfN-Skripten 460. Bonn: Federal Agency for Nature Conservation. [https://doi.org/...](https://doi.org/)
- Tidwell, M. V. (2005). A social identity model of prosocial behaviors within nonprofit organizations. *Nonprofit Management and Leadership*, 15(4), 449–467. [https://doi.org/...](https://doi.org/)
- Van Der Laan, J. D., Heino, A., & De Waard, D. (1997). A simple procedure for the assessment of acceptance of advanced transport telematics. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 5, 1–10. [https://doi.org/10.1016/S0968-090X\(96\)00025-3](https://doi.org/10.1016/S0968-090X(96)00025-3)
- Wang, Z., Zhao, K., & Xue, L. (2020). The extended technology acceptance model for ride-sharing: A structural equation modeling with environmental concern. *Sustainability*, 12(6), Article 1–17. [https://doi.org/...](https://doi.org/)
- Yen, B. T. H., Mulley, C., & Meza, G. (2023). Exploring the attitudes and perceptions influencing user participation in gamification schemes for TDM. *Research in Transportation Economics*, 96, Article 101199. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2022.101199>

8. Anhang

Technologie-Akzeptanzmodell

Das TAM ist eines der einflussreichsten Modelle zur Erklärung der Akzeptanz von Technologien durch Nutzer. Es basiert auf der Annahme, dass die Akzeptanz einer Technologie primär durch zwei zentrale Faktoren bestimmt wird:

- 1) **Wahrgenommene Nützlichkeit** (Perceived Usefulness): Dieser Faktor bezieht sich darauf, inwieweit eine Person glaubt, dass die Nutzung einer bestimmten Technologie ihre Arbeitsleistung verbessern wird. Je mehr eine Technologie als nützlich wahrgenommen wird, desto wahrscheinlicher ist es, dass die Person bereit ist, diese zu akzeptieren und zu nutzen.
- 2) **Wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit** (Perceived Ease of Use): Dieser Faktor beschreibt das Ausmaß, in dem eine Person glaubt, dass die Nutzung der Technologie einfach und ohne großen Aufwand erfolgen kann. Je benutzerfreundlicher eine Technologie erscheint, desto wahrscheinlicher ist es, dass sie genutzt wird.

Das TAM postuliert, dass diese beiden Faktoren (Nützlichkeit und Benutzerfreundlichkeit) direkte Auswirkungen auf die Einstellung zur Nutzung (Attitude Toward Using) haben, welche wiederum die Verhaltensabsicht zur Nutzung (Behavioral Intention to Use) beeinflusst. Schließlich führt die Verhaltensabsicht zur tatsächlichen Nutzung der Technologie (Actual System Use).

Erweitertes Technologieakzeptanz-Modell

Das Extended Technology Acceptance Model (eTAM), wie es von Wang et al. (2020) im Kontext des Ride-Sharing vorgestellt wurde, baut auf dem klassischen TAM (Davis, 1989) auf und integriert zusätzliche Faktoren, um spezifische Einflüsse auf die Technologieakzeptanz im Bereich von Ride-Sharing-Plattformen besser zu erfassen. Das erweiterte Modell ist in schematisch dargestellt. Wang et al. (2020) erklären, dass Ride-Sharing eine aufstrebende Technologie ist und NutzerInnen sich häufig Sorgen über die damit verbundenen Risiken machen (Lee, 2009). Zudem argumentieren Sie, dass die Akzeptanz dieser innovativen mobilen Dienste stark von den persönlichen Merkmalen der Verbraucher abhängen kann, wie etwa ihrer Bereitschaft, Neues auszuprobieren (Koivisto et al., 2016; Girod et al., 2017). Laut Wang et al. (2020) kann Ride-Sharing dazu beitragen, den Verkehr zu entlasten und die CO₂-Emissionen zu senken, daher spielt auch das Umweltbewusstsein eine Rolle bei der Akzeptanz solcher Dienste (Caulfield, 2009).

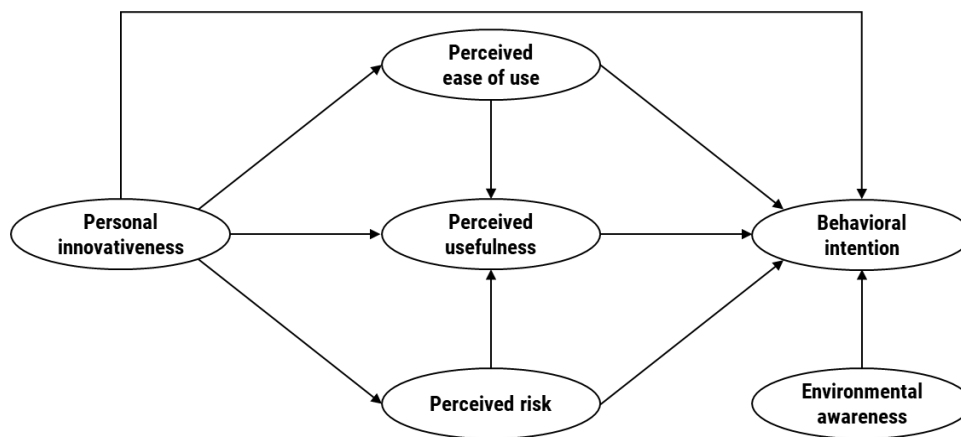


Abbildung 76. Darstellung des Extended-Technology Acceptance Model von Wang et al. (2020).

Van der Laan Skala

Die Van der Laan Skala (Van der Laan, Heino & De Waard, 1997) ist ein Verfahren zur Bewertung der Akzeptanz von fortschrittlichen Verkehrstelematiksystemen (Advanced Transport Telematics, ATT) und wurde speziell entwickelt, um die Nutzerakzeptanz solcher Systeme zu messen. Das Skala ist relativ einfach und standardisiert. Die Skala misst die Akzeptanz eines Systems anhand von zwei Hauptdimensionen:

1. **Nützlichkeit** (Usefulness): Diese Dimension bewertet, inwieweit das System als hilfreich, praktisch oder wertvoll wahrgenommen wird, insbesondere im Hinblick auf die Verbesserung des Fahrerlebnisses oder die Erleichterung des Transports.
2. **Zufriedenheit** (Satisfaction): Diese Dimension erfasst, wie angenehm oder zufriedenstellend die Nutzung des Systems aus Sicht des Anwenders ist. Es wird also gemessen, ob das System als angenehm, komfortabel oder positiv empfunden wird.

Die Van der Laan Skala besteht aus 9 bipolar formulierten Items, die auf einer Likert-Skala bewertet werden. Die Teilnehmer geben an, in welchem Ausmaß sie den jeweiligen Adjektivpaaren zustimmen. Jedes Itempaar enthält entgegengesetzte Begriffe, wie z. B. „nützlich vs. nutzlos“ oder „angenehm vs. unangenehm“ (Abbildung 79. Darstellung der Van der Laan Akzeptanzskala im Rahmen der SteigtUM!-Befragung).

Im folgenden Abschnitt interessiert uns Ihre Einschätzung zum Fahren des CityPeds®. Denken Sie beim Beantworten der Fragen bitte an Ihre eben durchgeführte Fahrt mit dem CityPed®.

★Bitte schätzen Sie im Folgenden das Fahren mit dem CityPed® hinsichtlich der folgenden Eigenschaften ein.

Das Fahren mit dem CityPed® empfinde ich als ...

ärgerlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	erfreulich
nicht wünschenswert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	wünschenswert
schlecht	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	gut
nett	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	nervig
aktivierend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	einschläfernd
effektiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unnötig
nützlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	nutzlos
angenehm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unangenehm
hilfreich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	wertlos

Abbildung 79. Darstellung der Van der Laan Akzeptanzskala im Rahmen der SteigtUM!-Befragung.

System Usability Scale

Die **System Usability Scale (SUS)**, Brooke 1996) ist ein standardisiertes Messinstrument zur Bewertung der Benutzerfreundlichkeit von Systemen und Anwendungen. Der SUS umfasst 10 Fragen, die auf einer Likert-Skala von 1 (stimme überhaupt nicht zu) bis 5 (stimme voll und ganz zu) bewertet werden. Die erreichten Punkte werden anschließend zu einem Gesamtscore auf einer Skala von 0 bis 100 transformiert. Der SUS-Wert liegt zwischen 0 und 100, wobei höhere Werte auf eine bessere Usability hindeuten. Ein SUS-Wert von 68 gilt als durchschnittlich. Werte über 80 deuten auf eine sehr gute Usability (entspricht einer A-Bewertung) hin. Zwischen 68 und 80 spricht man von einer überdurchschnittlichen, akzeptablen Bewertung. Eine Bewertung zwischen 50 und 68 entspricht einer durchschnittlichen bis unterdurchschnittlichen Usability. Unter 50 ist die Usability deutlich unterdurchschnittlich und weist auf gravierende Usability-Probleme hin.

UMUX

Darüber hinaus wurde der UMUX (Finstad, 2010) erhoben. Der **Usability Metric for User Experience (UMUX)** ist ein alternatives Messinstrument zur Bewertung der Benutzerfreundlichkeit, das kürzer als der System Usability Scale (Brooke 1996) ist und aus nur 4 Items besteht. Der UMUX zielt darauf ab, die Benutzerfreundlichkeit im Kontext der *ISO 9241-11* Definition (Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit) zu messen. Im Vergleich zu SUS konzentriert sich UMUX stärker auf die Übereinstimmung eines Systems mit den Benutzeranforderungen. Werte über 80 deuten auf eine sehr gute Usability hin.

AttrakDiff

Der **AttrakDiff** (Attractiveness Differential, Hassenzahl, Burmester, Koller, 2003) ist ein standardisiertes Messinstrument zur Erfassung der wahrgenommenen User Experience (UX) und Attraktivität eines interaktiven Produkts oder Systems. Entwickelt wurde das AttrakDiff von Hassenzahl, Burmester und Koller (2003), und es basiert auf dem Modell der User Experience, das zwischen verschiedenen Qualitäten eines Produkts unterscheidet. Das AttrakDiff misst vier Dimensionen der User Experience.

1) **Pragmatische Qualität (PQ)**. Diese Dimension beschreibt die *Nützlichkeit und Gebrauchstauglichkeit* eines Systems. Sie bezieht sich auf die Frage, wie gut ein Produkt seinen funktionalen Zweck erfüllt, d.h., wie effektiv und effizient das System genutzt werden kann, um Aufgaben zu bewältigen. Pragmatische Qualität hängt stark mit traditionellen Usability-Ansätzen zusammen und misst, wie gut das System dabei unterstützt, ein bestimmtes Ziel zu erreichen.

3) **Hedonische Qualität – Stimulation (HQ-S)**: Diese Dimension bezieht sich auf die *emotionale Anregung* und das *interaktive Erlebnis* während der Nutzung eines Systems. Sie misst, wie sehr das Produkt den BenutzerInnen in seiner persönlichen Weiterentwicklung, Kreativität und seinen individuellen Vorlieben anregt. Ein System mit hoher Stimulation regt die NutzerInnen durch neuartige oder interessante Features an und fördert Erlebnisse, die über reine Funktionalität hinausgehen. **Hedonische Qualität – Identität (HQ-I)**: Diese Dimension beschreibt, inwiefern ein Produkt dem BenutzerInnen dabei hilft, seine eigene *Identität* oder sein Selbstbild zu reflektieren oder zu bestätigen. Sie bezieht sich auf die Frage, ob das System es dem BenutzerInnen ermöglicht, sich mit dem Produkt oder der Marke zu identifizieren, und ob es zu seinem sozialen oder ästhetischen Selbstverständnis passt. Systeme mit hoher hedonischer Qualität – Identität, vermitteln ein Gefühl von Prestige oder Zugehörigkeit und unterstützen den BenutzerInnen darin, sich in der sozialen Welt zu positionieren.

3) **Attraktivität (ATT)**. Die Attraktivität ist eine globale, zusammenfassende Bewertung des Systems, die sowohl die pragmatischen als auch die hedonischen Qualitäten berücksichtigt. Sie drückt aus, wie

anziehend ein Produkt insgesamt wahrgenommen wird. Es ist eine Bewertung, die alle wahrgenommenen Qualitäten kombiniert, um eine Gesamtbewertung der User Experience abzugeben.

VisAWI

Mit dem VisAWI (Visual Aesthetics of Websites Inventory) erfährt man wie NutzerInnen die Ästhetik Ihres grafischen Interface subjektiv wahrnehmen. Das kann im klassischen Fall eine Website sein, aber auch ein Prototyp, eine Software oder ein anderes Medienprodukt wie ein Online-Geschäftsbericht oder sogar ein Zeitschriftencover. Die Einschätzung ist für sie mehrfach wertvoll, denn die wahrgenommene Ästhetik kann sich auf viele weitere Aspekte wie zum Beispiel Zufriedenheit (Cyr, Kindra & Dash, 2008; Lindgaard & Dudek, 2003), Wiederbesuchswahrscheinlichkeit (Mahlke, 2002; Moshagen & Thielsch 2010; Yoo & Donthu, 2001) oder Kaufbereitschaft (Parboteeah, Valacich & Wells, 2009) auswirken.

Trust in Automation

Diese wurde von Jian et al. (2000) entwickelt. Diese Skala ist eine der am häufigsten verwendeten Instrumente zur Messung des Vertrauens in automatisierte Systeme. Sie basiert auf einem multidimensionalen Ansatz und misst verschiedene Aspekte des Vertrauens in automatisierte Technologien, darunter Faktoren wie die Zuverlässigkeit, Nützlichkeit und Verständlichkeit der Systeme. Hierfür bewerteten die ProbandInnen die 12 Items auf einer siebenstufigen Skala (1 = „Stimme überhaupt nicht zu“ bis 7 = „Stimme vollkommen zu“).

Situationsbewusstsein

Interviewfragen zum Situationsbewusstsein (nach Sen et al., 2020)

Stufe	Kommunikationskonzept	Interviewfragen Situationsbewusstsein
SA-I	Baseline	Welche Objekte sahen Sie im Video? Beschreiben Sie diese kurz.
	Auditiv	Welche Objekte oder Signale sahen und hörten Sie im Video? Beschreiben Sie diese kurz.
	Visuell	Welche Objekte oder Signale sahen Sie im Video? Beschreiben Sie diese kurz.
SA-II		In welcher Situation befindet sich das Lastenpedelec?
SA-III	a)	Welche konkrete Aktion wird das Lastenpedelec Ihrer Meinung nach als nächstes ausführen? Was ist das Ziel dieser Aktion?
	b)	Wie würden Sie sich in der Situation verhalten bzw. was würden Sie tun?

Anmerkungen. SA = Situationsbewusstsein, I = wahrnehmen, II = verstehen, III = vorhersagen

Kurzbericht: Verbundprojekt: System elektrischer Kleinfahrzeuge zum privaten und gewerblichen Transport als ganzheitlicher Lösungsansatz urbaner Mobilitätsprobleme

Teilvorhaben: Nutzerforschung für eine optimierte Gestaltung der Mensch-Technik-Interaktion

1. Zielsetzung und wissenschaftlich-technischer Stand

Das Projekt *SteigtUM!* zielte darauf ab, ein nutzerfreundliches und nachhaltiges Mobilitätssystem für private und gewerbliche Anwendungen zu entwickeln. Im Fokus standen alltagstaugliche Mikromobile (CityPed, CityScooter, CityTrunk), eine universelle Lade- und Parkinfrastruktur sowie eine intuitive App als zentrale Nutzerschnittstelle. Das Vorhaben knüpfte an bestehende Forschung zu Mikromobilität und Nutzerakzeptanz an, untersuchte jedoch erstmalig ein ganzheitliches Konzept mit integrierten Sharing-Systemen, autonomer Park- und Ladefunktion sowie community-basierter Logistik. Die bisherigen Systeme waren oft schwerfällig, teuer und für breite Nutzergruppen wenig zugänglich. Ziel war es, diese Defizite durch iterative Entwicklungen und nutzerzentrierte Forschung zu überwinden.

2. Inhalte und Methoden

Das Projekt umfasste drei Hauptbereiche: die Entwicklung der Fahrzeuge, die Infrastruktur sowie die Reallaborphase. Nach der Konzeptionsphase wurden Prototypen für CityPed, CityScooter und CityTrunk entwickelt und in Nutzerstudien getestet. Parallel dazu entstand eine modulare Lade- und Parkinfrastruktur, die autonomes Parken und Laden ermöglicht. Eine universelle App wurde zur Steuerung des Systems und zur Routenplanung entwickelt. Diese Komponenten wurden ab 2022 in einem Reallabor in Freiberg getestet. Die Covid-19-Pandemie führte zu Verzögerungen, die durch eine kostenneutrale Projektverlängerung kompensiert wurden. Dadurch konnten die technischen Entwicklungen und Nutzerstudien erfolgreich abgeschlossen werden. Im Rahmen des Projekts wurden folgende Schwerpunkte gesetzt:

1. **Entwicklung von Mikromobilen:** Es wurden Prototypen für verschiedene Fahrzeugtypen entwickelt und auf Alltagstauglichkeit sowie Benutzerfreundlichkeit getestet.
2. **Infrastruktur und Technologie:** Ein stationsbasiertes Park- und Ladesystem sowie autonome Funktionen wie das selbstständige Ein- und Ausparken wurden entwickelt.
3. **Nutzerzentrierte Studien:** In mehreren Phasen wurden Nutzeranforderungen erhoben, Prototypen getestet und Rückmeldungen in den Entwicklungsprozess integriert.
4. **Community-Logistik:** Ein Sharing-System wurde mit communitybasierten Ansätzen ergänzt, die soziale Interaktion und Nachbarschaftsnetzwerke fördern sollen.

Die Evaluierung erfolgte durch Laborexperimente, Reallabore und Befragungen verschiedener Zielgruppen, darunter Studierende, Gewerbetreibende und ältere Menschen.

3. Ergebnisse

1. **Fahrzeuge:** Die entwickelten Mikromobile wurden insgesamt positiv bewertet, zeigten jedoch Optimierungspotenzial bei der Stabilität und Steuerung, insbesondere unter beladenen Bedingungen. Nutzer wünschten sich zusätzliche Assistenzsysteme wie Blinker und Rückfahrkameras.
2. **Infrastruktur:** Die Park- und Ladesysteme wurden als intuitiv und effizient bewertet, wobei die autonome Funktionalität eine besondere Stärke darstellte.

3. **Nutzerakzeptanz:** Die Akzeptanz war abhängig von der Nutzergruppe unterschiedlich ausgeprägt, wobei insbesondere die Zielgruppen mit geringeren technischen Vorkenntnissen höhere Anforderungen an Benutzerfreundlichkeit stellten.
4. **Community-Logistik:** Das System förderte soziale Kontakte und erhöhte die Identifikation der Nutzer mit ihrer Nachbarschaft, was die Akzeptanz und Nutzung des Systems unterstützte.

4. Nutzen und Anwendungsmöglichkeiten

Das Projekt hat gezeigt, dass Mikromobile eine vielversprechende Ergänzung zu bestehenden Verkehrssystemen darstellen. Die Fahrzeuge können:

- als umweltfreundliche Alternative für Kurzstrecken und die "letzte Meile" genutzt werden,
- im gewerblichen Bereich, etwa für Lieferdienste, die Effizienz steigern,
- soziale Interaktionen und Nachbarschaftsnetzwerke fördern.

Die Projektergebnisse bieten eine Grundlage für die Weiterentwicklung von Mikromobilitätssystemen und deren Integration in urbane Mobilitätskonzepte. Durch die nutzerzentrierte Gestaltung wurden Barrieren identifiziert und konkrete Maßnahmen zur Steigerung der Nutzerakzeptanz abgeleitet. Dies trägt zur Etablierung nachhaltiger Mobilitätslösungen bei.

5. Wesentliche Ergebnisse und Zusammenarbeit

Die entwickelten Mikromobile erwiesen sich als sicher, einfach bedienbar und alltagstauglich. Insbesondere die CityPeds und CityTrunks wurden von privaten und gewerblichen Nutzern positiv bewertet. Die App und die Ladeinfrastruktur überzeugten durch intuitive Bedienbarkeit, auch wenn die vollständige Integration der intermodalen Routing-Funktion im Projektzeitraum nicht realisiert wurde. Das Projekt zeigte, dass klare visuelle Kommunikationsansätze und Gamification-Elemente die Nutzerakzeptanz erhöhen können. Herausforderungen bestanden in der technischen Umsetzung des Floating-Ansatzes, der an regulatorischen Hürden scheiterte.

Die Zusammenarbeit mit der TU Chemnitz, der TU Freiberg und weiteren Partnern wie dem Fraunhofer IVI und kommunalen Stakeholdern war entscheidend für den Projekterfolg. Interdisziplinäre Ansätze ermöglichten die Verbindung technischer, psychologischer und sozialwissenschaftlicher Perspektiven. Diese Synergien trugen wesentlich dazu bei, das Potenzial nachhaltiger Mobilitätslösungen aufzuzeigen und ihre Integration in urbane Verkehrssysteme vorzubereiten.

6. Fazit

Das Projekt *SteigtUM!* demonstriert die Machbarkeit eines innovativen, nachhaltigen Mobilitätssystems und legt durch die umfassenden Erkenntnisse den Grundstein für zukünftige Forschungs- und Umsetzungsprojekte. Die enge Verzahnung von technischer Entwicklung und Nutzerforschung bietet eine Blaupause für ähnliche Vorhaben und stärkt die Position Deutschlands als Innovationsführer in der urbanen Mobilität.