



E-Trottinette: Verkehrsplanerische Auswirkungen und zukünftige Anforderungen

**Conséquences pour la planification des transports et
futurs exigences des trottinettes électriques**

**Consequences for transport planning and future
requirements of electric scooters**

Büro für Mobilität AG
Martin Wälti
Pascal Steinemann
Daniel Baehler

OST, IRAP Institut für Raumentwicklung
Carsten Hagedorn
Rebecca Hunziker

ASE (Analysis Simulation Engineering) AG
Basil Vitins
Luca Häfliger

AGU Arbeitsgruppe für Unfallmechanik
Kai-Uwe Schmitt
Markus Muser

**Forschungsprojekt VPT_20_05D_01 auf Antrag der Arbeitsgruppe
Verkehrsplanung und -technik (VPT)**

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen unterstützten Autor(en). Dies gilt nicht für das Formular 3 «Projektabschluss», welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet.

Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que les auteurs ayant obtenu l'appui de l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 «Clôture du projet», qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière.

Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

La responsabilità per il contenuto di questo rapporto spetta unicamente agli autori sostenuti dall'Ufficio federale delle strade. Tale indicazione non si applica al modulo 3 "conclusione del progetto", che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e di cui risponde solo quest'ultima.

Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) supported by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee.

Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



E-Trottinette: Verkehrsplanerische Auswirkungen und zukünftige Anforderungen

**Conséquences pour la planification des transports et
futurs exigences des trottinettes électriques**

**Consequences for transport planning and future
requirements of electric scooters**

Büro für Mobilität AG
Martin Wälti
Pascal Steinemann
Daniel Baehler

OST, IRAP Institut für Raumentwicklung
Carsten Hagedorn
Rebecca Hunziker

ASE (Analysis Simulation Engineering) AG
Basil Vitins
Luca Häfliger

AGU Arbeitsgruppe für Unfallmechanik
Kai-Uwe Schmitt
Markus Muser

**Forschungsprojekt VPT_20_05D_01 auf Antrag der Arbeitsgruppe
Verkehrsplanung und -technik (VPT)**

März 2025

1793

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Martin Wälti (Büro für Mobilität AG)

Mitglieder

Pascal Steinemann (Büro für Mobilität AG)

Dr. Daniel Baehler (Büro für Mobilität AG)

Prof. Carsten Hagedorn (OST)

Martin Schlatter (OST)

Oiza Otaru (OST)

Rebecca Hunziker (OST)

Dr. Basil Vitins (ASE)

Jessica Weibel (ASE)

Luca Häfliger (ASE)

Prof. Dr. Kai-Uwe Schmitt (AGU)

Dr. Markus Muser (AGU)

Linus Trummler (AGU)

Begleitkommission

Präsident

Lukas Ostermayr (SNZ Ingenieure und Planer AG)

Mitglieder

Patrick Eberling (bfu Beratungsstelle für Unfallverhütung)

Ruth Furrer (Stadt Zürich)

Urs Walter (ASTRA)

Joseph von Sury (Emch + Berger)

Dominik Bucheli (Fussverkehr Schweiz)

Sara Hofmann (Stadt Bern)

Wernher Brucks (Stadt Zürich)

Mathias Halef (CHACOMO – Swiss Alliance for Collaborative Mobility)

Antragsteller

Arbeitsgruppe Verkehrsplanung und -technik (VPT)

Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von <http://www.mobilityplatform.ch> heruntergeladen werden.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	4
Zusammenfassung	7
Résumé	15
Summary	25
1 Einleitung	33
1.1 Aufbau und Methodik	35
1.2 Gesetzliche Rahmenbedingungen	36
1.2.1 E-Trottinette und andere neuartige Fahrzeuge	36
1.2.2 Geteilte E-Trottinette	38
2 Stand der Forschung und Erkenntnisse der Fachgespräche	39
2.1 Verkehrssicherheit	39
2.1.1 Unfalldaten und Statistiken	39
2.1.2 Sicherheitsaspekte am Fahrzeug (inkl. Zulassung)	40
2.1.3 Sicherheitsaspekte Nutzende	41
2.1.4 Sicherheitsaspekte an der Verkehrsanlage: Lichtraumprofil, Netzelemente, Begegnungsfall, Linksabbiegen	42
2.2 Nachhaltigkeit der Fahrzeuge	43
2.2.1 Lebensdauer der Fahrzeuge im Vergleich	43
2.2.2 Vandalismus an geteilten Fahrzeugen	44
2.2.3 Emissionen Herstellung, Betrieb und Entsorgung	44
2.3 Auswirkungen auf die Verkehrsplanung	46
2.3.1 Netz / Netzelemente	46
2.3.2 Ausgestaltung künftiger Verkehrsraum	47
2.3.3 Parkierung (Platzbedarf private E-Trottinette und Verleih, Kombinierbarkeit Abstellanlagen)	49
2.4 Potenziale	50
2.4.1 Verlagerung (Konkurrenz zum Umweltverbund ÖV, Fuss- und Veloverkehr)	50
2.4.2 Einsatzbereiche E-Trottinette hinsichtlich Wege und Zwecke	52
2.4.3 Die Rolle des E-Trottinetts im Gesamtverkehr	53
2.4.4 Zielgruppen	56
2.5 Zwischenfazit Forschungsstand	57
3 Umfrage zur Nutzung von E-Trottinetten	58
3.1 Fragebogenstruktur	58
3.2 Beschreibung der Stichprobe	58
3.3 Soziodemographie der einzelnen Nutzungsgruppen	61
3.4 Verkehrsmittelnutzung der einzelnen Nutzungsgruppen	64
3.5 Sicherheitsempfinden bei der Interaktion mit E-Trottinetten	66
3.6 E-Trottinett-Nutzung	67
3.6.1 Nutzungsweise der E-Trottinette	67
3.6.2 Verhalten der E-Trottinett-Nutzenden	70
3.7 Parkierung von E-Trottinetten	72
3.8 Verlagerungspotenzial auf E-Trottinette	72
3.9 Spezifikationen von privaten E-Trottinetten	74
3.10 Fazit	75
4 Fahrversuche	77
4.1 Methodik	77
4.1.1 Fahraufgabe / Strecke	77
4.1.2 Rekrutierung Teilnehmende	78
4.1.3 E-Trottinette	78

4.1.4	Instrumentierung	78
4.1.5	Befragung	79
4.1.6	Auswertung	80
4.2	Ergebnisse	81
4.2.1	Sample	81
4.2.2	Routenwahl und Fahrtdauer	81
4.2.3	Geschwindigkeiten	82
4.2.4	Sicherheitsempfinden	83
4.2.5	Ereignisse	84
4.3	Fazit	87
5	Denkbare Entwicklungen	88
5.1	Methodisches Vorgehen	88
5.1.1	Wirkungsschema geteilte und private E-Trottinette	88
5.1.2	Zukunftsgespräche	89
5.2	Anpassung der zulassungsbezogenen Rahmenbedingungen	90
5.3	Neuproduktentwicklungen	91
5.4	Mengenentwicklungen und Diffusion	92
5.4.1	Entwicklung der Fahrzeugzahl	92
5.4.2	Treiber und Hemmer der Marktentwicklung und -diffusion	94
5.4.3	Synthese der prospektiven Marktdiffusion	95
5.5	Nutzenden-seitige Entwicklungen	96
5.6	Entwicklungsszenarien E-Trottinette	97
6	Einflussfaktoren auf die Verfügbarkeit und Nachfrage	99
6.1	Besitzmodell	99
6.1.1	Datengrundlage	99
6.1.2	Modellschätzung	99
6.1.3	Resultate	100
6.1.4	Vergleich mit der ETH-Studie	101
6.2	Verkehrsmittelwahl	101
6.2.1	Daten	101
6.2.2	Methodik für die Parameterschätzung	102
6.2.3	Resultate der Modellschätzung für die Verkehrsmittelwahl	102
6.3	Einflussfaktoren auf Verlagerungspotenziale	104
6.3.1	Aktivitätenbasiertes Verkehrsmodell Basel (ABVM Basel)	105
6.3.2	Einfluss der Zugangsdistanz für geteilte E-Trottinette	106
6.3.3	Einfluss des Streckentyps auf die Nutzung der zurückgelegten Wege	107
6.3.4	Einflussfaktor intermodale Wege kombiniert mit ÖV	108
6.3.5	Einflussfaktoren Gemeindegrösse und Raumtypen	111
6.4	Fazit Modellauswertung	113
7	Synthese: Verkehrsplanerische Bedeutung der E-Trottinette	114
7.1	Verkehrsplanerische Auswirkungen von E-Trottinetten	114
7.2	Anforderungen der E-Trottinette an Infrastruktur und Netzplanung	115
7.3	Verkehrssicherheit von E-Trottinetten	116
8	Handlungsempfehlungen	117
8.1	Grundlagen	117
8.2	Handlungsempfehlungen: Rollende E-Trottinette	118
8.3	Handlungsempfehlungen: Parkierte E-Trottinette	119
	Glossar	121
	Literaturverzeichnis	122
	Projektabschluss	125

Zusammenfassung

Die Verbreitung von elektrischen Kleinstfahrzeugen¹, insbesondere von E-Trottinetten, die auch bekannt sind als E-Scooter oder E-Tretroller (vgl. Abb. 1), hat in den letzten Jahren zugenommen. Diese elektrisch betriebenen Fortbewegungsmittel sind in der Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS) geregelt und unterliegen spezifischen Vorschriften, um im Strassenverkehr zugelassen zu sein. Im Hinblick auf die Verkehrsflächennutzung werden sie ähnlich wie Fahrräder und langsame E-Bikes mit einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 25 km/h behandelt. E-Trottinette können sowohl im Elektronik- und Fahrzeugfachhandel erworben als auch über verschiedene Sharing-Angebote ausgeliehen werden.



Abb. 1 E-Trottinette (links: private, rechts: geteilte).

Die aktuelle Entwicklung der Verkaufszahlen zeigt, dass neben dem MIV, dem öffentlichen Verkehr (ÖV) sowie dem nicht-motorisierten Fuss- und Veloverkehr und elektrisch unterstützten Velos (E-Bikes) bereits heute E-Trottinette die bestehenden Verkehrsflächen nutzen. Auch das Angebot und die Nutzung von geteilten E-Trottinetten sind in den letzten Jahren stark gestiegen, konzentrieren sich aber bisher mit Ausnahme eines Angebots in Bulle in der Deutschschweiz.

Noch ist unklar, welche Rolle E-Trottinette insbesondere im Gesamtmobilitätssystem einnehmen werden. Die zunehmende Präsenz im öffentlichen Raum führt aber vermehrt zu Herausforderungen. So können E-Trottinette aus verschiedenen Gründen als Ärgernis wahrgenommen werden. Ein Problem ist das «wilde» Abstellen von geteilten E-Trottinetten, insbesondere in Fussgängerzonen und auf Gehwegen, bzw. auf Trottoirs. Dies kann Wege blockieren und somit andere Verkehrsteilnehmende gefährden oder stören. Häufig kommt es aber auch zu Konflikten zwischen Zufussgehenden und E-Trottinette-Fahrenden, beispielsweise auf geteilten Flächen für Fuss- und Veloverkehr. Die Konflikte verschärfen sich, wenn mit dem E-Trottinett verbotenerweise auf Trottoirs gefahren wird. Eine weitere Herausforderung ist die Nachhaltigkeit von E-Trottinetten, wobei die Faktoren Lebensdauer und Laufleistung eine entscheidende Rolle spielen.

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsauftrags wurde untersucht, welche verkehrsplanerischen Auswirkungen E-Trottinette haben und welche zukünftigen Anforderungen sich daraus für die Infrastruktur- und Netzplanung ergeben. Folgende fünf Forschungsfragen wurden bearbeitet:

1. Welche elektrischen Kleinstfahrzeuge sind im Verkehrsraum in Zukunft denkbar?
2. Welche Wege werden mit E-Trottinetten zurückgelegt?
3. Wo werden welche Flächen für die Parkierung von E-Trottinetten benötigt?
4. Wie interagieren E-Trottinette auf den heutigen Verkehrsflächen mit anderen Verkehrsteilnehmenden und was sind die Folgen für die Verkehrssicherheit?
5. Welche Anforderungen stellen E-Trottinette an die Infrastruktur und die Netzplanung?

¹ Ursprünglich verwies die Ausschreibung für diese Forschungsarbeit auf «E-FäG» (elektrisch angetriebene fahzeugähnliche Geräte). Dieser Begriff ist jedoch nicht korrekt, da Fahrzeuge mit Motor keine fahzeugähnlichen Geräte (FäG) sind. FäG sind Geräte mit Rädern und Rollen und dem Fussverkehr gleichgestellt. Der Begriff wird jedoch für E-Trottinette und ähnliche Fahrzeuge teilweise verwendet. Präziser ist die im Bericht verwendete Umschreibung «elektrische Kleinstfahrzeuge».

Vorgehen/Methodik

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden sieben Arbeitspakete (AP) erarbeitet, welche Informationen zum aktuellen Forschungsstand und zu (Nutzungs-)Erfahrungen mit E-Trottinetten sowie Erkenntnisse für die Synthese der Anforderungen an die Infrastruktur, Netzplanung und Verleihsysteme lieferten. Darüber hinaus liessen sich Handlungsempfehlungen für eine geeignete Förderung von E-Trottinetten ableiten.

Im AP1 wurde die bestehende Forschung mittels Literatur ausgewertet und in sechs Gesprächen mit Fachpersonen aus der Verwaltung, Forschung und einem Sharing-Anbieter validiert bzw. erweitert. Ausserdem wurden sieben Fachpersonen zur Fahrzeugentwicklung, Sicherheit und möglichen Auswirkungen auf die Verkehrsplanung interviewt. Die Befragten sind in der Entwicklung, in Verbänden, die sich mit Elektrofahrzeugen beschäftigen und im Verkauf tätig. Im AP 3 wurde im Herbst 2022 eine Umfrage auf Deutsch und Französisch mit rund 900 Nutzenden von privaten und geteilten E-Trottinetten sowie mit rund 1'200 übrigen Verkehrsteilnehmenden durchgeführt. Der Fragebogen enthielt verschiedene Frageblöcke, die Konflikte und Sicherheitsaspekte thematisierten. Bildbewertungen dienten zur Einschätzung des Sicherheitsempfindens und der Infrastrukturanforderungen. Zudem wurden Wegpräferenzen, Abstellanforderungen und Verkehrsmittelabschätzungen berücksichtigt, um zukünftige Verlagerungen im Verkehr zu bewerten. Potenzielle Auswirkungen von E-Trottinetten auf den öffentlichen Verkehr wurden ebenfalls erfasst. Verbreitet wurde die Umfrage unter anderem von den führenden Anbietenden von geteilten E-Trottinetten sowie verschiedenen Verbänden. Eine repräsentative Befragung wurde nicht angestrebt. Da sich die Sharing-Angebote bisher stark auf die Deutschschweiz konzentrieren, gab es von Nutzenden nur wenige Antworten auf Französisch. Bei den übrigen Verkehrsteilnehmenden lag der Rücklauf hingegen bei rund einem Viertel. Im AP 4 wurden mithilfe einer Modellierung am Beispiel der Region Basel die Einflussfaktoren Zugangsdistanz, Streckentypen, Nutzung und intermodale Wege mit den ÖV-Zahlen, den Gemeindegrößen und den Raumtypen kombiniert, um die Nutzung von E-Trottinetten zu prüfen. Das AP 5 beinhaltete Fahrversuche mit 17 Personen in der Stadt Zürich. Die Versuche bestanden aus einer Eingangsbefragung, einer Einweisung, Fahrversuchen und einer abschliessenden Befragung. Während dem Vorhaben sollten die Teilnehmenden mit ihren E-Trottinetten drei Checkpunkte in einer bestimmten Reihenfolge anfahren. Sie erhielten einen Stadtplan, kannten die Checkpunkte jedoch nicht. Bei Bedarf durften sie ihre Mobiltelefone zur Orientierung verwenden. Die Versuchsfahrten wurden aus den Ego-Perspektiven der Teilnehmenden mit 360°-Videoaufnahmen dokumentiert, um das Verkehrsgeschehen, das Fahrverhalten und Ereignisse ausserhalb ihres Blickfelds festzuhalten. Das AP 6 umfasst schliesslich eine Synthese der gewonnenen Erkenntnisse und die Ableitung von Szenarien und Anforderungen an die Infrastruktur und Netzplanung. Im AP 7 wurden basierend auf den Ergebnissen Handlungsempfehlungen herausgearbeitet.

Welche elektrischen Kleinstfahrzeuge sind im Verkehrsraum in Zukunft denkbar?

Wie die Fachgespräche gezeigt haben, ist bis 2030/40 insgesamt mit einer weiteren Zunahme und Verbreitung von E-Trottinetten zu rechnen. Das Spektrum möglicher Entwicklungen ist allerdings sehr differenziert zu betrachten. Die verschiedenen Fachpersonen sind sich nicht immer einig, wie sich der Markt der E-Trottinette im Kontext weiterer elektrischer Leichtfahrzeuge entwickeln wird. Für E-Trottinette ist eine weitere Zunahme von privaten und geteilten Fahrzeugen sehr wahrscheinlich, allerdings wird im Vergleich zu den ersten Jahren von deutlich geringeren Zuwachsraten ausgegangen. Die E-Trottinette werden sich weiterentwickeln und dadurch leichter, langlebiger und für verschiedene Nutzergruppen attraktiver werden. Obwohl es bereits einige Städte gibt, welche die Nutzung von geteilten E-Trottinetten wieder eingeschränkt oder verboten haben, wird insgesamt nicht prognostiziert, dass Gesetze und Regulierungen die Entwicklung der E-Trottinette beschränken werden. Das Nutzenpotenzial der Fahrzeuge ist nach Meinung der Fachpersonen weiterhin gross und unbestritten.

Aufgrund der rechtlichen Grundlage ist in Zukunft vor allem mit E-Trottinetten im öffentlichen Raum zu rechnen. Als Einsatzbereich scheint weiterhin die intermodale Verknüpfung von E-Trottinetten mit dem ÖV relevant zu sein. Zusätzlich werden stadtverträgliche Lösungen der letzten Meile in Kombination mit Elektroautos herstellerseitig in Betracht gezogen.

Welche Wege werden mit E-Trottinetten zurückgelegt?

Einsatzzweck der E-Trottinette und Wegpräferenzen

Das E-Trottinett wird von regelmässigen Nutzenden für Arbeits- und Einkaufswege sowie Wege zu Freizeitaktivitäten genutzt. Bei gelegentlich Nutzenden überwiegt der Gebrauch für Freizeitaktivitäten. Im Vergleich zu den Sharing-Angeboten werden mit privaten E-Trottinetten häufiger Einkaufswege zurückgelegt. Freizeitaktivitäten sind hingegen weniger häufig das Ziel von E-Trottinett-Besitzenden.

Für Besitzende ist das E-Trottinett ein zentrales Verkehrsmittel, mit dem sie viele ihrer Wege unabhängig von den Wegezwecken zurücklegen – ähnlich wie bei der Verwendung des Velos bei Nicht-Nutzenden von E-Trottinetten. Bei täglicher Nutzung eines privaten E-Trottinetts beträgt die durchschnittliche Fahrzeit ca. 18 Minuten und ist damit deutlich höher als bei Sharing-Nutzenden.

Die Fahrten von Sharing-Nutzenden betragen durchschnittlich ca. 10 Minuten. Sie nutzen E-Trottinette unregelmässiger und häufig spontan für Freizeitwege, meist in Kombination mit dem ÖV oder auch besonders in der Nacht als Alternative zu diesem. Die Modellrechnungen haben Weglängen von mehrheitlich 0.5 bis 3 km bestätigt.

Beide Gruppen von E-Trottinett-Nutzenden tragen gemäss Umfrage kaum Schutzausrüstung wie einen Helm. Dafür wählen sie ihre Route aber häufig bewusst aus, um risikoreiche Orte zu umfahren. Sie nutzen generell das Velo seltener als Nicht-Nutzende, ersetzen Velofahrten dennoch kaum durch ein E-Trottinette, was auch damit zusammenhängt, dass sie seltener ein Velo besitzen als Nicht-Nutzende.

Bezüglich Routenwahl haben die Modellrechnungen ergeben, dass Tempo-30-Zonen und vom MIV getrennte Veloinfrastrukturen bevorzugt befahren werden. Sofern keine grösseren Umwege entstehen, werden Quartierstrassen den Hauptverkehrsachsen vorgezogen. Die Fahrversuche in der Stadt Zürich haben hingegen gezeigt, dass kein klares Muster zwischen der vorhandenen Veloinfrastruktur, dem Temporegime und möglichen Alternativrouten bestand. Mehrheitlich wurden Strassen mit Tempo 50 befahren.

Verlagerungseffekte durch E-Trottinette

Für ein effizientes Gesamtmobilitätssystem ist es von grosser Bedeutung, welche Fahrten durch E-Trottinette ersetzt werden. Geteilte E-Trottinette ersetzen am häufigsten Fusswege und an zweiter Stelle den ÖV, private am häufigsten ÖV-Fahrten. Autofahrten werden häufiger mit einem privaten E-Trottinett ersetzt als mit geliehenen. Zudem findet eine Substitution des Autos eher bei täglich Nutzenden statt, ist aber insgesamt selten. Private E-Trottinette führen im Vergleich zu geteilten zu etwas mehr induzierten Fahrten.

Die Verlagerung ist allerdings komplex, weil sie beispielsweise auch von der Häufigkeit der Nutzung abhängt. Bei privaten E-Trottinetten zeigt sich, je häufiger diese genutzt werden, desto weniger werden andere Verkehrsmittel genutzt. Bei der Befragung stellte sich weiter

heraus, dass je seltener das E-Trottinett genutzt wird, desto häufiger wird das Velo/E-Bike ersetzt. Insgesamt gibt es jedoch wenig Überschneidungspunkte zwischen den Nutzendengruppen von E-Bikes, Velos und E-Trottinetten. Die Zielgruppen können als komplementär aufgefasst werden.

Die Modellrechnungen haben die eingeschränkten Verlagerungseffekte bestätigt. Bei intermodalen Wegen in Kombination mit den öffentlichen Verkehrsmitteln ist der derzeitige Anteil sehr gering und hätte somit ein grosses Potenzial, das allerdings wegen der kurzen Zugangswege zum dichten Netz des ÖVs in der Schweiz nur schwer ausgeschöpft werden kann. Fusswege sind aufgrund der geringen Distanzen meistens naheliegender.

Ein weiterer relevanter Aspekt ist das Potenzial des E-Trottinetts bei Nicht-Nutzenden. Hier zeigte die Befragung, dass sich nur rund ein Viertel der befragten Personen eine Nutzung von E-Trottinetten vorstellen kann. Diese potenziellen Nutzenden sind hauptsächlich jüngere und männliche Personen, die ein E-Trottinett bereits gelegentlich nutzen bzw. genutzt haben. Rund ein Drittel dieser Befragten würden Fusswege, je rund ein Viertel ÖV- bzw. Velofahrten und weniger als 10 % Autofahrten mit dem E-Trottinett ersetzen.

Heute stellt das E-Trottinett damit hauptsächlich eine Konkurrenz für den Fussverkehr und den ÖV dar. Damit geteilte E-Trottinette den Umweltverbund in Zukunft ergänzen und keine Konkurrenz mehr darstellen, sollten sie insbesondere als Zubringer zum öffentlichen Verkehr besonders in Randgebieten gestärkt werden, d.h. nicht dort wo der ÖV bereits leistungsfähig und dicht getaktet ist. Zusätzlich sollten E-Trottinette zu Randzeiten zur Verfügung stehen, wenn im ÖV weniger dichte Frequenzen angeboten werden, um Wartezeiten zu verringern bzw. zu vermeiden. Ergänzungsmöglichkeiten bieten sich insbesondere auch ausserhalb der Betriebszeiten des ÖVs an. Mit den Absichten der Herstellenden, eine grundsätzlich MIV-orientierte Zielgruppe mit privaten E-Trottinetten zu erreichen, ist zudem auch das Erreichen von vormals weniger ÖV- bzw. Velo-orientierten Gruppen möglich.

Wo werden welche Flächen für die Parkierung von E-Trottinetten benötigt?

Verortung und Dimensionierung der Parkierung

Private E-Trottinette benötigen keine Parkierungsflächen im öffentlichen Raum. Da sie schwer zu sichern aber relativ leicht zu transportieren sind, werden sie in der Regel an den Zielort mitgenommen.

Anders sieht es bei den geteilten E-Trottinetten aus. Für diese sind möglichst in der Nähe des Ziels gelegene Parkieranlagen notwendig, damit sie genutzt werden. Aufgrund des inzwischen hohen Gewichts der geteilten E-Trottinette ist eine Diebstahlsicherung (auch als Schutz vor Vandalismus) nicht mehr nötig. Parkierungssysteme für E-Trottinette sind bisher nicht in der Schweiz normiert. Im E-Trottinett-Verleih hat sich gezeigt, dass die Parkierung bei stationsbasierten Systemen deutlich geordneter abläuft als bei Free-Floating. Tatsächlich ist die «wilde» Parkierung von geteilten E-Trottinetten auf Flächen für den Fussverkehr ein grosses Ärgernis und Problem und deshalb in vielen Städten gar nicht (mehr) erlaubt. Abstellflächen werden heute von Stadtverwaltungen im Rahmen der Anbieterzulassungen geregelt und mittels vorgeschriebenen digitalen Parkverbotszonen oder vorgesehenen Abstellflächen umgesetzt. Die Sharing-Anbietenden haben darauf teilweise reagiert, indem sie von ihren Nutzenden ein Beweisfoto von der korrekt abgestellten Rückgabe des E-Trottinetts verlangen.

Aufgrund ihrer kleinen Grösse sind für parkierte E-Trottinette Parkflächen im Strassenraum denkbar, z.B. auch in der Nähe von Zebrastreifen oder Kreuzungen, ohne grosse Sichteinschränkungen und eine weitere Inanspruchnahme von Fussverkehrsflächen zu erzeugen. Die Modellrechnungen haben gezeigt, dass Parkierungsmöglichkeiten für geteilte E-Trottinette vor allem im städtischen Gebiet und an grösseren Bahnhöfen in der Agglomeration nachgefragt werden – hier hat das vorhandene Angebot das Resultat aber stark beeinflusst. Bezüglich Dimensionierung ergibt sich eine angemessene Platzzahl von 1-20, wobei eine weitere Spezifizierung aufgrund des verwendeten Modells nicht möglich ist.

Zu- und Wegfahrt zu Parkierungsflächen

Die Anforderungen an Zu- und Wegfahrten zu Parkierungsflächen sind vergleichbar mit den Anforderungen für Velos. Wenn diese Bereiche benutzungsfreundlich angelegt und gestaltet sind, werden sie häufiger genutzt. Wenn sie jedoch erschwert zugänglich, nicht ebenerdig und nicht direkt aus allen Richtungen von der Infrastruktur für den rollenden Verkehr erreichbar sind, steigt das Risiko, dass andere Flächen für das Abstellen von E-Trottinetten genutzt oder nicht erlaubte Bereiche befahren werden. Das kann insbesondere andere Verkehrsteilnehmende behindern. Befinden sich die Parkierungsanlagen auf der Strassen- und nicht auf der Fussverkehrsfläche, kann verhindert werden, dass E-Trottinett-Nutzende das Trottoir zur Zu- bzw. Wegfahrt nutzen.

Wie interagieren E-Trottinette auf den heutigen Verkehrsflächen mit anderen Verkehrsteilnehmenden und was sind die Folgen für die Verkehrssicherheit?

Grundsätzlich hat die Befragung gezeigt: Wer selbst ein E-Trottinett nutzt (oder schon genutzt hat), fühlt sich deutlich sicherer im Umgang mit anderen E-Trottinetten. Dies ist bedingt durch eine bessere Bewertbarkeit der Geschwindigkeit und der Fahrweise sowie aufgrund einer höheren Akzeptanz wegen der eigenen Nutzung. Nicht-Nutzende fühlen sich häufig unsicher bei der Interaktion mit E-Trottinett-Nutzenden, am wenigsten jedoch als Velofahrende.

Gemeinsame Nutzung der Veloinfrastruktur

Die Befragung wie auch die Fahrversuche haben gezeigt, dass eine sichere Koexistenz nur mit dem Veloverkehr, bzw. mit Fahrzeugen, die mit ähnlich hohen Geschwindigkeiten unterwegs sind, funktioniert. Dies erfordert eine entsprechende Infrastruktur für Velos, die nicht nur attraktiv und durchgängig sicher ist, sondern auch genügend breite Fahrspuren aufweisen kann, um Überholvorgänge zu ermöglichen. Das ist wichtig, da sich die Fahrgeschwindigkeit von E-Trottinetten im Vergleich zu Velos unterscheidet (ähnlich wie bei Velos und E-Bikes). Zudem sollte diese Infrastruktur insbesondere für E-Trottinette einen ebenen Belag aufweisen und stufenlos ausgestaltet sein.

Gemeinsame Flächen mit Fussverkehr

Beim Befahren von Fussverkehrsflächen durch E-Trottinette fühlen sich Nicht-Nutzende unsicher. Wenn Flächen geteilt werden sollen, muss mit geeigneten Massnahmen sichergestellt werden, dass E-Trottinett-Nutzende (wie auch weitere rollende Verkehrsteilnehmende) ihre Geschwindigkeit anpassen und den Zufussgehenden Vortritt gewähren.

Gemeinsame Flächen mit MIV und ÖV

Im Mischverkehr mit dem motorisierten Individualverkehr (MIV) fühlen sich E-Trottinett-Nutzende gemäss Umfrage unsicher und bevorzugen es unerlaubt auf dem Trottoir zu fahren. Mischverkehr mit dem MIV ist häufig nur bei tiefem Temporegime (30 km/h oder tiefer) eine Option. Die langsame Fahrgeschwindigkeit auf dem E-Trottinett im Vergleich zum MIV wurde ebenfalls von einigen Nutzenden bei den Fahrversuchen als unangenehm empfunden. Fehlte eine adäquate Veloinfrastruktur und wurden die Teilnehmenden auf dem E-Trottinett von anderen Verkehrsteilnehmenden mit geringen Abständen überholt, so wurde dies als äusserst negativ wahrgenommen.

Welche Anforderungen stellen E-Trottinette an die Infrastruktur und die Netzplanung?

Aus den bisher aufgeführten Erkenntnissen zur (Nicht-)Nutzung von E-Trottinetten ergeben sich Anforderungen an die Infrastruktur sowie Netzplanung. Einleitend kann ergänzt werden, dass rund ein Fünftel der Nicht-Nutzenden angeben, dass die Veloinfrastruktur mehr Sicherheit bieten müsste, damit sie ein E-Trottinett nutzen würden.

Folgende Anpassungen an der Infrastruktur sind aus Sicht der E-Trottinett-Nutzenden notwendig, um sich sicherer fortzubewegen zu können.

Mischverkehr mit Fussverkehr

Das Befahren von Fussgängerzonen und anderen Flächen für den Fussverkehr durch E-Trottinette sollte vermieden werden, da sich Zufussgehende durch die Präsenz von E-Trottinetten häufiger unsicher fühlen.

Die effizienteste Lösung sind attraktive Alternativen, insbesondere in Form einer ausgebauten Veloinfrastruktur, da E-Trottinett-Nutzende diese bevorzugt nutzen.

Mischverkehr auf Strasse mit motorisiertem Verkehr

Wie weiter oben beschrieben, fühlen sich E-Trottinett-Nutzende im Mischverkehr mit motorisiertem Verkehr subjektiv unsicher. Auch objektiv wird dieses Empfinden gestützt: Häufig fahren Autos dicht auf und überholen mit zu geringem seitlichem Abstand. Ausserdem werden E-Trottinette aufgrund der schmalen Silhouette teilweise übersehen.

Wenn Mischverkehr, aufgrund beispielsweise zu enger Platzverhältnisse, nicht vermieden werden kann, sollte für wichtige Verbindungen für E-Trottinette und Velos innerorts eine Geschwindigkeitsbegrenzung von maximal 30 km/h eingeführt werden, um die Sicherheit der E-Trottinett-Nutzenden (und des Veloverkehrs) zu erhöhen.

Veloinfrastruktur (Radweg / -streifen)

Direkte, attraktive und sichere Veloverkehrsinfrastrukturen kommen nicht nur Velos und E-Bikes zugute, sondern werden auch von E-Trottinett-Nutzenden als die beste Infrastruktur empfunden. Wenn E-Trottinett-Fahrenden eine gut ausgebaute Veloinfrastruktur zur Verfügung steht, nutzen sie diese und weichen weniger auf das Trottoir oder andere Flächen des Fussverkehrs aus. Zusätzlich zu den Anforderungen an die Veloinfrastruktur, welche deckungsgleich mit Velos und E-Bikes sind, haben E-Trottinett-Nutzende, aufgrund der beschränkten Sichtbarkeit wegen der schmalen Silhouette, erhöhte Anforderungen an die gesamte Infrastruktur und besonders Knoten und Kreuzungen. Zu erzielen sind übersichtliche Kreuzungssituationen, bei denen sich die E-Trottinette nicht im toten Winkel von Fahrzeugen befinden und nicht übersehen werden können.

Fahrzeugseitige Anforderungen an die Infrastruktur

Bezüglich Sicherheit der E-Trottinette kann festgehalten werden, dass diese im Verhältnis zu anderen Zweirädern deutlich eingeschränkt ist: Durch die kleinen Räder und das stehende Fahren auf einer schmalen Trittlfläche können E-Trottinett-Fahrende schnell aus dem Gleichgewicht geraten. Auch Handzeichen sind beispielsweise äusserst herausfordernd. Ausserdem ist aufgrund der schmalen Silhouette die Sichtbarkeit für andere Verkehrsteilnehmende begrenzt. Scheinwerfer am Fahrzeug sind durch die Bauart sehr tief montiert und damit insbesondere von hinten schlecht sichtbar angebracht, was die Sicherheit ebenfalls einschränkt.

Daraus ergeben sich bei E-Trottinetten fahrzeugspezifische Grundvoraussetzungen, welche die Anforderungen an die Veloinfrastruktur erhöhen. Unebenheiten und Stufen sind aufgrund der kleineren Räder ein grösseres Problem als im Veloverkehr und eine relevante Sturz- und Unfallgefahr. Eine ebene, stufenlose Fahrbahnoberfläche ist für E-Trottinett-Nutzende die Grundlage für sicheres Fahren. Ausserdem sind Richtungsanzeigen (Handzeichen oder Blinker) und Schulterblicke erschwert oder für andere Verkehrsteilnehmende unzureichend ersichtlich.

Bedarf für neue Führungsformen (Strecke und Knoten)

Die Anforderungen bei der Streckenführung und bei Knoten entsprechen denjenigen für Velos, wobei jegliche Stufen in der Fahrbahn vermieden werden sollten, da diese aufgrund der kleinen Räder der E-Trottinette für eine erhöhte Sturzgefahr verantwortlich sind.

Handlungsempfehlungen

Aus den Erkenntnissen des Forschungsprojekts folgt, dass E-Trottinette nicht als eigenes Verkehrsmittel, sondern im Zusammenhang mit der Verbesserung der Rahmenbedingungen für den Veloverkehr als Alternative zum MIV gefördert werden sollten. Unter diesen Umständen könnten E-Trottinette einen Beitrag zu einem effizienteren Gesamtverkehrssystem leisten. Denn E-Trottinette sprechen hauptsächlich Personen an, die sonst eher das Auto als das Velo oder öffentliche Verkehrsmittel benutzen. Da dafür keine weitere Infrastruktur notwendig ist, sondern «lediglich» gewisse Zusatz-Anforderungen an die Velo-Infrastruktur entstehen, welche auch für Velos grundlegend oder mindestens von grossem Nutzen sind, wird auch letztere weiter gestärkt. Zusätzlich werden durch eine verbesserte Velo-Infrastruktur, die den Bedürfnissen der E-Trottinett-Nutzenden genügt, schwere Unfallfolgen (ebenso für an Kollisionen beteiligte Zufussgehende oder Velofahrende) vermieden.

Im Folgenden sind aufbauend auf den Ergebnissen aus den einzelnen Arbeitspaketen Handlungsempfehlungen abgeleitet. Die nachfolgenden Tabellen gliedern sich nach rollenden und parkierten E-Trottinetten. Mit den Spalten «Gesamtverkehrssystem», «Netzplanung» und «Infrastruktur» sind die drei verkehrsplanerisch relevanten Handlungsebenen adressiert. In den einzelnen Zellen sind wiederum vier Adressaten aufgeführt, an die sich die Handlungsempfehlungen verstärkt richten. Unter «Regulierung/Zulassung» werden die fahrzeugspezifischen Zulassungsaspekte abgedeckt. «Planung/öffentliche Hand» nimmt Bund, Kantone und Gemeinden als ausgestaltende Instanzen des Mobilitätsgeschehens (Infrastruktur und Nutzung) in den Fokus. Unter dem Punkt «Anbietende/Herstellende» werden Empfehlungen für geteilte und private E-Trottinette aufgelistet. Unter «Forschung» wird weiterer Forschungsbedarf festgehalten.

Tab. 1 Handlungsempfehlungen Rollende E-Trottinette

Massnahmen Gesamtverkehrssystem	Massnahmen Netzplanung	Massnahmen Infrastruktur
Planung / öffentliche Hand Einbettung ins Gesamtverkehrssystem durch Erleichterung intermodaler Wege (z.B. Mitnahmemöglichkeiten im ÖV, Tarifintegration bei Sharing-Angeboten) verbessern.	Planung / öffentliche Hand Durchgehendes, selbsterklärendes Velowegnetz planen und dabei Weglängen von E-Trottinette ≥ 1.5 km in der (Velo-) Netzplanung explizit berücksichtigen.	Planung / öffentliche Hand Durchgehende, sichere, genügend breite und vom motorisierten Verkehr und Fussverkehr getrennte Veloinfrastruktur, falls Mischverkehr: ≤ 30 km/h. Die Infrastruktur soll eben, gut befahrbar und möglichst stufenlos sein Indirektes Linksabbiegen an Knoten bevorzugen. Querungen insbesondere bei breiten Strassenquerschnitten so gestalten, dass ein Ausweichen auf das Trottoir und Fahren in die Gegenrichtung vermieden wird.
Anbietende / Herstellende Zusammenarbeit mit ÖV / Tarifverbund und weiteren Anbietenden fördern, um v.a. in nachfrageschwachen Zeiten und an nachfrageschwachen Orten das Angebot des ÖVs zu ergänzen.	Anbietende / Herstellende Hinweise zu Routenwahl in App der Sharing-Anbietenden integrieren. Datenlieferung mindestens bei geteilten E-Trottinetten für Städte und Gemeinden sicherstellen, um sie in Netzplanung zu integrieren.	Anbietende / Herstellende Lenkung via Verleihe zur Nutzung der gewünschten Infrastruktur (z.B. kein Trottoirfahren möglich). Bei (legal befahrbaren) geteilten Flächen mit dem Fussverkehr Geschwindigkeit automatisch drosseln.
Regulierung / Zulassung Für freiwilliges Helmtragen sensibilisieren, insbesondere im Sharing-Bereich. Sensibilisieren für zugelassene Fahrzeuge, v.a. private.	Regulierung / Zulassung Bekanntmachung der Rechtslage, dass E-Trottinette auf die Veloinfrastruktur gehören sowie Bewerbung für das E-Trottinett besonders attraktiver Routen.	Regulierung / Zulassung Bekanntmachung bei Kauf und Nutzung von E-Trottinetten der fahrzeugbedingten Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit, z.B. Zusammenhang Radgrösse/-bauart und Befahrbarkeit Niveauunterschiede.

Forschung Technische Anforderungen zur Umsetzung von Geofencing bei privaten E-Trotтинетten prüfen. Möglichkeiten für eine erfolgreiche Integration von (geteilten oder auch privaten) E-Trotтинетten in Wegeketten zur Reduzierung des Energieverbrauchs bzw. der CO ₂ -Emissionen untersuchen und daraus Anforderungen zur Integration entwickeln. Insbesondere sollte dabei das Potenzial Autofahrende zum Umsteigen auf andere Verkehrsmittel zu bewegen im Vordergrund stehen. Voraussetzungen zur Akzeptanzsteigerung von E-Trotтинетten bei Nicht-Nutzenden untersuchen und Massnahmen aufzeigen.	Forschung Routenwahl und Akzeptanz für Umwege genauer untersuchen.	Forschung Nutzungsgründe von verschiedenen Verkehrsflächen besser verstehen. Gründe für das Ausweichen auf Fussverkehrsflächen analysieren (Hintergründe, mögliche Massnahmen zur Vermeidung).
---	--	---

Tab. 2 Handlungsempfehlungen parkierte E-Trotтинette

Massnahmen Gesamtverkehrssystem	Massnahmen Netzplanung	Massnahmen Infrastruktur
Planung / öffentliche Hand Parkierungsflächen geteilter E-Trotтинетts als Bestandteil von Mobilitätshubs oder Sharing-Zonen aufnehmen. Parkierungsmöglichkeiten von E-Trotтинетten in Velostationen fördern. Abstellflächen für E-Trotтинette im Zug fördern, um intermodales Mobilitätsverhalten zu begünstigen.	Planung / öffentliche Hand E-Trotтинett-Parkierung in Netzplanung aufnehmen (z.B. Sharing-Zonen), besonderes Augenmerk auf Bahnhöfe und ÖV-Haltestellen. Zu- und Wegfahrten zu Parkierungsflächen ohne Störung anderer Verkehrsteilnehmender planen.	Planung / öffentliche Hand Zielnahe Parkierungsflächen, die fahrend, stufenlos und aus allen Fahrrichtungen direkt erreichbar sind, wobei Konflikte mit anderen Verkehrsteilnehmenden zu vermeiden sind. E-Trotтинett-Parkierung in Velonormen aufnehmen. Sensibilisierung für korrektes Parkieren und Gefahren falsch parkierter E-Trotтинette aufzeigen.
Anbietende / Herstellende Zusammenarbeit bei der Einrichtung von Sharing-Zonen.	Anbietende / Herstellende Sharing-Netze mit festgelegten, ggf. markierten Parkierungszonen planen, insbesondere da, wo Trottoirs nicht vorhanden oder < 2 m (d.h. bei Abstellen E-Trotтинett ist Durchgangsbreite < 1.5 m) breit sind.	Anbietende / Herstellende Sensibilisierung und Lenkung zum korrekten Parkieren (z.B. Verbot des Abstellens auf Trottoir, Beweis mittels Foto; Geofencing).
Regulierung / Zulassung Abstellen von E-Trotтинетten auf Autoparkfeldern (auch zusammen mit Cargobikes) prüfen. Parkiermodus prüfen.	Regulierung / Zulassung	Regulierung / Zulassung
Forschung	Forschung Nutzung und Akzeptanz unterschiedlicher Parkierungsformen analysieren, insbesondere für private E-Trotтинette an Verkehrsdrehscheiben. Flächenbedarf für parkierende, geteilte E-Trotтинette an Bahnhöfen und ÖV-Haltestellen unter Einbezug der Marktmechanismen der Verleihsysteme ermitteln.	Forschung Pilotprojekte mit neuen Parkierungsflächen (siehe Planung / öffentliche Hand) analysieren (Nutzen, Konflikte, usw.). Anforderungen E-Trotтинette an Parkiersysteme entwickeln. Nutzung von Parkierflächen gemeinsam mit dem Velo ermöglichen.

Résumé

La diffusion des trottinettes électriques (en allemand connues sous le nom de *E-Trottinett*, *E-Scooter* ou *E-Tretroller*, cf. Fig. 1) a augmenté ces dernières années. En Suisse, ces engins sont régis par l'ordonnance concernant les exigences techniques requises pour les véhicules routiers (OETV) et sont soumis à des prescriptions spécifiques pour être autorisés à circuler sur les routes. En ce qui concerne l'utilisation de l'espace routier, les trottinettes électriques sont traitées de la même manière que les vélos et les vélos à assistance électrique lents (dont la vitesse est limitée à 25 km/h). Les trottinettes électriques peuvent être achetées dans des magasins d'électroménager et de véhicules, mais aussi être louées via différentes offres de systèmes en libre-service.



Fig. 1 Trottinettes électriques (à gauche : privé, à droite : en libre-service).

En plus du transport individuel motorisé (TIM), des transports publics (TP), ainsi que des déplacements à pied, à vélo et à vélo à assistance électrique (VAE), les trottinettes électriques se servent déjà des voies de circulation existantes. L'offre et l'utilisation de trottinettes électriques en libre-service ont fortement augmenté ces dernières années, mais se concentrent jusqu'à présent en Suisse alémanique, à l'exception d'une offre à Bulle.

On ne sait pas encore quel rôle joueront les trottinettes électriques, en particulier dans le système global de mobilité. La présence croissante des trottinettes électriques dans l'espace public entraîne également des défis. Ainsi, les trottinettes électriques peuvent être perçues comme une nuisance pour différentes raisons. L'un des problèmes est le stationnement « sauvage » des trottinettes électriques en libre-service, notamment dans les zones piétonnes et sur les trottoirs. Cela peut bloquer des voies et donc mettre en danger ou gêner les autres usagers et usagères de la route. Les villes et les fournisseurs ont entre-temps réagi à cette situation et testent des modèles d'exploitation hybrides ou basés uniquement sur des zones de stationnement. Mais il peut aussi y avoir des conflits entre les piéton·ne·s et les utilisateurs et utilisatrices de trottinettes électriques, par exemple sur des surfaces partagées entre piéton·ne·s et cyclistes ou lorsque la trottinette électrique est utilisée sur les trottoirs même si cela est interdit. L'impact environnemental des trottinettes électriques constitue un autre défi, où la durée de vie et le kilométrage jouent un rôle décisif.

Le présent mandat de recherche a pour but d'étudier les effets des trottinettes électriques sur la planification des transports et de définir les exigences futures en matière d'infrastructure et de planification du réseau. Les cinq questions de recherche suivantes ont été traitées :

1. Quels types de trottinettes électriques sont envisageables à l'avenir dans l'espace de circulation ?
2. Quels sont les trajets effectués en trottinette électrique ?
3. Quelles surfaces seront nécessaires pour le stationnement des trottinettes électriques et où les placer ?
4. Comment les trottinettes électriques interagissent-elles avec les autres usagers et usagères de la route sur les surfaces de circulation actuelles, et quelles sont les conséquences pour la sécurité routière ?
5. Quelles sont les exigences des trottinettes électriques en matière d'infrastructure et de planification du réseau ?

Démarche/Méthodologie

Pour répondre aux questions de recherche, sept étapes de travail ont été constituées, fournissant des informations sur l'état actuel de la recherche et sur les expériences faites avec les trottinettes électriques, ainsi que des connaissances permettant de synthétiser les exigences en matière d'infrastructure, de planification du réseau et de systèmes en libre-service, et de formuler des recommandations pour promouvoir de manière appropriée les trottinettes électriques.

Dans le cadre de la première étape de travail, la littérature existante a été évaluée et approfondie lors de six entretiens avec des spécialistes de l'administration, de la recherche et d'un prestataire de trottinettes électriques en libre-service. De plus, sept spécialistes travaillant dans le développement, dans la vente et dans des associations de véhicules électriques ont été interrogé·e·s sur le développement des engins, la sécurité et les répercussions possibles sur la planification des transports. Dans le cadre de la troisième étape de travail, une enquête a été menée en automne 2022 en allemand et en français auprès d'environ 900 utilisateurs et utilisatrices de trottinettes électriques privées et en libre-service, ainsi que d'environ 1'200 autres usagers et usagères de la route. Le questionnaire comprenait différents blocs de questions mettant en lumière les conflits et les aspects liés à la sécurité. Des évaluations d'images ont été utilisées pour estimer le sentiment de sécurité et les exigences en matière d'infrastructure. En outre, les préférences d'itinéraire, les exigences de stationnement et les estimations de l'utilisation des moyens de transport ont été prises en compte pour évaluer de futurs transferts modaux. L'impact potentiel des trottinettes électriques sur les transports publics a également été évalué. L'enquête a été diffusée, entre autres, par les grands fournisseurs de trottinettes électriques en libre-service ainsi que par diverses associations ; l'objectif n'était pas de réaliser une enquête représentative. Etant donné que jusqu'à présent les systèmes en libre-service se concentrent presque exclusivement en Suisse alémanique, il y a eu peu de réponses en français, tandis qu'environ un quart des autres usagers et usagères de la route ayant répondu au questionnaire sont francophones. Lors la quatrième étape de travail, une modélisation a été réalisée pour la région de Bâle, afin d'examiner les facteurs d'influence sur l'utilisation des trottinettes électriques tels que la distance d'accès, les types de trajets, les trajets intermodaux combinés avec les TP, la taille des communes et les types d'espace. Dans le cadre de la cinquième étape de travail, des essais de conduite ont été réalisés en ville de Zurich avec 17 personnes. Les essais consistaient en une enquête préliminaire, une séance d'orientation, des essais de conduite et une enquête finale. Pendant les essais de conduite, les participant·e·s devaient se rendre à trois points de contrôle dans un ordre précis avec des trottinettes électriques. Ils et elles ont reçu une carte, mais ne connaissaient pas les points de contrôle à l'avance et étaient autorisé·e·s, au besoin, à utiliser leurs téléphones portables pour s'orienter. Les essais de conduite ont été documentés à partir de la perspective des participant·e·s avec des enregistrements vidéo à 360°. L'objectif était de capturer la circulation routière, le comportement de conduite et également les événements hors de leur champ de vision. Enfin, la sixième étape de travail comprend une synthèse des connaissances acquises et la déduction de scénarios et d'exigences en matière d'infrastructure et de planification du réseau, et lors de la septième étape, des recommandations ont été élaborées par l'équipe de projet.

Quels types de trottinettes électriques sont envisageables à l'avenir dans l'espace de circulation ?

Comme l'ont montré les entretiens avec les spécialistes, nous pouvons nous attendre à une augmentation supplémentaire de la diffusion des trottinettes électriques d'ici 2030/40. L'éventail des évolutions possibles est toutefois très large et les différents acteurs et actrices ne sont pas toujours d'accord sur la manière dont le marché des trottinettes électriques se développera dans le contexte des autres véhicules électriques légers. Il est très probable que l'augmentation des ventes de trottinettes électriques ainsi que de leur utilisation en libre-service se poursuive, bien qu'avec un ralentissement des taux de croissance des premières années. Les trottinettes électriques continueront à évoluer considérablement, ce qui les rendra plus durables et plus attrayantes pour différents usages. Bien que certaines villes aient déjà interdit les trottinettes électriques en libre-service, il n'est généralement pas prévu qu'une réglementation restreigne le développement des trottinettes électriques. Le potentiel de l'utilité des trottinettes électriques semble en effet important et incontesté parmi les spécialistes du développement du marché des trottinettes électriques. En raison des bases légales relatives aux engins électriques assimilés à des véhicules (EAV-E), il faut surtout s'attendre à l'avenir à l'utilisation de trottinettes électriques dans l'espace public. La combinaison intermodale des trottinettes électriques avec les transports publics demeure pertinente en tant que domaine d'application. Les fabricant·e·s envisagent également des solutions de dernière kilomètre adaptées à la ville, associées à des véhicules électriques.

Quels sont les trajets effectués en trottinette électrique ?

Utilisation de la trottinette électrique et préférences en matière de trajets

La trottinette électrique est choisie pour effectuer tout type de trajets quotidiens par le public qui l'utilise de manière régulière. Chez les utilisateurs et utilisatrices sporadiques, c'est l'utilisation pour les activités de loisirs qui prédomine. En comparaison à ceux en libre-service, les trottinettes électriques privées sont plus souvent utilisées pour les trajets d'achat, alors que les activités de loisirs sont un peu moins souvent atteintes avec la trottinette électrique personnelle.

Pour ses propriétaires, la trottinette électrique représente un moyen de transport central avec lequel un grand nombre de trajets pour tout motif de déplacement est effectué – de manière similaire à l'utilisation du vélo chez les non-utilisateurs et non-utilisatrices de trottinettes électriques. En cas d'utilisation quotidienne d'une trottinette électrique privée, la durée moyenne du trajet est d'environ 18 minutes, ce qui est nettement plus élevé que pour les usages des trottinettes en libre-service.

Les trajets en trottinettes électriques en libre-service durent en moyenne environ 10 minutes. Ce type de trottinettes électriques est généralement utilisé de manière irrégulière et souvent de façon spontanée, principalement pour des loisirs ou comme alternative occasionnelle aux transports publics, notamment la nuit. Les modélisations ont montré que les longueurs de trajets se situent en majorité entre 0,5 et 3 kilomètres.

Selon l'enquête, les deux types d'utilisateurs et d'utilisatrices de trottinettes électriques ne portent guère d'équipement de protection tel que le casque, mais choisissent souvent leur itinéraire de manière consciente afin d'éviter les endroits critiques. Ces deux groupes cible utilisent moins souvent le vélo que les non-utilisateurs et les non-utilisatrices, mais remplacent rarement les trajets à vélo par une trottinette électrique, ce qui s'explique aussi par le fait qu'ils et elles possèdent moins souvent un vélo que les non-utilisateurs et non-utilisatrices de trottinettes électriques.

En ce qui concerne le choix de l'itinéraire, les modélisations ont montré que les cyclistes empruntent de préférence les zones à 30 km/h et les infrastructures séparées du TIM. Dans la mesure où cela n'entraîne pas de grands détours, les rues de quartier sont préférées aux axes principaux. Les essais de conduite en ville de Zurich ont, en revanche, montré qu'il n'existait pas de lien clair entre l'infrastructure cyclable existante, les limites de vitesse et les itinéraires alternatifs possibles ; principalement, les routes avec une limite de vitesse de 50 km/h ont été utilisées.

Effets de transfert de la trottinette électrique

Pour un système de mobilité global efficace, il est intéressant de savoir quels trajets sont remplacés par des trottinettes électriques. Les trajets avec une en libre-service remplacent le plus souvent les trajets à pied et en deuxième position les transports publics, tandis que les trottinettes électriques privées remplacent le plus souvent les transports publics. Les trajets en voiture sont plus souvent remplacés par un trajet en trottinette électrique privée qu'en libre-service. En outre, la substitution de la voiture concerne plutôt les utilisatrices et les utilisateurs du quotidien, mais n'est pas très fréquente dans l'ensemble. Les trottinettes électriques privées entraînent, comparativement à leurs équivalents en libre-service, un peu plus de déplacements induits.

Le transfert modal est toutefois complexe : il existe également des liens avec la fréquence d'utilisation. En ce qui concerne les trottinettes électriques privées, il est apparu que plus elles sont utilisées fréquemment, moins d'autres modes de transport sont utilisés. L'enquête a également révélé que plus une personne utilise rarement la trottinette électrique, plus elle remplace souvent un trajet à vélo/VAE. Globalement, il y a peu de chevauchement dans les groupes d'utilisateurs et utilisatrices de vélos à assistance électrique, de vélos et de trottinettes électriques. Ces publics cibles peuvent donc être considérés comme complémentaires.

Les modélisations ont confirmé les effets limités d'un transfert modal. Pour les trajets inter-modaux en combinaison avec les transports publics, leur part est aujourd'hui très faible et pourrait donc être augmentée. Cependant, en raison des courtes distances d'accès aux transports publics et de la densité de l'offre de transports publics en Suisse, les trajets à pied sont généralement les plus évidents et aussi les plus judicieux pour des considérations de sécurité, de santé et de durabilité.

Un autre aspect pertinent est le potentiel de la trottinette électrique chez les non-utilisateurs et les non-utilisatrices. L'enquête a montré que seul un quart de ce groupe cible pourrait imaginer d'utiliser des trottinettes électriques. Ces utilisateurs et utilisatrices potentiels sont principalement des personnes jeunes et de sexe masculin, qui utilisent ou ont déjà utilisé une trottinette électrique de manière sporadique. Environ un tiers de ces trajets remplaceraient des trajets à pied et environ un quart des trajets en transports publics ou à vélo, moins de 10% des trajets en voiture.

Aujourd'hui, la trottinette électrique représente donc principalement une concurrence pour la mobilité piétonne et les transports publics. Pour que les trottinettes électriques en libre-service puissent compléter le réseau des moyens de mobilité durables et non les concurrencer, elles doivent être développées en particulier comme moyen de liaison vers les transports publics, en évitant les endroits où les transports publics sont déjà forts et denses, mais plutôt dans les zones périphériques. Dans le même esprit, les trottinettes électriques devraient être disponibles aux heures creuses, lorsque les TP n'offrent plus les mêmes fréquences et que les temps d'attente peuvent être évités, ou en dehors des heures de service des TP. Avec l'intention des fabricant·e·s de trottinettes électriques privées d'atteindre un public principalement orienté vers la voiture, il est également réaliste de toucher des groupes moins enclins à utiliser les transports publics et les vélos.

Quelles surfaces seront nécessaires pour le stationnement des trottinettes électriques et où les placer ?

Emplacement et dimensionnement du stationnement

Tant qu'elles sont pliables et pas trop lourdes, les trottinettes électriques privées n'ont pas besoin de surfaces de stationnement dans l'espace public. Comme il est difficile de les sécuriser mais qu'elles sont relativement faciles à transporter, elles sont généralement emportées à destination.

Cependant, la situation est différente pour les trottinettes électriques en libre-service. Pour celles-ci, il est nécessaire de disposer d'installations de stationnement aussi proches que possible de la destination pour qu'elles soient utilisées. En raison du poids désormais relativement élevé des trottinettes électriques en libre-service, il n'est plus indispensable de prévoir un dispositif antivol (qui permettait également d'éviter le vandalisme). Il n'existe pas encore de normes pour les systèmes de stationnement pour trottinettes électriques en Suisse. Dans le cadre de trottinettes électriques en libre-service, il s'est avéré que le stationnement se déroule de manière nettement plus ordonnée avec les systèmes basés sur des stations qu'avec le modèle du free-floating. En effet, le stationnement « sauvage » de trottinettes électriques en libre-service sur des surfaces réservées à la mobilité piétonne

est un problème majeur et source de nuisances dans de nombreuses villes, et c'est pourquoi des offres en libre-service ne sont pas autorisées (ou plus) dans de nombreuses villes. Les emplacements de stationnement sont aujourd'hui réglementés par les villes dans le cadre des autorisations délivrées aux fournisseurs et sont mis en œuvre sous forme numérique avec des zones d'interdiction de stationnement ou de stationnement. Les fournisseurs de véhicules en libre-service ont déjà réagi en demandant à leurs utilisateurs et utilisatrices de fournir une photo après le retour de la trottinette électrique comme preuve qu'elle a été correctement stationnée.

En raison de leur petite taille, il est envisageable de prévoir des surfaces de stationnement sur la chaussée – par exemple en transformant une place de stationnement voiture qui gêne la visibilité à proximité d'un passage piéton ou d'une intersection – sans diminuer la visibilité et n'utilisant pas de manière supplémentaire des surfaces piétonnes.

Les modélisations ont montré que les surfaces de stationnement pour les trottinettes électriques en libre-service sont surtout nécessaires dans les zones urbaines et dans les grandes gares d'agglomération – mais ici, l'offre existante a fortement influencé ce résultat. En ce qui concerne le dimensionnement, un nombre de places de 1 à 20 a été déterminé comme approprié, bien qu'il soit difficile de le spécifier davantage en raison du modèle.

Accès aux aires de stationnement

Les exigences relatives aux voies d'accès des aires de stationnement sont comparables à celles des vélos. Lorsque ces zones sont conçues et aménagées de manière à faciliter leur utilisation, elles sont souvent utilisées. Cependant, si elles ne sont pas facilement accessibles, de plain-pied et directement depuis toutes les directions de l'infrastructure routière, le risque que d'autres surfaces soient utilisées pour le stationnement ou que des zones non autorisées soient empruntées augmente, ce qui peut gêner les autres usagers et usagères de la route. Si les installations de stationnement se trouvent sur la chaussée et non sur l'espace piétonnier, il est facile d'empêcher les utilisateurs et les utilisatrices de trottinettes électriques d'utiliser le trottoir pour y accéder et en repartir.

Comment les trottinettes électriques interagissent-elles avec les autres usagers et usagères de la route sur les surfaces de circulation actuelles, et quelles sont les conséquences pour la sécurité routière ?

En principe, l'étude a montré que les personnes qui utilisent (ou ont déjà utilisé) une trottinette électrique se sentent plus en sécurité lorsqu'elles interagissent avec des trottinettes électriques. Cela peut s'expliquer par une meilleure évaluation de la vitesse et des manœuvres, ainsi que par une meilleure acceptation liée à l'utilisation personnelle. Généralement, qui n'utilise pas de trottinettes électriques se sent moins sûr·e lors d'une interaction avec des trottinettes électriques, mais cette insécurité perçue est plus faible si l'interaction se déroule à vélo.

Partage de l'infrastructure cyclable

L'enquête ainsi que les essais de conduite ont montré qu'une coexistence sûre ne fonctionne qu'avec le trafic cycliste (ou avec des véhicules roulant à peu près à la même vitesse). Cela nécessite toutefois une infrastructure adaptée pour les vélos, non seulement attrayante et sûre en continu, mais aussi suffisamment large pour permettre les manœuvres de dépassement, car les trottinettes électriques se distinguent des vélos par leur vitesse de déplacement (comme c'est le cas entre vélos et vélos à assistance électrique). De plus, pour les trottinettes électriques, l'infrastructure cyclable devrait en particulier présenter un revêtement lisse et sans bosses.

Surfaces partagées avec les piéton·ne·s

Lorsque des trottinettes électriques circulent sur des surfaces réservées aux piéton·ne·s, les non-utilisateurs et les non-utilisatrices parmi ces derniers ne se sentent pas en sécurité. Si des surfaces doivent être partagées, des mesures appropriées doivent être prises pour s'assurer que les utilisateurs et les utilisatrices de trottinettes électriques (ainsi que les autres usagers et usagères de la route avec un véhicule) adaptent leur vitesse et accordent la priorité aux piéton·ne·s. Cela peut se faire par exemple à l'aide du geofencing (gardienage virtuel), de marquages bien visibles, de mesures de communication ou encore de mesures infrastructurelles telles que des obstacles.

Surfaces partagées avec le TIM et les TP

Selon l'enquête, les utilisateurs et les utilisatrices de trottinettes électriques ne se sentent pas en sécurité dans le trafic mixte avec le transport motorisé et préfèrent dans ce cas rouler de manière illégale sur le trottoir. La circulation sur les mêmes surfaces que les transports motorisés n'est une option que si le régime de vitesse est bas (30km/h ou moins). La vitesse lente de la trottinette électrique par rapport au TIM a également été ressentie comme désagréable par certains utilisateurs et utilisatrices lors des tests de conduite. L'absence d'une infrastructure cyclable adéquate et le dépassement des participant·e·s en trottinette électrique par d'autres usagers et usagères de la route dans un espace restreint ont été perçus négativement.

Quelles sont les exigences des trottinettes électriques en matière d'infrastructure et de planification du réseau ?

Les constatations faites jusqu'ici sur la (non-)utilisation des trottinettes électriques permettent de définir des exigences pour l'infrastructure et la planification du réseau. Nous pouvons aussi ajouter qu'environ un cinquième des non-utilisateurs et non-utilisatrices indiquent que l'infrastructure cycliste devrait être plus sûre pour qu'ils et elles utilisent une trottinette électrique.

Du point de vue de la trottinette électrique, les adaptations suivantes sont nécessaires pour se déplacer de manière plus sûre.

Circulation mixte avec les piéton·ne·s

La circulation des trottinettes électriques dans les zones piétonnes et autres espaces réservés aux piéton·e·s devrait être évitée, car les piéton·e·s se sentent souvent en insécurité à cause de la présence des trottinettes électriques.

La solution la plus simple consiste en revanche à disposer d'alternatives attrayantes, notamment d'une infrastructure cyclable développée, puisque c'est celle qui est utilisée de préférence par qui se déplace en trottinette électrique. L'infrastructure cyclable doit toutefois être très attractive et comprendre, par exemple, des pistes cyclables bidirectionnelles des deux côtés des routes larges, afin d'éviter que les cyclistes ne se rabattent sur le trottoir pour des raisons de commodité, par exemple pour éviter plusieurs traversées de la route.

Trafic mixte sur la chaussée avec le trafic motorisé

Comme spécifié plus haut, les utilisateurs et les utilisatrices de trottinettes électriques ne se sentent pas en sécurité dans des surfaces partagées avec le trafic motorisé. Ce sentiment est également étayé par des données objectives : les voitures roulent souvent très près et dépassent avec une distance latérale trop faible. En outre, les trottinettes électriques ne sont souvent pas vues en raison de leur silhouette étroite.

Lorsque le trafic mixte ne peut pas être évité, par exemple en raison d'un espace trop étroit, une limitation de vitesse de 30 km/h maximum devrait être introduite pour les liaisons importantes pour les trottinettes électriques et les vélos en localité, afin d'augmenter la sécurité des usagers et usagères de trottinettes électriques (et des cyclistes).

Infrastructure cyclable (piste / bande cyclable)

Des infrastructures cyclables directes, attrayantes et sûres ne profitent pas seulement aux vélos et aux VAE, mais sont également perçues comme la meilleure infrastructure par les utilisateurs et les utilisatrices de trottinettes électriques. Lorsqu'il existe une infrastructure cyclable bien aménagée, ils et elles l'utilisent et se rabattent moins sur les trottoirs ou d'autres surfaces réservées au trafic piéton. Comme mentionné pour le trafic mixte, cette infrastructure doit être suffisamment attractive pour qu'il n'y ait effectivement pas de trafic d'évitement. En plus des exigences posées à l'infrastructure cyclable, qui sont identiques à celles des vélos et des VAE, les trottinettes électriques ont des exigences accrues, en raison de leur visibilité encore plus limitée due à leur silhouette étroite aux carrefours et aux intersections. Ces derniers doivent être aménagés de manière à ce que les trottinettes électriques ne se trouvent pas dans l'angle mort des véhicules et seraient ainsi invisibles.

Exigences du véhicule par rapport au tracé

En ce qui concerne la sécurité des trottinettes électriques, on peut constater qu'elle est nettement limitée par rapport aux autres deux-roues : les petites roues et la conduite debout sur une surface de marche étroite peuvent rapidement perturber l'équilibre et les signes de la main sont extrêmement difficiles à réaliser. De plus, en raison de la silhouette étroite, la visibilité pour les autres usagers et usagères de la route est fortement limitée, et l'éclairage du véhicule est très bas en raison de sa construction, ce qui rend notamment le feu arrière peu visible.

Les caractéristiques du véhicule augmentent ainsi les exigences au niveau de l'infrastructure cycliste. En raison de la taille réduite des roues, les bosses et les décrochements constituent un problème nettement plus important que dans le trafic cycliste et un risque de chute et donc d'accident important. Pour les utilisateurs et les utilisatrices de trottinettes électriques, une surface de chaussée plane, lisse et sans bosses est la base pour une conduite sûre. En outre, les indications de direction (signes de la main ou clignotants) et les regards par-dessus l'épaule sont difficiles ou peu visibles.

Besoin de nouvelles formes de guidage (section courante et carrefour)

Les exigences en matière de sections courantes et de carrefours sont les mêmes que pour les vélos, mais il convient d'éviter tout dénivelé qui, en raison des petites roues des trottinettes électriques, représente un risque de chute.

Recommandations

Les conclusions du projet de recherche indiquent que les trottinettes électriques ne devraient pas être encouragées en tant que moyen de transport en soi, mais dans le cadre de l'amélioration des conditions-cadres pour le trafic cycliste en tant qu'alternative au TIM. Dans ces conditions, les trottinettes électriques pourraient contribuer à un système de transport globalement plus efficace. Les trottinettes électriques attirent davantage les personnes habituées à utiliser la voiture plutôt que les vélos ou les transports publics. Etant donné qu'elles ne nécessitent pas d'infrastructures supplémentaires, mais ont « seulement » certaines exigences supplémentaires aux infrastructures cyclables, les vélos s'en trouvent également renforcés, car ce sont des améliorations également fondamentales ou au moins très utiles pour ces derniers. De plus, une infrastructure cyclable améliorée, qui répond aux besoins des utilisateurs et des utilisatrices de trottinettes électriques, permet également d'éviter de conséquences graves d'accidents (aussi pour les usagers et usagères de la route impliqués dans des collisions, qu'ils soient à pied ou à vélo).

Les recommandations d'action découlant des résultats des différentes étapes de travail sont présentées ci-dessous. Les tableaux suivants sont divisés en trottinettes électriques en mouvement et stationnés. Les trois colonnes « système de transport global », « planification du réseau » et « infrastructure » traitent les trois niveaux d'action pertinents en matière de planification des transports. Dans les différentes lignes, quatre destinataires sont à leur tour mentionnés, étant particulièrement important pour ce qui concerne les recommandations par rapport aux trottinettes électriques. Sous « réglementation / immatriculation », les aspects liés à l'homologation des véhicules sont couverts, la ligne « planification/pouvoirs publics » se concentre sur la Confédération, les cantons et les communes en tant qu'instances façonnant la mobilité (infrastructure et utilisation). Les cellules « fournisseurs/fabricants » formulent des recommandations concernant les trottinettes électriques en libre-service et privées, tandis que l'onglet « recherche » identifie les besoins de recherche supplémentaires.

Tab. 1 Recommandations d'action pour trottinettes électriques en mouvement

Mesures concernant le système global de transport	Mesures de planification du réseau	Mesures relatives à l'infrastructure
Planification / pouvoirs publics Améliorer l'intégration dans le système global de transport en facilitant les trajets intermodaux (par ex. maintenir de bonnes possibilités d'emporter les trottinettes électriques dans les transports publics, intégration tarifaire pour les offres de partage).	Planification / pouvoirs publics Planifier un réseau de voies cyclables continu et intuitif, en tenant compte explicitement de la longueur des trajets des trottinettes électriques $\geq 1,5$ km dans la planification du réseau (cycliste) (par ex. éviter si possible les traversées de routes larges)	Planification / pouvoirs publics Infrastructure cyclable continue, sûre, suffisamment large et séparée du trafic motorisé et des piétons, si trafic mixte : ≤ 30 km/h. L'infrastructure doit être plane, facilement praticable et si possible sans différence de niveau. Privilégier le tourne-à-gauche indirect aux carrefours. Aménager les traversées, en particulier sur les sections de route larges, de manière à éviter de se rabattre sur le trottoir et de rouler dans le sens inverse.
Fournisseurs / fabricants Encourager la collaboration avec les transports publics / la communauté tarifaire et d'autres prestataires, surtout aux heures et aux endroits où la demande est faible, afin de compléter l'offre des transports publics. Sensibiliser au port volontaire du casque, en particulier dans le domaine du libre-service (et mettre un casque à disposition).	Fournisseurs / fabricants Intégrer des indications sur le choix de l'itinéraire dans l'application des prestataires des systèmes de libre-service. Promouvoir les itinéraires particulièrement attrayants pour la trottinette électrique. Assurer de fournir des données aux villes / communes au moins pour les trottinettes électriques en libre-service, afin de les intégrer dans la planification du réseau	Fournisseurs / fabricants Incitation par les fournisseurs de systèmes en libre-service pour l'utilisation de l'infrastructure souhaitée (p. ex. pas possible de rouler sur le trottoir) Réduire automatiquement la vitesse sur les surfaces partagées avec les piétons (légalement praticables)
Réglementation / immatriculation Sensibiliser aux véhicules homologués, surtout pour ceux privés Inclure la taille des roues comme exigence pour les trottinettes électriques homologuées (cf. recherche).	Réglementation / immatriculation Informar sur la situation légale que les trottinettes électriques doivent utiliser l'infrastructure cyclable	Réglementation / immatriculation Faire connaître, lors de l'achat et de l'utilisation, les effets du véhicule sur la sécurité routière, p. ex. le rapport entre la taille/le type de roue et la praticabilité Différences de niveau
Recherche Examiner les exigences techniques pour la mise en œuvre du geofencing (gardiennage virtuel) sur les trottinettes électriques privées. Étudier les possibilités d'intégration réussie des trottinettes électriques (en libre-service ou privées) dans les chaînes de déplacement afin de réduire la consommation d'énergie ou les émissions de CO ₂ , et développer sur cette base des exigences d'intégration. L'accent devrait être mis en particulier sur le potentiel des automobilistes à passer à d'autres moyens de transport. Étudier les conditions permettant d'augmenter l'acceptation des trottinettes électriques par les non-utilisateurs et les non-utilisatrices et présenter des mesures.	Recherche Examiner de plus près le choix de l'itinéraire et l'acceptation des détours	Recherche Mieux comprendre les raisons de l'utilisation de différentes surfaces de circulation Analyser les raisons de l'évitement des surfaces piétonnes (contexte, mesures possibles pour les éviter)

Tab. 2 *Recommandations d'action pour trottinettes électriques stationnés*

Mesures concernant le système global de transport	Mesures de planification du réseau	Mesures relatives à l'infrastructure
Planification / pouvoirs publics Intégrer les surfaces de stationnement des trottinettes électriques partagées dans les hubs de mobilité ou les zones de mobilité partagée. Promouvoir les possibilités de stationnement des trottinettes électriques dans les vélostations. Promouvoir le stationnement des trottinettes électriques dans les trains afin de favoriser la mobilité intermodale.	Planification / pouvoirs publics Intégrer le stationnement des trottinettes électriques dans la planification du réseau (p. ex. zones de mobilité partagée), attention particulière aux gares et aux arrêts des transports publics. Planifier l'accès et le départ des aires de stationnement sans déranger les autres usagers et usagères de la route.	Planification / pouvoirs publics Aires de stationnement proches de la destination, accessibles en roulant, de plain-pied (sans différence de niveau) et directement accessibles depuis toutes les directions, en évitant les conflits avec les autres usagers et usagères de la route. Intégrer le stationnement des trottinettes électriques dans les normes pour les vélos. Sensibiliser au stationnement correct et aux dangers des trottinettes électriques mal garées.
Fournisseurs / fabricants Collaboration avec la mise en place de zones de mobilité partagée	Fournisseurs / fabricants Planifier des réseaux de partage avec des zones de stationnement définies, éventuellement marquées, en particulier là où les trottoirs n'existent pas ou ne sont pas assez larges par rapport au volume de trafic piéton.	Fournisseurs / fabricants Sensibilisation et orientation vers un stationnement correct (p. ex. interdiction de stationner sur les trottoirs, preuve par photo ; geofencing)
Réglementation / immatriculation Permettre le stationnement des trottinettes électriques sur les places de stationnement pour voitures (également avec les cargobikes) Vérifier le mode de stationnement	Réglementation / immatriculation	Réglementation / immatriculation
Recherche	Recherche Analyser l'utilisation et l'acceptation de différentes formes de stationnement, en particulier pour les trottinettes électriques privées dans les interfaces multimodales. Déterminer les besoins en surface pour les trottinettes électriques en libre-service stationnées dans les gares et aux arrêts de transports publics en tenant compte des mécanismes de marché des systèmes de location.	Recherche Analyser des projets pilotes avec de nouvelles surfaces de stationnement (voir planification / pouvoirs publics) (utilité, conflits, etc.). Développer des exigences pour les systèmes de stationnement des trottinettes électriques. Permettre l'utilisation partagée des surfaces de stationnement vélo.

Summary

The use of e-scooters (in German known as E-Trottinett, E-Scooter or E-Tretroller and in French as trottinette électrique, see Fig. 1) has increased in recent years. In Switzerland, electrically powered transport modes are regulated in the Regulation on technical requirements for road vehicles (Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge VTS / Ordonnance concernant les exigences techniques requises pour les véhicules routiers OETV) and are subject to specific regulations in order to be authorised for use on the road. In terms of road use, they are treated in the same way as bicycles and low-speed e-bikes (electrically assisted bicycles with a speed limit of 25 km/h). E-scooters can be purchased from electronics and vehicle dealers as well as rented from various sharing systems.



Fig. 1 E-Scooters (left: private, right: shared).

In addition to motorised private transport, public transport, pedestrian and bicycle traffic including e-bikes, e-scooters are already using the existing traffic areas. The supply and use of shared e-scooters has risen sharply in recent years but, with the exception of one service in Bulle, has so far been concentrated in German-speaking Switzerland.

It is still unclear what role e-scooters will play particularly in the overall mobility system. However, the increasing presence of e-scooters in public spaces also leads to challenges. For example, e-scooters can be perceived as a nuisance for various reasons. One problem is the "wild" parking of shared e-scooters, especially in pedestrian zones and on the pavement. This can block passage and thus endanger or disturb other people. Providers and cities have now reacted to this and are testing hybrid or purely station-based operating models. However, conflicts can also arise between pedestrians and e-scooter riders, for example in shared spaces for pedestrians and cyclists, or when e-scooters illegally ride on the pavement. Another challenge is the sustainability of e-scooters, for which the life cycle and vehicle miles travelled play a decisive role.

This research project investigated the effects of e-scooters on transport planning and the future requirements for infrastructure and network planning in this regard. The following five research questions were addressed:

1. Which e-scooters are conceivable in the future?
2. Which routes are travelled with e-scooters?
3. How much space will be needed for e-scooter parking, and where locate it?
4. How do e-scooters interact with other road users on today's traffic areas, and what are the consequences for road safety?
5. What are the e-scooters' requirements for infrastructure and network planning?

Approach/methodology

In order to answer the research questions, seven work packages (WP) were carried out, which provided information on the current state of research and experiences with e-scooters and led to findings for the synthesis of the requirements for infrastructure, network planning and sharing systems and to recommendations for the appropriate promotion of e-scooters.

In WP 1, the existing literature was analysed and discussed in greater depth in six interviews with experts from the administration, research and a sharing provider. In addition, seven experts working on electric vehicle development, in associations dealing with electric vehicles and in sales were interviewed on vehicle development, safety and possible effects on transport planning. In WP 3, a survey was conducted in German and French in autumn 2022 among around 900 users of private and shared e-scooters and around 1'200 other road users. The questionnaire contained various question sections that highlighted conflicts and safety aspects. Image ratings were used to assess the perception of safety and infrastructure requirements. In addition, route preferences, parking requirements and transport mode estimates were taken into account in order to assess future shifts in transport mode shares. The potential impact of e-scooters on public transport was also analysed. The survey was distributed by the major providers of shared e-scooters and various associations, among others, and was not intended to be representative. As sharing systems have so far been with one exception concentrated in German-speaking Switzerland, there were only a few responses in French from sharing users, whereas around a quarter of other transport users responded in French. In WP 4, the influencing factors of access distance, types of journeys, intermodal journeys combined with public transport and municipality sizes and spatial types on the use of e-scooters were examined using a model of the Basel region. In WP 5, driving tests were carried out in the city of Zurich with 17 people. They consisted of an initial survey, a briefing, test drives and a final survey. During the driving tests, the participants were asked to drive to three checkpoints in a specific order on e-scooters. They were given a map, but did not all know the checkpoints in advance and were allowed to use their mobile phones for guidance if necessary. The test drives were documented from the participants' perspective with 360° video recordings in order to capture the traffic situation, driving behaviour and also events outside their field of vision. Finally, WP 6 comprises a synthesis of the knowledge gained and the derivation of scenarios and requirements for infrastructure and network planning, and in WP 7 the project team developed recommendations.

Which e-scooters are conceivable in traffic areas in the future?

As the discussions with experts have shown, a further overall increase in the spread of e-scooters can be expected by 2030/40. However, the spectrum of possible developments is very broad and the various interviewed persons do not always agree on how the e-scooter market will develop in the context of other light electric vehicles. It is highly probable that there will be a continued rise in both privately owned and shared e-scooters, although the growth rates are expected to level off after the initial few years. E-scooters will continue to change significantly, making them more durable and attractive for different uses. Although there are already some cities that have banned shared e-scooters, overall it is not expected that regulations will restrict the development of e-scooters. The potential benefits of e-scooters appear to be large and undisputed among experts in the field of e-scooter market development.

Due to the legal basis regarding electrically driven vehicle-like devices (E-VLD), mainly e-scooters are expected to be used in public spaces in the future. The intermodal linking of e-scooters with public transport still appears to be relevant as an area of application, but manufacturers are also considering city-compatible last-mile solutions in combination with electric cars.

Which routes are travelled with e-scooters?

Trip purposes of e-scooters and route preferences

Regular users use the e-scooter for all types of everyday journeys. For sporadic users, trips to leisure activities predominate. Compared to the sharing offers, private e-scooters are used more frequently for shopping trips, while leisure activities are used slightly less frequently for personal e-scooters.

For owners, the e-scooter is a central transport mode that they use to cover many of their journeys for all purposes – similar to the use of bicycles by non-users of e-scooters. When using a private e-scooter on a daily basis, the average journey time is around 18 minutes, which is significantly longer than for sharing users.

Journeys made by sharing users take around 10 minutes on average. They use e-scooters less regularly and often more spontaneously and for leisure trips, usually in combination with public transport or as an alternative to it, e.g. at night. The model calculations have confirmed these trip lengths, with the majority of trips being between 0.5 and 3 kilometres long.

According to the survey, both types of e-scooter users hardly ever wear protective equipment such as a helmet, but often choose their route deliberately to avoid critical places. They all use bicycles less frequently than non-users, but rarely replace bicycle journeys with an e-scooter, which can also be explained by the fact that they own less often a bicycle than non-users.

With regard to route choice, the model calculations have shown that 30 km/h zones and cycling infrastructure separated from motorised traffic are preferred. As long as no major detours are involved, neighbourhood roads are preferred to main roads. The e-scooter driving tests in the city of Zurich, on the other hand, showed that there was no clear pattern between the existing cycling infrastructure, the speed limit and possible alternative routes, the majority of the roads used during the test had a speed limit of 50 km/h.

Modal shift effects through e-scooters

For an efficient overall mobility system, it is interesting to know which trips are replaced by e-scooters. Shared e-scooters most frequently replace walking trips and, in second place, public transport; private e-scooters most frequently replace public transport. Car journeys are more frequently replaced by private e-scooters than by shared ones. In addition, car substitution is more common among daily users, but is not very common overall. Private e-scooters lead to slightly more induced trips compared to shared ones.

However, the shift is complex: there are also dependencies on the frequency of use. In the case of private e-scooters, the more frequently they are used, the less other transport modes are used. The survey also revealed that the less frequently a person uses an e-scooter, the more often it replaces a bicycle/e-bike journey. Overall, however, there is little overlap in the user groups of e-bikes / bicycles and e-scooters. These target groups can be seen as complementary.

The model calculations have confirmed the limited modal shift effects. In the case of inter-modal journeys combined with public transport, their share is currently very low and could therefore be increased. However, due to the short distances to access public transport and the dense public transport network in Switzerland, walking is usually the most obvious and also makes most sense from a safety, health and environmental perspective.

Another relevant aspect is the potential of e-scooters for non-users. The survey showed that only around a quarter of them could imagine using e-scooters. These potential users are mainly younger and male people who often already use or have used an e-scooter occasionally. Around a third of these new trips would replace walking and around a quarter each would replace public transport and cycling, and less than 10% car trips.

At present, therefore, the e-scooter is mainly a competitor to walking and public transport. If shared e-scooters are to complement rather than compete with sustainable mobility, they should be developed in particular as a feeder to public transport, i.e. not where public transport is already strong and dense, but rather in peripheral areas. In the same sense, e-scooters should be available at off-peak times when public transport no longer offers the same frequencies and waiting times can be avoided or outside public transport operating hours. With the manufacturers' intentions of reaching a target group with a fundamental affinity for cars with private e-scooters, it is also realistic to reach groups that have less affinity with public transport and bicycles.

How much space will be needed for e-scooter parking, and where locate it?

Location and dimension of parking spaces

Private e-scooters - as long as they are foldable and not too heavy - do not require parking spaces in public areas. As they are difficult to secure but relatively easy to transport, they are usually taken to their destination.

The situation is different for shared e-scooters. For these, parking facilities as close to the destination as possible are necessary in order to be used. Due to the relatively high weight of the shared e-scooter, an anti-theft device (also as protection against vandalism) is no longer necessary. Parking systems for e-scooters have not yet been standardised in Switzerland. Parking is much more organised with station-based sharing systems than with free-floating. In fact, the "wild" parking of shared e-scooters on pedestrian spaces is a major nuisance and problem and is therefore not (or no longer) allowed in many cities.

Today, parking areas are regulated by cities as part of operating licences and implemented digitally, either with no-parking zones or designated parking areas. Some sharing providers have already responded to this issue by asking their users to provide a photo after returning the e-scooter as a proof that it has been parked correctly.

Due to their small size, parking spaces in the street are conceivable for e-scooters, e.g. as a replacement for a car parking space that obstructs visibility at zebra crossings or near intersections, without creating major visibility restrictions and thereby limiting further use of pedestrian traffic areas.

The model calculations have shown that parking spaces for shared e-scooters are primarily needed in urban areas and at larger railway stations in the suburbs – however, the existing supply has strongly influenced this modelling result. In terms of dimensions, an appropriate number of parking spaces of 1 to 20 was found, although further specification is difficult due to the model.

Access to parking areas

The requirements for access to and from parking areas are comparable to the requirements for bicycles. If these areas are laid out and designed to be user-friendly, they are frequently used. However, if they are not easily accessible, at ground level and directly accessible from all directions from the infrastructure for rolling traffic, there is an increased risk that other areas will be used for parking e-scooters or that unauthorised areas will be used, which can obstruct other road users. If the parking facilities are located on the road and not on the sidewalk, it is easy to prevent e-scooter users from using the pavement to access or leave the road.

How do e-scooters interact with other road users on today's roads surfaces, and what are the consequences for road safety?

In principle, the survey showed that those who use (or have already used) an e-scooter themselves feel safer when interacting with e-scooters. This can be explained by a better ability to assess speed and manoeuvres as well as a higher level of acceptance due to personal use. Non-users usually feel unsafe when interacting with e-scooter users, but least of all when they encounter an e-scooter as a cyclist.

Shared use of the cycle infrastructure

The survey and the driving tests have shown that safe coexistence only works with bicycle traffic (or with vehicles travelling at roughly the same speed). However, this requires an appropriate infrastructure for bicycles that is not only attractive and consistently safe, but also wide enough to allow overtaking manoeuvres, as e-scooters differ from bicycles in their speed (similar to bicycles and e-bikes). For e-scooters, this infrastructure should additionally have a smooth surface with no unevenness.

Shared areas with pedestrians

Non-users feel unsafe when e-scooters use pedestrian areas. If areas are to be shared, suitable measures must be taken to ensure that e-scooter users (as well as other road users on wheels) adjust their speed and give way to pedestrians. This can be done, for example, with the help of geofencing, conspicuous markings, communication measures or infrastructure measures such as obstacles.

Shared areas with motorised traffic and public transport

According to the survey, e-scooter users feel unsafe in mixed traffic with motorised traffic and in this case prefer to ride illegally on the pavement. Mixed traffic with motorised transport is only an option when the speed limit is low (30 km/h or lower). The slow speed of the e-scooter compared to motorised traffic was also perceived as unpleasant by some users during the test rides. A lack of adequate cycling infrastructure and being overtaken by other road users on the e-scooter in tight spaces were perceived negatively.

What are the e-scooters' requirements for infrastructure and network planning?

The above findings on the (non-)use of e-scooters lead to requirements for infrastructure and network planning. To start, it can be added that around a fifth of non-users state that the cycling infrastructure would have to be safer for them to use an e-scooter.

From the e-scooter's point of view, the following infrastructure adjustments are necessary in order to travel more safely.

Mixed traffic with pedestrians

The use of pedestrian zones and other areas for pedestrian traffic by e-scooters should be avoided, as pedestrians often feel unsafe due to the presence of e-scooters.

The simplest solution, on the other hand, is the availability of attractive alternatives, in particular a developed cycling infrastructure, as e-scooter users also prefer to use this. However, it must be very attractive and include two-way cycle paths on both sides of wide roads, for example, so that cyclists do not use the pavement for reasons of convenience, e.g. to avoid multiple road crossings.

Mixed traffic on roads with motorised traffic

As described above, e-scooter users subjectively feel unsafe in mixed traffic with motorised traffic. This feeling is also supported objectively: cars often follow closely and overtake with too little lateral distance, and e-scooters are often overlooked due to their narrow silhouette. If mixed traffic is necessary due to narrow road space for example, a maximum speed limit of 30 km/h should be introduced for important connections for e-scooters and bicycles in urban areas to increase the safety of e-scooter users (and cyclists).

Cycling infrastructure (cycle path / cycle lane)

Direct, attractive and safe cycling infrastructure not only benefits bicycles and e-bikes, but is also perceived as the best infrastructure by e-scooter users. If they find a well-developed cycling infrastructure, they use it and are less likely to switch to the pavement or other areas for pedestrian traffic. As mentioned for mixed traffic, however, this must also be attractive enough so that there is effectively no evasion traffic. In addition to the requirements for cycling infrastructure, which are the same as for bicycles and e-bikes, e-scooters also have increased infrastructure requirements due to their limited visibility because of their narrow silhouette at intersections. This should ensure that crossing situations are as clear as possible, so that e-scooters are not in the blind spots of vehicles and overlooked.

Vehicle requirements for infrastructure design

With regard to the safety of the e-scooter, it appears that it is significantly limited in comparison to other two-wheelers: the small wheels and the standing position on a narrow tread surface can quickly disrupt balance and hand signals, for example, are extremely challenging. In addition, the narrow silhouette severely limits visibility for other road users, and the design of the vehicle also means that the lights are very low, making the rear light in particular difficult to see from behind.

As a result, e-scooters impose additional requirements for cycling infrastructure. Unevenness and steps are a much greater problem than for cyclists due to the smaller wheels leading to a relevant risk of falling and thus accidents. An even, smooth road surface without any steps is the basis for safe cycling and e-biking as well as riding an e-scooter. In addition, directional indicators (hand signals or indicators) and shoulder glances are difficult or poorly visible.

Need for new forms of guidance (route and intersections)

The requirements for the route and intersections are the same as for bicycles, whereby any steps should be avoided as these pose a risk of falling due to the small wheels of the e-scooter.

Recommendations

The findings of this research project show that e-scooters should not be promoted as a single transport mode, but as an alternative to motorised private transport in the context of improving the framework conditions for cycling. Under these circumstances, e-scooters could contribute to a more efficient overall transport system. Moreover, e-scooters appeal more to car-savvy people than bicycles or public transport. As they do not require additional infrastructure, but "only" certain additional requirements for the cycling infrastructure, which are also fundamental or at least of great benefit for bicycles, this also further strengthens the latter. Furthermore, an improved cycling infrastructure that meets the needs of e-scooter users will also prevent serious accidents (also for road users on foot or on bikes involved in collisions).

Recommendations are derived below based on the results from all work packages. The following tables are divided into rolling and parked e-scooters. The three columns on "Overall transport system", "Network planning" and "Infrastructure" address the three levels of action relevant to transport planning. Four particularly important target groups have been identified as recipients of the recommendations regarding e-scooters. "Regulation/registration" covers the vehicle-related registration aspects, while "Planning/public authorities" focuses on the federal government/cantons/municipalities as the organising bodies of mobility (infrastructure and use). "Providers/manufacturers" makes recommendations for shared and private e-scooters and "Research" identifies the need for further research.

Tab. 1 Recommendations for rolling e-scooters

Measures for the overall transport system	Network planning measures	Infrastructure measures
Planning / public authorities Improve integration into the overall transport system by facilitating inter-modal journeys (e.g. continue to offer good options to carry them by public transport, tariff integration for sharing systems).	Planning / public authorities Plan a continuous, self-explanatory cycle path network and also explicitly consider trip lengths of e-scooters ≥ 1.5 km in the (cycle) network planning (e.g. avoid crossings of wide roads if possible)	Planning / public authorities Continuous, safe, sufficiently wide cycling infrastructure separated from motorised traffic and pedestrians, if mixed traffic: ≤ 30 km/h. The infrastructure should be even, easy to cycle on and, if possible, without any steps Favour indirect left turns at intersections Design roads, especially wide roads, in a way that switching onto the pavement and riding in the opposite direction are avoided
Provider / manufacturer Promote cooperation with public transport / tariff associations and other mobility providers, especially at low-demand times and in low-demand locations to supplement public transport services. Raise awareness of the voluntary wearing of helmets, especially in the sharing sector (and provide helmets)	Provider / manufacturer Integrate information on route selection into the sharing provider's app Advertise particularly attractive routes for the e-scooter Ensure data delivery at least for shared e-scooters for cities/municipalities in order to integrate them into network planning	Provider / manufacturer Guidance via sharing systems for the use of the desired infrastructure (e.g. no driving on the pavement possible) Automatically reduce speed in (legally accessible) shared areas with pedestrian traffic
Regulation / Registration Raise awareness of authorised vehicles, especially private ones Include wheel size as a requirement for authorised e-scooters (cf. research).	Regulation / authorisation Communicate the legal requirements that e-scooters belong on the cycle infrastructure	Regulation / authorisation Communicate vehicle-related effects on road safety when purchasing and using e-scooters, e.g. connection between wheel size/type and accessibility level differences
Research Examine technical requirements for the implementation of geofencing for private e-scooters. Investigate possibilities for the successful integration of (shared or private) e-scooters into travel chains to reduce energy consumption and CO ₂ emissions and develop requirements for integration. In particular, the focus should be on the potential for car drivers to switch to other transport modes. Investigate the requirements for increasing the acceptance of electric scooters among non-users and identify measures.	Research Investigating route choice and acceptance of detours in more detail	Research Better understand the reasons for using different types of infrastructure Analyse reasons for avoiding pedestrian areas (background, possible measures to avoid)

Tab. 2 Recommendations parked e-scooter

Measures for the overall transport system	Network planning measures	Infrastructure measures
Planning / public authorities Include parking spaces for shared e-scooters as part of mobility hubs or sharing zones Promote parking facilities for e-scooters in bicycle stations Promote parking spaces for e-scooters on trains to encourage intermodal mobility behaviour	Planning / public authorities Include e-scooter parking in network planning (e.g. sharing zones), pay particular attention to railway stations and public transport stops Plan access to parking areas without disturbing other road users and pedestrians	Planning / public authorities Parking areas close to the destination that can be reached directly from all directions of travel, at ground level (without steps), while avoiding conflicts with other road users and pedestrians Include e-scooter parking in bicycle standards Raise awareness of correct parking and the dangers of incorrectly parked e-scooters
Provider / Manufacturer Cooperation to set up sharing zones	Provider / manufacturer Plan sharing networks with defined, possibly marked parking zones, especially where pavements do not exist or are not wide enough in relation to the volume of pedestrian traffic	Provider / manufacturer Sensitisation and guidance on correct parking (e.g. ban on parking on pavements, proof by photo; geofencing)
Regulation / authorisation Enable parking of e-scooters in car parking spaces (also together with cargo bikes) Check parking mode	Regulation / authorisation	Regulation / authorisation
Research	Research Analyse the use and acceptance of different forms of parking, especially for private e-scooters at transport hubs Determine space requirements for parking, shared e-scooters at railway stations and public transport stops, taking into account the market mechanisms of rental systems	Research Analyse pilot projects with new parking areas (see planning / public authorities) (benefits, conflicts, etc.) Develop e-scooter requirements for parking systems Enable use of parking areas together with bicycles

1 Einleitung

Vor dem Hintergrund der Innenentwicklung wird in Städten und Agglomerationen die Frage nach einer verträglichen Verkehrsabwicklung immer bedeutsamer. Neben dem motorisierten Individualverkehr (MIV), öffentlichen Verkehr (ÖV) sowie dem nicht-motorisierten Fuss- und Veloverkehr werden in Zukunft elektrisch betriebene bzw. unterstützte Velos (E-Bikes) und elektrische Kleinstfahrzeuge² wie E-Trottinette die bestehenden Verkehrsflächen nutzen.

In der Schweiz dürfen gegenwärtig nur elektrische Kleinstfahrzeuge mit Typenprüfung auf öffentlichen Strassen verkehren. Diese werden heute vor allem als E-Trottinette von kommerziellen Verleihenden angeboten. Sie sind den Velos rechtlich gleichgestellt und müssen dementsprechend die Velo-Infrastruktur nutzen. Da eine von dem übrigen Verkehr separate Velo-Infrastruktur innerorts nur selten vorzufinden ist, sollen E-Trottinette auf der Strasse entweder auf Radstreifen oder im Mischverkehr zusammen mit dem MIV fahren. Allerdings stellen geteilte Verkehrsflächen für viele Nutzende eine zu grosse Einschränkung dar, was durch häufiges illegales Ausweichen auf das Trottoir bestätigt wird. Das Anbieten einer separaten Infrastruktur für den Veloverkehr mit Integration von E-Trottinetten ist daher eine Forderung an Städte und Gemeinden, die aufgrund begrenzter Strassenräume und der Ansprüche anderer Verkehrsmittel nur bedingt umgesetzt werden kann. Sowohl bei E-Trottinetten im Privatbesitz als auch bei den E-Trottinett-Verleihsystemen ist in den letzten Jahren ein starker Zuwachs nicht nur in Grossstädten im Ausland, sondern auch in den grösseren Schweizer Städten zu beobachten.³ Gleichzeitig gibt es erste gegenläufige Tendenzen wie beispielsweise ein Verbot von E-Trottinett-Sharing, welches aufgrund einer Volksbefragung in Paris durchgesetzt wurde. Zurzeit werden verschiedene Hypothesen über die Wirkungen von solchen Verleihsystemen sowie eine mögliche Integration der E-Trottinette in das Mobilitätssystem formuliert und diskutiert:

- E-Trottinette decken die Bedürfnisse «unzufriedener» ÖV-Nutzender ab (Konkurrenz ÖV).
- E-Trottinette scheinen als individuelles, motorisiertes Verkehrsmittel für kurze Strecken eine ähnliche Flexibilität aufzuweisen wie der heutige MIV (Konkurrenz MIV).
- In der näheren Umgebung sind E-Trottinette komfortabel und bedürfen keiner körperlichen Anstrengung (Konkurrenz Fuss- und Veloverkehr).

Bisher ist unklar, wie das Potenzial von E-Trottinetten in der Schweiz künftig genutzt werden kann. Dies gilt insbesondere für die Rolle von E-Trottinetten im Gesamtmobilitätssystem, weil Verleihsysteme heute mehrheitlich «Insellösungen» darstellen und nur vereinzelt den Umweltverbund ergänzen oder diesen gar konkurrieren. Zudem müssen E-Trottinette attraktiver, nachhaltiger und kundenorientierter werden bzw. die Sicherheit aller Verkehrsteilnehmenden gewährleisten. Gleichzeitig sind Städte und Gemeinden in der Schweiz gefordert, eine attraktive und komfortable Infrastruktur für E-Trottinette und den Veloverkehr bereitzustellen.

Durch die Annahme des Bundesbeschlusses über die Velo-, Fuss- und Wanderwege haben die Schweizer Stimmberechtigten am 23. September 2018 bekräftigt, das Velo als Verkehrsmittel zu stärken. Insbesondere die Veloinfrastruktur, Führung auf der Strecke und im Knoten aber auch die Abstellmöglichkeiten müssen verbessert und für eine steigende Nachfrage ausgelegt werden. Grundlage für die Weiterentwicklung der Veloinfrastruktur ist eine Velonetzplanung auf Kantons-, Regions- und Gemeindeebene.

Bei der Weiterentwicklung der Velonetze müssen die verkehrsplanerischen Auswirkungen sowie Anforderungen der E-Trottinette an die Infrastruktur und insbesondere an die Netzplanung von den Entscheidungstragenden bekannt sein. Der vorliegende Forschungsbericht zeigt den Weg zur Erarbeitung der dazu erforderlichen Grundlagen in Ergänzung zu den bestehenden Forschungsarbeiten mit entsprechenden Resultaten auf. elektrische

² Ursprünglich verwies die Ausschreibung für diese Forschungsarbeit auf «E-FäG» (elektrisch angetriebene fahzeugähnliche Geräte). Dieser Begriff ist jedoch nicht korrekt, da Fahrzeuge mit Motor keine fahzeugähnlichen Geräte (FäG) sind. FäG sind Geräte mit Räder und Rollen und dem Fussverkehr gleichgestellt. Der Begriff wird jedoch für E-Trottinette und ähnliche Fahrzeuge teilweise verwendet. Präziser ist die im Bericht verwendete Umschreibung «elektrische Kleinstfahrzeuge».

³ Die Webseite von Chacomo [42] zeigt anhand eines Dashboards aktuelle Zahlen zu geteilten E-Trottinetten in der Schweiz auf.

Kleinstfahrzeuge im Sinne der Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS) [2] sind heute nicht im öffentlichen Strassenraum zugelassen. Deshalb werden sie in diesem Bericht nur geringfügig erwähnt. Der Fokus liegt auf E-Trottinetten. Der Hauptfokus auf die planerischen Aspekte wird durch eine Nachhaltigkeitsuntersuchung ergänzt, um ein möglichst gesamtheitliches Bild innerhalb dieser Arbeit zu erhalten. Ziele des Forschungsauftrags sind die Untersuchung der verkehrsplanerischen Auswirkungen der E-Trottinette sowie die Ermittlung der diesbezüglichen zukünftigen Anforderungen an die Infrastruktur und an die Netzplanung. Vor dem Hintergrund des dargelegten Stands der Forschung ergeben sich die nachfolgenden Forschungsfragen mit entsprechendem Forschungsbedarf (vgl. Tab. 3):

Tab. 3 Übersicht der Forschungsfragen und des Forschungsbedarfs

Forschungsfragen	Forschungsbedarf
Welche elektrischen Kleinstfahrzeuge sind im Verkehrsraum in Zukunft denkbar?	• Übersicht der Trends bei elektrischen Kleinstfahrzeuge im Bereich individueller Mobilität auf der letzten Meile; AP2 • Einsatzbereiche von privaten E-Trottinetten und Verleihsystemen im Gesamtmobilitätssystem • Rolle der E-Trottinette in Verkehrsraumszenarien • Verkehrssicherheit von E-Trottinetten
Welche Wege werden mit E-Trottinetten zurückgelegt?	• Einsatzzweck der E-Trottinette und Wegpräferenzen • Örtliche und zeitliche Anforderungen an die Verfügbarkeit von geteilten E-Trottinetten • Verlagerungseffekte durch E-Trottinette • Orts- und zeitbezogene Konkurrenz bzw. Ergänzung des Umweltverbunds
Wo werden welche Flächen für die Parkierung von E-Trottinette benötigt?	• Platzbedarf Parkierflächen für E-Trottinette • Anforderungen, Bedarf und Standorte benötigter Parkierflächen für private E-Trottinette • Anforderungen an Parkierflächen für Verleihsysteme
Wie interagieren E-Trottinette auf den heutigen Verkehrsflächen mit anderen Verkehrsteilnehmenden und was sind die Folgen für die Verkehrssicherheit?	• Interaktion E-Trottinette und Velo auf der Veloinfrastruktur • Interaktion E-Trottinette und andere rollende Verkehrsteilnehmende (Bus, Tram, Auto, Motorrad) • Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit
Welche Anforderungen stellen E-Trottinette an die Infrastruktur und die Netzplanung?	• Flächenbedarf durch die Mitbenützung der Veloinfrastruktur durch E-Trottinetts • Wichtige Wegbeziehungen von E-Trottinetten in verschiedenen Teilräumen und zu verschiedenen Tageszeiten

1.1 Aufbau und Methodik

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden sieben Arbeitspakete (AP) erarbeitet, welche Informationen zum aktuellen Forschungsstand und zu (Nutzungs-)Erfahrungen mit E-Trottinetten sowie Erkenntnisse für die Synthese der Anforderungen an die Infrastruktur, Netzplanung und Verleihsysteme lieferten. Darüber hinaus liessen sich Handlungsempfehlungen für eine geeignete Förderung von E-Trottinetten ableiten.

- Im AP1 wurde der aktuelle Forschungsstand analysiert und mit Fachgesprächen zu den Themenblöcken Sicherheit, Nachhaltigkeit, Entwicklung der Fahrzeuge und Auswirkungen auf die Verkehrsplanung ergänzt.
- Im AP2 wurden ausgehend vom AP1 denkbare Entwicklungen aufgearbeitet und mit Zukunftsgesprächen validiert bzw. weiterentwickelt.
- Im AP3 wurden Nutzende von E-Trottinetten sowie übrige Verkehrsteilnehmende mittels Online-Umfrage zu ihren Erfahrungen im gemeinsam genutzten Verkehrsraum und zum Potenzial von E-Trottinetten befragt.
- Im AP4 kam das mikrozensuskalibrierte Verkehrsmodell der Region Basel zum Einsatz. Auf Grundlage der Ergebnisse der Online-Umfrage und bestehenden Studien wurde die Verkehrsmittelverfügbarkeit eingeschätzt und die Verkehrsmittelwahl im Modell berechnet. Mit dem Modell wurden Verlagerungspotentiale durch unterschiedliche Zugangsdistanzen, Strassenkategorien und Raumtypen geschätzt. Zusätzlich wurden zukünftige Potentiale für intermodale Wege ausgewertet.
- Im AP5 wurde anhand von Fahrversuchen der Einfluss von Infrastruktur und Nutzerverhalten auf die Sicherheit analysiert.
- Das AP6 stellt die Synthese der AP1-5 dar und zeigt die sich daraus ergebenden Anforderungen an Infrastruktur und Netzplanung auf.
- Das AP7 beinhaltet die konkreten Handlungsempfehlungen.

Nachfolgende Abb. 2 zeigt den Aufbau des Forschungsberichtes.

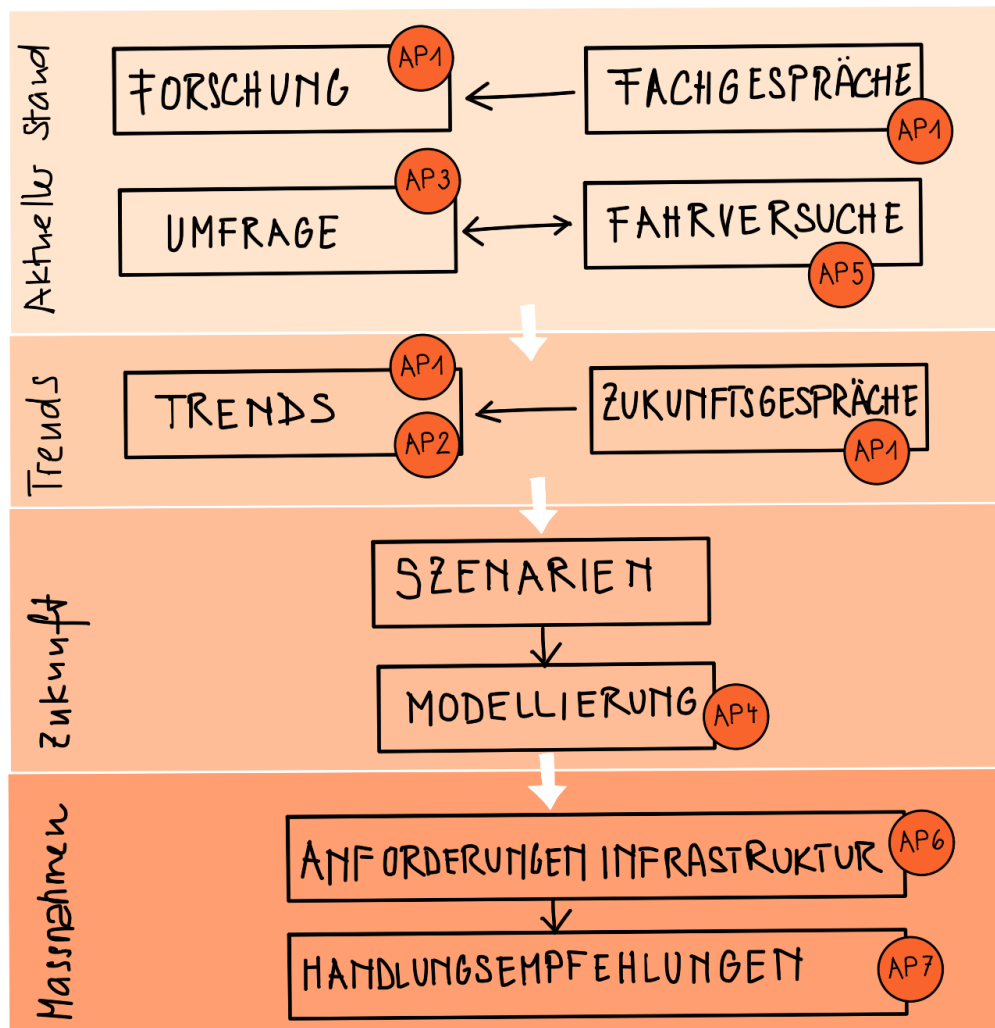


Abb. 2 Schematische Darstellung des Berichtaufbaus mit den Arbeitspaketen (AP).

1.2 Gesetzliche Rahmenbedingungen

1.2.1 E-Trottinette und andere neuartige Fahrzeuge

Die Verbreitung der E-Trottinette im öffentlichen Raum wird entscheidend von geltenden und geplanten Vorschriften beeinflusst. Diese können international variieren, was wiederum ein erschwerender Faktor für die Entwickelnden und Herstellenden von neuartigen Fahrzeugen ist. E-Trottinette sind gemäss Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS) [2] unter bestimmten Voraussetzungen im Verkehr zugelassen und bei der Verkehrsflächennutzung den Velos und langsamen E-Bikes gleichgestellt. Tab. 4 gibt eine Übersicht zur Einteilung von elektrischen Kleinstfahrzeugen, die hier dem Spektrum von elektrischen Leichtfahrzeugen (nach EU-Taxonomie L1e-L2e) gleichgesetzt sind, weil sie nutzungs- oder verkehrsflächenbezogene Abhängigkeiten mit E-Trottinetten aufweisen.

Tab. 1 Übersicht gegenwärtige Zulassungsregelung Schweiz (Quellen: EU-Bezeichnung: [1]; CH: [2, 3, 4])

		Motorfahräder				Motorräder			
Fahrzeug-ähnliche Geräte	Elektrische Kleinstfahrzeuge	Fahrräder		Motorfahräder		Motorräder		Motorräder	
		Leicht-Motorfahr- räder	Motorfahr- räder	Motorisierte Rollstühle	Elektro-steh- roller	Kleinmotor-rä- der (2-Rad)	Elektro-Rikschas	Kleinmotor-räder (3-Rad)	
gem. VTS		Art. 18b	Art. 18a	Art. 18c	Art. 18d	Art. 14b.1	Art. 14b.3	Art. 14b.2	
gem. EU-Recht		L1e-A	L1e-A			L1e	L1e-A	L2e	

									
---	---	---	--	---	---	---	---	--	--

Leistung	ohne Motor	-	ohne Mo- tor	max. 500 W	max. 1 kW	nb	max. 2 kW	max. 4 kW	max. 2 kW	nb
Geschwin- digkeit	-	-	-	20 km/h (rein elektrisch) 25 km/h	30 km/h (rein elektrisch) 45 km/h	(10 km/h ohne Zulassung) 20-30 km/h	20 km/h	45 km/h (gedrosselt 20 km/h als Leicht- motorf.)	20 km/h (rein elektrisch) 25 km/h	45 km/h
Gesamt- gewicht	ohne	ohne	ohne	< 200 kg	nb	nb	nb	nb	< 450 kg	nb
Typen- genehmigung	ohne	ohne	Nein	Nein	nb	nb	nb	Ja	nb	nb
eingespurig / mehrspurig	ohne	ohne	max. 1m	< 1m	nb	nb	nb	nb	< 1 m / 1.2 m	nb
Anzahl Räder	2-4	2-4	2	2-3	2	2-4	2	2	3	3
Fahrbewilli- gung / Fahr- ausweis	-	-	- (< 6 Jahre un- ter Auf- sicht)	mit M ab 14 J. ohne ab 16 J.	M	ohne (bis 20km/h) M (bis 30km/h)	nb	A1	nb	nb
Helmpflicht	-	-	Nein	Nein	Ja	Nein	nb	Ja	Nein	Ja / ausser mit Kabine

Verkehrs- flächen Velo	Nein, nur Privatge- lände	Nein, nur Privatge- lände	Ja	Ja	Ja	Ja, bei Gehbe- hinderung auch Fussweg	Ja, bei Gehbe- hinderung auch Fussweg	Nein	Ja, bis Breite 1m	Nein, ausser bei Radstreifen ohne Behinderung Veloverkehr
------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	----	----	----	---	---	------	-------------------	--

Parkierung			Trottoir (> 1.5m frei), Veloab- stell-plätze	Trottoir (> 1.5m frei), Veloab- stell-plätze	Trottoir (> 1.5m frei), Ve- loabstell- plätze	Trottoir (> 1.5m frei), Ve- loabstell- plätze	Trottoir (> 1.5m frei), Ve- loabstell- plätze	Motorrad	Motorrad (nb)	Motorrad
------------	--	--	---	---	--	--	--	----------	---------------	----------

1.2.2 Geteilte E-Trottinette

Die Vorschriften zum Betrieb von geteilten E-Trottinetten der Sharing-Anbietenden im öffentlichen Raum unterscheiden sich je nach Stadt oder Gemeinde, sowohl in der Schweiz als auch internationalen Vergleich. Das unzulässige Befahren von Trottoirs und die Parkierung von E-Trottinetten auf Trottoirs hat in einigen Fällen dazu geführt, dass Städte (bspw. Barcelona, Montréal, Paris oder Luzern) ein Verbot für Verleihsysteme von E-Trottinetten erlassen haben.

Grundsätzlich existieren in der Schweiz sechs unterschiedliche Ansätze zur Regulierung [5]:

- Ausstellung von Betriebsbewilligungen auf Anfrage von Anbieterfirmen
- Bewerbungsverfahren auf beschränkte Anzahl von Betriebsbewilligungen
- Meldeverfahren
- Bestellung eines Angebotes
- Städtischer Betrieb eines Angebotes
- Verbot

Es ist davon auszugehen, dass die Anbietenden der geteilten E-Trottinette weiterhin bestrebt sind, im Austausch mit den Städten und Gemeinden Massnahmen für bestehende Probleme, wie das unzulässige Abstellen von E-Trottinetten oder das unerlaubte Fahren in Fussgängerzonen, zu entwickeln. Dazu zählen beispielsweise die Möglichkeiten, das Abstellen von E-Trottinetten in bestimmten Zonen mittels Geofencing zu verhindern, die Geschwindigkeit in stark frequentierten Gebieten technisch zu reduzieren oder Anreizsysteme zu schaffen, um die Nutzenden dazu zu motivieren, die geliehenen E-Trottinette an vordefinierten Standorten abzustellen.

2 Stand der Forschung und Erkenntnisse der Fachgespräche

E-Trottinette sind im Vergleich zu Autos oder Velos ein relativ neues Fahrzeug. Die Forschung steht daher noch am Anfang. In der Schweiz existieren Studien zu den Bereichen Sicherheit und Nachhaltigkeit. Zur Verkehrsplanung und zu möglichen Potenzialen liefern Studien aus dem Ausland wichtige Hinweise. Um vertiefte Informationen zu erhalten, wurde der aktuelle Forschungsstand mit der Hilfe von sechs Fachpersonen aus der Verwaltung, Forschung und einer Verleihfirma innerhalb von strukturierten Leitfaden-Interviews mit einer Länge von ca. 45 Minuten abgeglichen und ergänzt. Thematisiert wurden vor allem Sicherheit, Nachhaltigkeit, Fahrzeugentwicklung und Auswirkungen auf die Verkehrsplanung (vgl. Tab. 5). Dieses Kapitel, unterteilt in thematische Unterkapitel, führt die Erkenntnisse aus der Literatur und die Resultate der Fachgespräche zusammen.

Tab. 5 Übersicht der geführten Fachgespräche

Fachperson	Themenbereich	Datum
Karin Huwiler, bfu	Sicherheit	31.03.2022
Wernher Brucks, Dienstabteilung Verkehr, Stadt Zürich	Sicherheit	30.03.2022
Patrick Rérat, OUVEMA / UNIL	verkehrsplanerische Auswirkungen	28.03.2022
Martin Dolleschel, Amt für Mobilität, Kanton Basel-Stadt	verkehrsplanerische Auswirkungen	28.03.2022
Stefan Pfiffner, Verkehrsplanung der Stadt St. Gallen	verkehrsplanerische Auswirkungen	30.03.2022
Emre Argön, TIER Mobility	Nachhaltigkeit, Fahrzeugentwicklung	29.03.2022

2.1 Verkehrssicherheit

2.1.1 Unfalldaten und Statistiken

Internationale Studien zeigen, dass es sich bei der Mehrheit der Unfälle mit E-Trottinetten um Stürze (Selbstunfälle) der Fahrenden handelt [6-8]. Deutlich seltener kommt es zu Kollisionen mit anderen Fahrzeugen oder mit Zufussgehenden. Bei schweren Unfällen sind häufig Motorfahrzeuge involviert [9]. Viele Studien zeigen ebenfalls, dass ein nicht zu vernachlässigender Teil der Unfälle unter Alkohol- oder Drogeneinfluss geschieht [6, 7, 10, 11] und ein Grossteil der Verunfallten ohne Helm unterwegs war [7, 8, 10, 11]. Durchgeführte Studien zum (fahrleistungsbezogenen) Unfallrisiko mit dem E-Trottinett im Vergleich zu anderen Verkehrsmitteln hingegen weisen sehr uneindeutige Ergebnisse auf, was keine eindeutigen Aussagen respektive Interpretationen zulässt. In der Schweiz zeigt sich betreffend Unfallstatistiken folgendes Bild: Unfälle auf öffentlichen Verkehrsflächen, bei denen mindestens ein Fahrzeug oder fahrzeugähnliches Gerät beteiligt war und sich mindestens eine Person verletzt hat, müssen der Polizei gemeldet werden. Mithilfe des Unfallaufnahmeprotokolls des Bundesamts für Strassen (ASTRA) werden sie im Detail erfasst. Die daraus resultierenden Daten bilden eine Basis für Unfallanalysen. Unter anderem werden die involvierten Fahrzeugtypen erhoben. Während langsame und schnelle E-Bikes bereits seit einigen Jahren separat erfasst werden, werden die verschiedenen elektrisch angetriebenen Trendfahrzeuge (z.B. E-Trottinette) erst seit 2019 dokumentiert. Aktuelle und verlässliche schweizweite Daten zu Unfällen mit diesen Fahrzeugen waren daher nicht verfügbar [12].

Gemäss ASTRA werden seit November 2019 E-Trottinette differenziert von der Polizei erfasst. 2021 gab es gemäss Statistik keine Toten, 2022 wurden 3 Personen getötet. Insgesamt gab es 2022 115 schwerverunfallte E-Trottinett-Fahrende, wobei 88% der Unfälle selbst verursacht wurden und Alkoholkonsum mit einem Drittel am häufigsten als Grund zu vermerken war [13].

In einem parallellaufenden Forschungsprojekt der AGU und der Dienstabteilung Verkehr der Stadt Zürich (DAV) wurden insgesamt 350 E-Trottinett-Unfälle in den Jahren 2019 bis 2022 auf dem Zürcher Stadtgebiet erfasst. Ziel war es, die wesentlichen Unfallmechanismen und Probleme zu

identifizieren und Empfehlungen für Präventionsmassnahmen und weitere Datenerhebungen abzugeben.

Zusätzlich zu den erfassten Zahlen standen, neben den öffentlich verfügbaren ASTRA-Verkehrsunfall-Datensätzen, erstellte Skizzen und Textbeschreibungen des jeweiligen Unfallherganges aus den Unfallaufnahmeprotokollen (UAP) der Zürcher Stadtpolizei zur Verfügung. Es wurde zunächst anhand einer statistischen Analyse der ASTRA-Datensätze ein Überblick über das Unfallgeschehen erstellt. An den 350 erfassten Unfällen waren 354 E-Trottinette und 394 E-Trottinett-Fahrende beteiligt. Letztere waren im Durchschnitt/Median 31/29 Jahre alt. Mindestens 33 % waren zu dem Zeitpunkt alkoholisiert. Die Unfälle ereigneten sich meistens samstags oder sonntags am frühen Morgen. In 17 % der Unfälle wurde mindestens eine Person erheblich verletzt. Bei den Unfalltyp-Gruppen überwiegen Selbstunfälle (57 %), gefolgt von Unfällen beim Überqueren der Fahrbahn (14 %) und Unfällen mit Zufussgehenden (9 %). Insgesamt 133 Unfälle (38 %) fanden auf dem oder im Zusammenhang mit dem Trottoir statt.

Aus relevanten Stichproben der verschiedenen Unfalltypen konnten bei allen Gruppen Verstösse gegen elementare Verkehrsregeln (Fahren unter Alkoholeinfluss, verbotenes Befahren des Trottoirs, Vortrittsverstösse) identifiziert werden. Darüber hinaus wurden weitere, weniger offensichtliche Mechanismen identifiziert: So weisen E-Trottinette eine hohe Anfälligkeit für Stürze über kleinere oder grössere Hindernisse auf, was insbesondere beim Fahren auf dem Trottoir zu einer erhöhten Gefahr von Selbstunfällen führt. Das Fahren auf dem linksseitigen Trottoir und der Wechsel aus verbotenen in erlaubte Verkehrssituationen scheinen mit einer erhöhten Kollisionsgefahr mit Motorfahrzeugen in Verbindung zu stehen. Verbotene Trottoirfahrten spielen bei vielen der betrachteten Unfälle eine Rolle. Daher wurde versucht, anhand einiger Beispiele Rückschlüsse ausgehend von der Strassensituation auf die wahrscheinliche Motivation für die gewählte Routenwahl zu ziehen. Lediglich bei 8 der im Detail untersuchten 28 Trottoir-Unfälle mit verbotener Trottoir-Benutzung gab es klare Anhaltspunkte dafür, dass der Grund für die Trottoir-Fahrt darin gelegen haben könnte, dass sich die Fahrenden auf der Strasse aufgrund mangelnder Velo-Infrastruktur unsicher fühlten. In der Mehrzahl der Fälle erfolgte die unerlaubte Trottoir-Befahrung trotz einer vorhandenen adäquaten Infrastruktur (Radstreifen). Die vermuteten Gründe der Trottoir-Benutzung waren in den Fällen meistens Abkürzungen oder Bequemlichkeit, wenn z.B. zu einer korrekten Fahrt in die gewünschte Richtung der Velostreifen auf der gegenüberliegenden Strassenseite hätte benutzt werden müssen.

2.1.2 Sicherheitsaspekte am Fahrzeug (inkl. Zulassung)

E-Trottinette werden gemäss Art. 18 lit. b. der Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS) den Leicht-Motorfahrrädern zugeordnet. Demzufolge dürfen E-Trottinette eine Motorenleistung von höchstens 500 Watt aufweisen und eine Höchstgeschwindigkeit von maximal 20 km/h erreichen [2].

Für E-Trottinette gelten die gleichen Verkehrsregeln wie für Velos bzw. langsame E-Bikes, das heisst, die Benutzung von Radstreifen und -wegen ist beispielsweise obligatorisch. Auch die Benutzung von für Zufussgehende bestimmte Verkehrsflächen ist erlaubt, sofern die Zusatztafel «Radfahrer» angebracht ist. Welche Verkehrsregeln im Detail gelten und welche Verkehrsflächen genutzt werden müssen, ist im Strassenverkehrsgesetz (SVG), der Verkehrszulassungsverordnung (VZV) und der Signalisationsverordnung (SSV) geregelt [12, 14].

Aus rechtlicher Sicht ist ein E-Trottinett in der Schweiz dem langsamen E-Bike gleichgestellt. Im Unterschied zum langsamen E-Bike darf der Motor des E-Trottinetts nur bis zu einer Fahrgeschwindigkeit von 20 km/h unterstützen. Erlaubt sind E-Trottinette prüfungsfrei ab 16 Jahren oder bereits ab 14 Jahren mit Prüfung (Kategorie M). Obwohl E-Trottinette gemäss Verordnung über die Typengenehmigung von Strassenfahrzeugen (TGV) von einer Typengenehmigung ausgenommen sind, müssen sie folgende obligatorische Ausrüstung aufweisen: Ein fest montiertes Vorder- und Rücklicht (weiss und rot), eine Glocke, eine Bremse vorne und hinten sowie Luftreifen. Zudem muss die Lenkstange eine Mindestbreite von 0.35 m aufweisen. Das Gesamtgewicht des Fahrzeugs darf 200 kg nicht überschreiten. Hingegen besteht keine Helmpflicht für E-Trottinett-Nutzende und auch ein Kontrollschild am E-Trottinett ist nicht erforderlich. Es gilt zu beachten, dass nicht alle E-Trottinette, die in der Schweiz erworben werden können, auch als Verkehrsmittel zugelassen sind. Die Fahrzeuge, die die technischen Anforderungen ihrer Fahrzeugkategorie beispielsweise bezüglich Bremsen oder Einhaltung der Höchstgeschwindigkeit nicht erfüllen, dürfen lediglich auf privatem Grund genutzt werden [12, 14].

Folgende Eigenschaften der E-Trottinette sind sicherheitsrelevant: Die Motorenleistung sowie die gefahrene Geschwindigkeit, das Gesamtgewicht, die Fahrstabilität, die Grösse der Räder, die

Lenkstange sowie die Bremsen. Ein Risiko für Stürze kann zudem bei einem Ausfall oder einer Fehlfunktion der elektronischen Steuerung entstehen [12].

Die befragten Fachpersonen erläutern folgende Unterschiede in Bezug auf die Sicherheit bei der privaten und geteilten Verwendung von E-Trottinetten:

- Es gibt grosse Unterschiede bei der technischen Ausstattung der E-Trottinette. Im Sharing-Betrieb erfüllen die Fahrzeuge generell ein höheres Sicherheitsniveau und werden regelmässig gewartet.
- Private E-Trottinette werden mit grosser Wahrscheinlichkeit seltener gewartet. Zudem verfügen nicht alle über eine Strassenzulassung.

Die interviewten Fachpersonen sind überzeugt, dass sich höhere Sicherheitsanforderungen an E-Trottinette auf den Anbieterkreis von geteilten E-Trottinetten folgendermassen auswirken würden:

- Der Grossteil der Anbietenden verfügen über hochwertige Fahrzeuge (Federung, breitere Trittfläche, breitere Reifen, ergonomisch geformte Lenker, Gewichtszunahme/Stabilität, Licht bei Tag (analog neue Regeln E-Bike). Gesetzgebende könnten daher höhere Anforderungen an Fahrzeuge stellen, weil Sharing-Anbietende diese problemlos erfüllen würden.
- Massnahmen am Fahrzeug: Licht, seitliche Reflektoren, grössere Räder, Blinker (gesetzlich derzeit nicht anerkannt, d.h. nicht von Handzeichen entbindend), Limitierung der Geschwindigkeit. Diese Massnahmen können zusammen mit den Anbietenden einfacher umgesetzt werden als bei privaten E-Trottinetten.

2.1.3 Sicherheitsaspekte Nutzende

Obwohl das Tragen eines Helms in der Regel hilft die Folgen der Unfälle zu reduzieren, zeigen Beobachtungen aus Österreich, dass nur wenige E-Trottinette-Nutzende einen Helm tragen, wobei der Anteil an Helmtragenden bei E-Trottinetten im Privatbesitz mit 10 % höher ausfällt als bei Nutzenden von geliehenen E-Trottinetten (2 %). Ebenso zeigte sich, dass ein hoher beträchtlicher Anteil an E-Trottinett-Nutzenden bei Dunkelheit mit ungenügender Beleuchtung unterwegs war [15, 9].

E-Trottinette sind durch den rein elektrischen Antrieb akustisch schlecht wahrnehmbar. Dies kann sowohl für die Nutzenden selbst als auch für andere Verkehrsteilnehmende zu einer Gefahr werden [12].

Mehrere Studien zeigen (vgl. [12]), dass bei der Nutzung von E-Trottinetten folgende Fehlverhalten auftreten können:

- Fahren auf dem Trottoir, wobei der Mehrheit der E-Trottinette-Nutzenden nicht bewusst ist, dass sie dadurch einen Regelverstoss begehen
- Fahren zu zweit
- Fahren unter Alkoholeinfluss
- Abstellen des E-Trottinetts auf (schmalen) Trottoirs

Im Zusammenhang mit dem Selbstschutz von E-Trottinette-Nutzenden und zur Unterbindung von Fehlverhalten werden von der bfu folgende Empfehlungen abgegeben (vgl. [12]):

- Tragen eines Helms
- Rabatte auf geliehene E-Trottinette bei Nachweis des Helmtragens durch «Helm-Selfie»
- Schulung von ungeübten E-Trottinett-Nutzenden durch Sharing-Anbietende
- Anpassung der Höchstgeschwindigkeit in sensiblen Bereichen «Geofencing», wie beispielsweise in Fussgängerzonen
- Reaktionstest auf dem Display vor Inbetriebnahme des geliehenen E-Trottinetts
- Online-Sicherheitskurse, Bildungsprogramme zu den Strassenregeln
- Sicherstellung von ordnungsgemässen E-Trottinetten auf den öffentlichen Strassen

Die befragten Fachpersonen weisen dem subjektiven Sicherheitsempfinden von Nutzenden und Nicht-Nutzenden (Zufussgehende, Velofahrende) bei Fehlverhalten mit E-Trottinetten folgende Rolle zu:

- E-Trottinett-Nutzende sind betreffend subjektiver Sicherheit ähnlich wie Velofahrende, jedoch noch sensibler: Sie meiden, wenn möglich, dicht befahrene Strassen und wissen, dass sie leicht übersehen werden. Das Trottoir wird in der Regel nur dann von E-Trottinett-Nutzenden befahren, wenn die Strasse als zu gefährlich erachtet wird. Ist die Infrastruktur für E-Trottinette-Nutzende weitgehend sicher (z.B. abgetrennte Velowege), so wird niemand «freiwillig» auf dem Trottoir fahren.
- Zufussgehende fühlen sich durch E-Trottinette und Velos gestört. E-Trottinette bewegen sich nahezu lautlos, d.h. sie werden von anderen Verkehrsteilnehmenden nicht gehört.

Die befragten Fachpersonen nennen folgende mögliche Sicherheitsmassnahmen für Nutzende: Helm, helle Kleidung, Leuchtweste, Fahrkurse (Kenntnis Verkehrsregeln / Gefahrenwahrnehmung) und Kampagnen zur Sensibilisierung aller Verkehrsteilnehmenden (korrektes Verhalten in Bezug auf Fahren, Abstellen und Alkohol).

Gleichzeitig weisen sie darauf hin, dass eine Helmpflicht die Nutzung von geteilten E-Trottinetten mindern würde. Eine Spontannutzung wäre nicht mehr möglich. Private E-Trottinette werden vermehrt mit Helm gefahren. Faltheime werden nur zu Beginn genutzt.

2.1.4 Sicherheitsaspekte an der Verkehrsanlage: Lichtraumprofil, Netzelemente, Begegnungsfall, Linksabbiegen

Gemäss einer Publikation der bfu können E-Trottinette bei einhändigem Fahren, beispielsweise während des Anzeigens einer Richtungsänderung, instabil werden. Zudem besteht wegen ihrer schmalen Silhouette die Gefahr, dass sie von anderen Verkehrsteilnehmenden übersehen werden [15].

Die Publikation «Safe Micromobility» des International Transport Forum ITF gibt bezüglich der Sicherheit der für E-Trottinette zur Verfügung gestellten Infrastruktur folgende Hinweise: Bei der Ausgestaltung der Veloinfrastruktur gilt es zu beachten, dass eine genügend breite, ebene sowie gut unterhaltene Oberfläche (Belagsart) gewählt wird. Hingegen sollten Schwellen oder in den Strassenraum eingebettete Kissen vermieden werden. Zudem hat sich herausgestellt, dass Busspuren keine sicheren Verkehrsflächen für die Mikromobilität darstellen [9].

FixMyBerlin hat eine Umfrage mit 21'000 Teilnehmenden durchgeführt und ihr jeweiliges Sicherheitsempfinden in Bezug auf Veloinfrastrukturen untersucht. Es nahmen Velo- und Autofahrende sowie ÖV-Benutzende und Zufussgehende teil. Folgende Erkenntnisse lassen sich in Bezug auf die Führungsformen und Gestaltung der Strecken (ohne Knoten) festhalten (vgl. [16]):

- Die Führung im Seitenraum wird als sicherer empfunden als die Führung auf der Fahrbahn.
- Zufussgehende fühlen sich bei einer Führung des Radverkehrs im Seitenraum ausreichend sicher, sofern zusätzlich eine Trennung zum Radverkehr, z.B. durch einen Grünstreifen, klar erkennbar ist.
- Die Führung im Mischverkehr wird als sehr unsicher empfunden.
- Bei der Führung auf der Fahrbahn werden breite Radverkehrsanlagen als deutlich sicherer empfunden. Grüneinfärbungen und bauliche Trennungen erhöhen zusätzlich das Sicherheitsempfinden.
- Auch schmalere Radverkehrsanlagen bieten eine akzeptable subjektive Sicherheit, wenn sie z.B. durch niedrige Poller vom MIV getrennt sind und auf Strassen ohne ruhenden Verkehr geführt werden.
- Bei der Führung des Radverkehrs auf einer Hauptverkehrsstrasse mit ruhendem Verkehr wird die Lage rechts vom ruhenden Verkehr als sicherer empfunden. Eine Führung links des ruhenden Verkehrs wird generell als deutlich weniger sicher empfunden. Bei einer Führung links des ruhenden Verkehrs wurden Situationen, die z.B. eine breite Radverkehrsanlage mit Grüneinfärbung beinhalten, als akzeptabel und sicher bewertet.
- Auch Autofahrende empfinden gut ausgebaute Radverkehrsanlagen inklusive Poller als sicherer. Die Bewertungen sind von den Tendenzen her ähnlich, wie die der Radfahrenden. Einige Gefahren wie «Dooring» werden von Autofahrenden aber weniger problematisch eingeschätzt.
- Bebilderte Situationen, bei denen kein fliessender MIV dargestellt wurde und eine deutliche Strassenmarkierung als Fahrradstrasse vorhanden war, erhielten die besten Bewertungen in der Umfrage.

Die befragten Fachpersonen sehen gegenüber Velos folgende abweichenden Ansprüche an die Infrastruktur:

- Grundsätzlich keine grossen Unterschiede, wobei E-Trottinette noch sensibler auf Sicherheitsdefizite wie z.B. unebene Oberflächen oder nicht getrennte Radstreifen reagieren.
- Abbiegungsvorgänge sind mit dem E-Trottinett anspruchsvoller zu vollziehen als mit dem Velo. Da am E-Trottinett keine Blinkvorrichtung angebracht ist (aktuell nicht zugelassen, Bodenabstand > 35 cm), muss der Abbiegevorgang per Handzeichen (Gefahr von Kontrollverlust) angezeigt werden.
- E-Trottinett-Nutzende werden von anderen Verkehrsteilnehmenden wegen der schmalen Silhouette noch schlechter erkannt als Velofahrende.

2.2 Nachhaltigkeit der Fahrzeuge

Aktuell liegen wenig umfangreiche Studien zur Beurteilung der Nachhaltigkeit von privaten und geteilten E-Trottinetten vor. Nachfolgend werden Resultate der Studie *dena* [17] präsentiert und mit Erkenntnissen aus den Fachgesprächen ergänzt.

2.2.1 Lebensdauer der Fahrzeuge im Vergleich

Die Lebensdauer und Laufleistung sind zentrale Einflussgrössen bei der Beurteilung der Nachhaltigkeit. Eine lange Lebensdauer und hohe Laufleistung erhöhen die Ressourceneffizienz gesamt. Erkenntnisse aus *dena* [17: 10] zeigen, dass Modelle mit einer fest verbauten Batterie eine weitaus kürzere Lebensdauer aufweisen als Modelle mit wechselbarer Batterie. Die Studie geht bei den betrachteten Szenarien für E-Trottinette von einer durchschnittlichen Strecke von 11.5 km pro Tag und einer Lebensdauer von 6 (im Jahr 2019) bis 24 Monaten (im Jahr 2021) aus. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Strecke von rund 1'900 bis 7'500 km über die gesamte Lebensdauer. Die angenommenen Werte orientieren sich an den früher geteilten E-Trottinetten und werden als stetig zunehmend betrachtet.

- Derzeit bringen folgende Hersteller E-Trottinette auf den Markt: OKAI (VOI und TIER), Ninebot und Xiaomi.
- Der Lifespan Report von VOI [18] zeigt, wie sich die Lebensdauer der E-Trottinette von VOI seit 2018 von 8 auf 60 Monate im Jahr 2022 verlängert hat (vgl. Abb. 3).

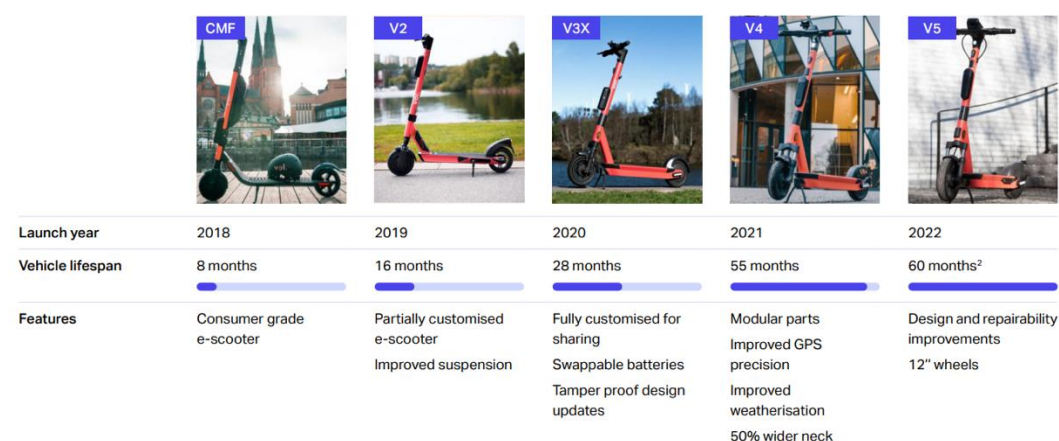


Abb. 3 Übersicht der Lebensdauern der Modellgeneration der E-Trottinette von Voi [18].

Der Anbieter TIER geht in seiner im Jahr 2021 durchgeführten Analyse [19] des vorletzten Modells 5 von einer Laufleistung von 12'000 km und 1.5 benötigten Batterien über den Lebenszyklus aus. 2022 wurde das Modell 6 lanciert [20]. Der Einsatzort und Austausch der bestehenden E-Trottinette ist nicht bekannt.

- Bei privaten E-Trottinetten kann die Lebensdauer weniger gut untersucht werden. Die Grundlagenstudie der Mobitool-Faktoren v3.0 [21] geht von rund 2 Jahren, bzw. 890 km pro Jahr aus. Bei den derzeitigen Entwicklungen liegt nahe, dass die Verbesserung der Lebensdauer und Reparaturmöglichkeiten bei privaten E-Trottinetten langsamer erfolgen.

Die befragten Fachpersonen sehen folgende Einflussgrössen und Entwicklungen bei der Lebensdauer von E-Trottinetten:

- Grundsätzlich: Geteilte E-Trottinette haben eine höhere Haltbarkeit als privat genutzte E-Trottinette, weil eine regelmässige Wartung erfolgt.
- Die Lebensdauer liegt heute im Sharing-Bereich bei ca. 5 Jahren, danach werden E-Trottinette im 2. Lebenszyklus aufgearbeitet und an Private verkauft. Zudem sind Einzelteile (aktuell rund 120 Einzelteile) bei regelmässiger Wartung geteilter E-Trottinette ersetzbar.
- Der unsachgemässe Umgang durch Nutzende (besonders Vandalismus) nimmt ab, bleibt aber eine Einflussgrösse.
- Allgemein gibt es sehr grosse Unterschiede bei den Modellen: E-Trottinets mit einem Preis unter 500 Franken haben eine Lebenszeit von einigen Monaten. Die Akkus weisen meistens eine geringe Qualität auf (Garantien auf die Batterien betragen i.d.R. 6 Monate). Reparaturen werden nicht angeboten. Strassentaugliche Fahrzeuge können ab rund 500 Franken erworben werden.
- Nach Ablauf der Garantie wird das Fahrzeug bei privater Nutzung häufig nicht mehr benutzt. TIER wird z.B. vermehrt von Privatpersonen für Reparaturen angefragt.

In Bezug auf die Nachhaltigkeit ist damit zu rechnen, dass künftige E-Trottinette eine deutlich bessere Ökobilanz aufweisen. Die befragten Fachpersonen sehen das E-Trottinett als Ergänzung zum öffentlichen Verkehr. Besonders in nachfrageschwachen Regionen kann das E-Trottinett eine wichtige Rolle bei Distanzen unter 5 km spielen, wobei klare Nutzungsregeln und auch Anschubfinanzierungen nötig sind.

2.2.2 Vandalismus an geteilten Fahrzeugen

Zu Vandalismus gibt es derzeit keine wissenschaftlichen Studien. Eine Vielzahl von Medienberichten nehmen das Vandalismusproblem jedoch auf, sodass das Thema in der öffentlichen Wahrnehmung durchaus präsent ist.

Die befragten Fachpersonen weisen auf folgende Ursachen und Massnahmen in Bezug auf Vandalismus an geteilten E-Trottinetten hin:

- Zwei Gruppen verüben Vandalismus: 1. Jugendliche in Gruppen, meist aus Langeweile. 2. Einzelpersonen, die eine Abneigung aus verschiedensten Gründen gegenüber E-Trottinetten und Sharing-Systemen bzw. die Start-up-Ökonomie haben (es wurde bspw. ein Velohändler erwischt).
- Vandalismus findet nur vereinzelt statt (weniger als 1% der Fahrzeuge betroffen). In der Schweiz tritt das Problem im Vergleich zu anderen europäischen Ländern weniger häufig auf.
- Massnahmen:
 - Vandalismus Verantwortliche werden in Zusammenarbeit mit Polizei und Hauswartungen ausfindig gemacht und angezeigt.
 - Der Sharing-Anbieter TIER hat in der Schweiz in der Nähe von Brücken und Gewässern Parkverbotszonen eingerichtet, um dem «Versenken» von E-Trottinetten vorzubeugen. Das hat zu einer Reduktion der Straftat geführt. Zudem wird, seitdem die Fahrzeuge 40 kg (anstatt 12 kg wie bei der 1. Generation) wiegen, weniger Vandalismus betrieben. Die Fahrzeuge sind mittlerweile zu schwer, um sie z.B. mitzutragen oder zu werfen.

2.2.3 Emissionen Herstellung, Betrieb und Entsorgung

Eine umfassende Einschätzung der Nachhaltigkeit von E-Trottinetten erfordert die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus eines Fahrzeugs. Eine *life cycle analysis* (LCA) umfasst eine solche Betrachtung des gesamten Systems von der Herstellung über die Nutzung bis hin zur Entsorgung der Fahrzeuge. Grob lässt sich das System gemäss Abb. 4 schematisch darstellen.



Abb. 4 Lebenszyklus und Systemgrenzen einer LCA von E-Trottinetten (Quelle: [17], S.8).

Emissionen entstehen bei der Herstellung der Rohmaterialien und des Fahrzeugs, dem Transport vom Produktionsort zum Nutzungsgebiet, der regelmässigen Ladung für die Nutzung sowie der Entsorgung, respektive Weiterverwertung der Materialien. Bei geteilten E-Trottinetten muss zur Nutzung zudem die durch Sammeln und Verteilen der Fahrzeuge benötigte Energie von Transportfahrzeugen einkalkuliert werden.

Während zur LCA von geteilten E-Trottinetten bereits einige Forschungsarbeiten publiziert wurden, liegen zur Nachhaltigkeit von privat genutzten Fahrzeugen keine vollständigen Daten vor. Eine quantitative Vergleichbarkeit zwischen den Publikationen ist ausserdem sehr komplex, da die ihnen zugrundeliegenden Daten häufig auf unterschiedlichen Grundannahmen in Bezug auf Lebensdauer, Strommix, Ersetzbarkeit von Einzelteilen oder dem räumlichen Einsatzgebiet beruhen. Insbesondere Skayne et al. [22] und dena [23] kommen durch die Berücksichtigung verschiedener Szenarien bereits innerhalb der Studien zu signifikant unterschiedlichen Ergebnissen. Letztere zeigen auf, dass der Verbau einer auswechselbaren Batterie die Gesamtemissionswerte des Fahrzeugs erheblich reduzieren kann [23]. Ausserdem wird in der von Skayne et al. [22] durchgeführten Sensitivitätsanalyse ersichtlich, dass die Lebensdauer des Fahrzeugs in Kilometern einen erheblichen Einfluss auf die Gesamtemissionswerte hat.



Abb. 5 Vergleich der Emissionsintensitäten von geteilten und privaten E-Trottinette [19, 22, 23, 53, 54, 55].

Um einen Eindruck über die Streuweite der Emissionswerte geteilter und privater E-Trottinette zu erhalten, sind in Abb. 5 die Ergebnisse verfügbarer Studien vereinheitlicht in Gramm CO₂-Äquivalente pro Personenkilometer umgerechnet. Bei den Forschungsarbeiten, in denen unterschiedliche Szenarien oder Grundannahmen berücksichtigt sind, wurden arithmetisch Mittelwerte aus den Resultaten berechnet. Die Datenpunkte zeigen, dass über die gesamte Lebensdauer bei geteilten E-Trottinetten grundsätzlich höhere Emissionswerte (Median 100 g CO₂-ÄQ ÷ pkm) als bei privaten E-Trottinetten entstehen (Median 43.8 g CO₂-ÄQ ÷ pkm). Zu diesem Ergebnis kommt auch das *International Transport Forum* in seiner Untersuchung zur LCA diverser aktuell genutzter Fahrzeuge und Verkehrsmittel [24].

Die Anbietenden verfolgen gemäss Fachgesprächen folgende Strategien, um die Emissionen über den Lebenszyklus zu senken:

- Batterien und Fahrzeugteile werden teilweise anderweitig wiederverwendet (Upcycling).
- Austauschbare Batterien reduzieren Betriebsemissionen (-82% CO₂-Emissionen), da ein Austausch vor Ort (z.B. mit Kyburz-Fahrzeug anstatt Lieferwagen) und keine Wege zum Zweck des Einholens und Ausbringens der E-Trottinette anfallen.
- TIER bietet unter «myTIER GO» zusätzlich E-Trottinette für Privatpersonen in Gemeinden und Städten an (Monats-Abo und Service), die über keine generellen Verleihangebote verfügen. Damit reduziert sich für TIER der Logistikaufwand.

2.3 Auswirkungen auf die Verkehrsplanung

2.3.1 Netz / Netzelemente

Das Portland Bureau of Transportation untersuchte während eines viermonatigen Pilotbetriebs im Jahr 2018 mit geteilten E-Trottinetten das Verhalten von E-Trottinett-Nutzenden: Dabei gaben Nutzende von E-Trottinetten die ausgewiesenen Veloinfrastrukturen als ihre bevorzugten Verkehrsflächen an [25].

Mitbenutzung der Veloinfrastruktur

Für E-Trottinette gelten die gleichen Verkehrsregeln wie für Velos bzw. langsame E-Bikes, das heisst, dass die Benutzung von Radstreifen obligatorisch ist. Die Durchschnittsgeschwindigkeit wird von den Verfassenden der Studie [26] bei E-Trottinette-Nutzenden auf 15 km/h geschätzt. Obwohl dieser Wert in etwa der durchschnittlichen Geschwindigkeit von konventionellen Velos entspricht und dementsprechend ein geringer Geschwindigkeitsunterschied zu den langsamen E-Bikes besteht, kann die intensivierte Nutzung der bestehenden Veloinfrastruktur zu vermehrten Überholvorgängen führen. Darauf ist die heutige Veloinfrastruktur in der Regel nicht ausgelegt. Im Vergleich zu den Velos verfügen E-Trottinette über kleinere Räder. E-Trottinette reagieren dementsprechend sensibler auf Unebenheiten im Belag. In Kombination mit vermehrten Überholvorgängen auf einer zu schmalen Veloinfrastruktur erhöht sich das Unfallrisiko [12, 26].

Voraussetzungen für die Mitnutzung der Veloverkehrsinfrastruktur durch E-Trottinette sind breit ausgebaute Velowege und geschützte Velofahrstreifen, die baulich vom fließenden motorisierten Verkehr getrennt sind und über eine ebene Fahrbahnoberfläche verfügen [26]. Im Zusammenhang mit der Planung der künftigen Veloinfrastruktur steht der Ausbau sicherer Veloverkehrsanlagen mit einer ausreichenden Dimensionierung (Breite) und Qualität (Bodenbeschaffenheit) im Vordergrund [27].

Bezüglich Mitbenutzung der Veloinfrastruktur durch E-Trottinette sehen die befragten Fachpersonen folgende Vor- und Nachteile:

- Allgemein: Der Anteil an E-Trottinetten und deren zurückgelegte Wege am Gesamtverkehrsaufkommen ist momentan sehr gering (Schätzung Verkehrsaufkommen Velo zu E-Trottinette in Basel: 115:1). Die Vor- und Nachteile fallen deshalb gegenwärtig wenig bedeutend.
- Vorteile:
 - Mitbenutzung durch E-Trottinette erhöht die Notwendigkeit der Förderung einer qualitativ hochwertigen Veloinfrastruktur
- Nachteile:
 - Breite der Veloinfrastruktur: Überholvorgänge müssen «sicher» durchführbar sein.
 - Höhere Anforderungen an die Bodenbeschaffenheit in Form eines ebenen Belags und der Vermeidung von Vertikalversätzen (kleine Räder der E-Trottinette reagieren sensibler).
 - Bei Mischverkehrsflächen des Fuss- und Veloverkehrs steigt das Konfliktpotenzial: Verhalten / Körpersprache (Body Language) von E-Trottinett-Nutzenden erfordert neues informelles Wissen bei den übrigen Verkehrsteilnehmenden.

Fehlverhalten gemäss Gesetzgebung

Im Rahmen der Studie «Verkehrssicherheit von E-Scootern» des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft wurden 129 E-Trottinett-Fahrende befragt und rund 1'700 Beobachtungen in den Städten Berlin und Dresden durchgeführt. Generell zeigte sich, dass bei vorhandenen Veloverkehrsinfrastrukturen ein hoher Anteil (95 %) regelkonformer Flächennutzung zu erwarten ist. Fehlen hingegen von dem übrigen Verkehr getrennte Veloinfrastrukturen, muss mit

einem hohen Anteil (35 %) regelwidriger Flächennutzung – beispielsweise mit einer Gehwegnutzung – gerechnet werden. Hier gilt es zu beachten, dass auch zwischen der signalisierten Höchstgeschwindigkeit und der Art der genutzten Infrastruktur ein Zusammenhang besteht: Mit zunehmender signalisierter Höchstgeschwindigkeit fahren mehr E-Trottinette-Nutzende auf dem Trottoir [27, 12].

Ebenso zeigte die Studie auf, dass 40 % der Befragten schon einmal zu zweit auf einem E-Trottinett und 13 % bereits einmal unter Alkoholeinfluss gefahren sind. Im Zusammenhang mit dem Thema «Ablenkung» konnte beobachtet werden, dass rund 1 % der E-Trottinett-Nutzenden während der Fahrt das Handy bedienten. Weit häufiger trugen insbesondere Jugendliche und junge Erwachsene Kopfhörer (10 %), was allerdings nicht explizit untersagt wird, sofern sichergestellt ist, dass die Verkehrsumgebung ausreichend wahrgenommen wird. Zudem zeigte sich, dass die Regelkenntnis nicht bei allen E-Trottinett-Nutzenden vorhanden ist: Ein Viertel der Befragten vermutete, dass sie auf Gehwegen fahren dürfen [27].

Die interviewten Fachpersonen nennen zur Eindämmung des Fehlverhaltens von E-Trottinett-Nutzenden folgende Massnahmen:

- Vorhandensein von Infrastruktur für den Veloverkehr (attraktiv, direkt, sicher, komfortabel und intuitiv) führt zu weniger Fehlverhalten.
- Physische Massnahmen für den Veloverkehr (Poller, Barrieren, etc.), die das Befahren von Fussverkehrsflächen eindämmen sollen, schränken auch E-Trottinett-Nutzende ein.
- Klare Signale und Markierungen, FGSO-Markierungen zur Sensibilisierung.
- Kontrollen durch die Polizei.
- Sensibilisierungsmassnahmen (Kampagnen) durch Sharing-Anbietende, Behörden und Interessenverbände.

2.3.2 Ausgestaltung künftiger Verkehrsraum

Im Hinblick auf die Nutzung von E-Trottinetten im Strassenraum und die Koexistenz mit Zufussgehenden sind hier generell Zusammenhänge mit hohem Fussverkehrspotenzial zu nennen. Die Forschungsarbeit «Fussverkehrspotenzial in Agglomerationen» [28: 8] untersucht, welche Faktoren dazu beitragen, dass Mobilitätsbedürfnisse auch zu Fuss befriedigt werden können. Im Gegensatz zu anderen Verkehrsmitteln ist der Fussverkehr weniger zweckorientiert und umfasst auch Funktionen des Verweilens, Kommunizierens, Spielens und Erholens. Hierbei sind die Grenzen zur Verweilnutzung oft fließend, was in dieser Arbeit zum Fussverkehrspotenzial explizit berücksichtigt wird.

Erwarteter höherer Fussverkehrsanteil in Bezug auf Raumstruktur und Nutzende [28: 9]:

- Bei grosser Nutzungsdiversität, insbesondere Einkaufs- und Verpflegungsangebote sowie
- In Ortskernen (auch Agglomerationsgemeinden) und Quartieren, dagegen geringer am Siedlungsrand und in peripheren Gemeinden.
- Durch Frauen sowie insgesamt Personen unter 20 oder über 65 Jahre.

Erwarteter höherer Fussverkehrsanteil in Bezug auf die Strassenraumgestaltung [28: 11]:

- Entlang von untergeordneten Strassen mit geringerer Verkehrsbelastung.
- Bei Strassen mit breiten Trottoirs und Grünelementen.
- Höheres Sicherheitsempfinden bei Trennwirkung zur Fahrbahn (Mobiliar, Begrünung).
- Verkürztes Distanzempfinden durch aktive Erdgeschossnutzungen und Begleitgrün.

In einem EWZ-Beitrag zur 2000-Watt-Gesellschaft untersucht die Energieforschung der Stadt Zürich die Wirkung von Sharing-Angeboten auf Mobilitätsgewohnheiten und Mobilitätswerkzeuge [29]. Zu den Werkzeugen gehören die von Verkehrsteilnehmenden selbst zur Verfügung gestellten Verkehrsmittel (Velos, E-Trottinette, Autos etc.), aber auch ÖV-Abonnemente oder Fahrausweise. Die Verfassenden des Berichts kommen dabei zum Ergebnis, dass die langfristigen Wirkungen von Sharing-Angeboten auf Mobilitätswerkzeuge von Nutzenden eher gering sind. Aus der Befragung von rund 600 Nutzenden zeigt sich, dass zwischen 4 % und 11 % der Sharing-Nutzenden von E-Trottinetten, bereit sind, das eigene Auto in den nächsten 2 Jahren zu verkaufen. Vereinzelt Personen haben das Auto bereits verkauft [29: 66ff]. Weiter wird ersichtlich, dass sich maximal 15 % der E-Trottinette-Nutzenden als Folge des Sharing-Angebots bei einer Carsharing-Organisation registrieren. Für das Neulösen eines ÖV-Abonnements besteht eine minimal positive Bilanz als Folge des genutzten Angebots. Schliesslich ist gemäss den Verfassenden davon auszugehen, dass die Sharing-Fahrzeuge einen zusätzlichen Einfluss auf die künftige Freizeitgestaltung haben.

Längerfristig könnten bis zu einem Viertel der Sharing-Nutzenden an Wochenenden länger im Ausgang bleiben, was in Folge die generelle Nachfrage nach Mobilität in der Nacht bei Begleitpersonen ohne Sharing-Mobilität erhöhen könnte. 40 % der Befragten gaben ausserdem an, durch das Sharing-Angebot pro Ausgang künftig mehr Lokale aufsuchen zu können und generell mehr Freizeit-ausflüge unternehmen zu können.

Doll et al. [30] untersuchen ebenfalls die Verlagerungswirkung neuer Mobilitätsangebote. E-Trottinette werden nicht begutachtet. Die Studie bietet dennoch mit ihrer Betrachtung verschiedener Förderszenarien und Raumtypen Anhaltspunkte für die Modellierung intermodaler Verkehre. Die zentrale untersuchte Grösse ist die Verlagerung vom ÖPNV bzw. MIV hin zu neuen Mobilitätsangeboten. Dabei wurden verschiedene Szenarien des Politikrahmens nachgebildet (umfassender Wandel / behutsamer Wandel), wobei ersteres zur Verlagerung vom MIV, letzteres zur Verlagerung vom ÖPNV hin zu neuen Mobilitätsangeboten führte. Neben einer generellen Erhöhung der Verkehrsleistung durch das neue Angebot, halten die Verfasserinnen der Studie fest, dass die neuen Mobilitätsangebote in ländlichen Gebieten in erster Linie den ÖPNV als Bedarfsverkehr ergänzen und als Zubringer zum Schienen- und Busverkehr dienen. In den grösseren Städten ist hingegen vermehrt mit der Nutzung von «Rideselling» und Sharing-Angeboten (Auto, Velo und E-Trottinette) ausserhalb des Bedarfsverkehrs zu rechnen. In dem Kontext bestehe insbesondere die Gefahr von Verlagerungseffekten vom Umweltverbund auf die neuen Mobilitätsformen [30: 13]. Entsprechend diesen Feststellungen ist gemäss Schweizerischer Verkehrsstiftung [14] davon auszugehen, dass «durch die zusätzliche Nutzung [...] die bestehende Verkehrsfläche noch knapper [wird]», wobei Sharing-Angebote von E-Trottinetten aus finanziellen Gründen vor allem in Zentrumsregionen anzutreffen sind. Der verkehrspolitische Nutzen wäre aber in periphereren Gebieten grösser [14: 9].

In Beantwortung zweier Postulate (18.4291 Burkart und 15.4038 Candinas) leistet der Bundesrat [31] eine Auslegeordnung über die Entwicklungen der Fahrzeuge auf Langsamverkehrsflächen. Als künftige Neuregelung der Fahrzeugzulassung und Verkehrsflächenverwendung werden folgende Punkte festgehalten:

- Trotz der deutlichen Zunahme von elektrischen Kleinstfahrzeugen ist es mittelfristig nicht realistisch, für diese Fahrzeuge eine separate Verkehrsfläche zu schaffen, da die vielfältigen Nutzungsansprüche in den beengten städtischen Räumen dies nicht zulassen (vgl. [31: 22]). Deshalb wird in der Flächenzuordnung zurzeit zwischen den drei Kategorien «Gehflächen», «Radverkehrsflächen» und «übrige Fahrflächen» [Anm.: *auch Fahrstreifen für Bus, Taxi und Tram*] differenziert. Der Begriff «Radverkehrsfläche» dürfte langfristig «angesichts der Vielfalt von neuen Fahrzeugen allerdings nicht mehr stimmig sein. Weil das Velo in vielen Regelungen und auch auf Signalen verankert ist, wird vorderhand am Velo als übergeordnete Bezeichnung für die entsprechende Verkehrsfläche festgehalten» [31: 22].
- Verhalten und Geschwindigkeit unterscheiden sich deutlich zwischen Zufussgehenden und E-Trottinette-Nutzenden, was zu einer konfliktbehafteten Nutzung gleicher Verkehrsflächen in städtischen Räumen führt. Ausserdem wären bei einer geregelten Nutzung gleicher Flächen Aspekte wie die Einhaltung der Maximalgeschwindigkeit oder die Legalität (Zugehörigkeit zur Sammelbezeichnung) eines bestimmten Fahrzeuges schwer kontrollierbar. Daher hält der Bundesrat an der bisherigen Haltung fest, dass «Fahrzeuge grundsätzlich nicht auf Fussverkehrsflächen verkehren sollen» [31: 23]. Bei gegebenen Voraussetzungen soll Mischverkehr als Ausnahmeregelung jedoch weiterhin möglich sein.

Die Unfallschwere wächst mit zunehmender Geschwindigkeit und zunehmendem Gewicht, sodass Geschwindigkeit und Gewicht möglichst einheitlich zwischen den jeweiligen Verkehrsmitteln auf gleicher Fläche auszugestalten sind. Daher ist eine Einteilung verschiedener Verkehrsflächen nach Geschwindigkeit und Fahrzeuggewicht notwendig. Im urbanen Raum ist aufgrund der beschränkteren Platzverhältnisse ausserdem die Breite, respektive der entsprechende Platzbedarf der Fahrzeugtypen massgebend. Die einzelnen Faktoren wurden gewichtet und abgewogen. Daraus ist ein Vorschlag für Kriterien zur Zuordnung der Verkehrsflächen in Kombination mit gruppierten Verkehrsmitteln entstanden (vgl. Abb. 6).

Verkehrsfläche	Gehflächen	Radverkehrsflächen			Übrige Fahrflächen
Geschwindigkeit	Schrittgeschwindigkeit	≤ 25 km/h		≤ 45 km/h	≤ 45 km/h
Gesamtgewicht	nicht relevant	≤ 250 kg	≤ 450 kg	≤ 200 kg	≤ 800 kg
Breite	nicht relevant	≤ 1.00 m	≤ 1.00 m (≤ 1.20 m für Sachtransport)	≤ 1.00 m	≤ 2.00 m
Antrieb	muskelbetrieben	muskelbetrieben oder E-Motorantrieb			Motorantrieb
Kontrollschild	nein	nein	ja		ja
Anzahl Sitzplätze	nicht relevant	frei (stehend gefahrene Fahrzeuge und über 1 m breite schwere Lastenräder 1 Platz)		1	4
Anzahl Räder	nicht relevant	ein- und mehrspurig	mehrspurig	einspurig	ein- und mehrspurig
Abgrenzung Langsamverkehr	Langsamverkehr				
Fahrzeugkategorien und typische Verkehrsmittel	Fussverkehr - Fussgänger - FäG (ohne E-Antrieb) - Kinderräder (Kinder bis 7 Jahre) - motorisierte Fahrzeuge für Gehbehinderte	Fahrräder - Velos - Lastenvelos Leichtmotorfahräder - E-Bike 25 - E-Lastenräder - E-Trottinette - Stehroller	Schwere Motorfahräder - schwere E-Lastenräder - E-Rikschas - motorisierte Fahrzeuge für Gehbehinderte	Schnelle Motorfahräder - E-Bike 45 - Benzinmofas	Kleinmotorräder Leichte vierrädrige Kraftfahrzeuge

Abb. 6 Vorschlag für Kriterien zur Zuordnung der Verkehrsflächen [32: 24] und gruppierten Verkehrsmitteln (für Kleinfahrzeuge bis 45 km/h) [32: 29].

2.3.3 Parkierung (Platzbedarf private E-Trottinette und Verleih, Kombinierbarkeit Abstellanlagen)

Im Rahmen einer Masterarbeit zu verschiedenen Problemlagen der E-Trottinett-Nutzung im öffentlichen Raum der Stadt Zürich wurden Nutzende, Nicht-Nutzende, Planungsfachpersonen sowie Verbände befragt. Häufig gaben die Interviewten parkierte geliehene E-Trottinette auf den Trottoirs als Problem an, weil sie oft als Hindernisse wahrgenommen werden [32].

Die Publikation «Safe Micromobility» des International Transport Forum ITF [9] hielt mit Bezug auf die Parkierung folgende Erkenntnisse fest. Das Parkieren auf dem Gehweg führt auch zum Fahren auf dem Gehweg, um den Ort zu erreichen und zu verlassen. Die Zuweisung von Parkierungszonen für die Mikromobilität in der Nähe von stark frequentierten Gehwegen könnte in dem Zusammenhang Unfälle verhindern und gleichzeitig das «Durcheinander» auf den Gehwegen beseitigen [9].

Im Rahmen einer norwegischen Studie wurden Pilotprojekte mit Parkständern und bemalten Parkplätzen auf deren Nutzen und Wirkung untersucht. Beide Parkierungsmassnahmen zeigten eine positive Wirkung. Mehr als die Hälfte der E-Trottinette-Nutzenden, die ihre Fahrt in den Testperimetern beendeten, parkieren in oder in der Nähe des Abstellangebotes. Es zeigte sich deutlich,

dass die in der Nähe des Zielorts platzierten Parkierungsmöglichkeiten von E-Trottinette-Nutzenden am häufigsten genutzt werden [33].

Weitere internationale Beispiele zeigen, dass klar definierte Parkierungszonen für geliehene E-Trottinette eine regelkonforme Nutzung begünstigen können. Besonders an stark frequentierten Verkehrsknoten und Mobilitätsstationen sind Parkzonen hilfreich. So können die Anbietenden den Nutzenden gegenüber verständlich kommunizieren, in welchen Bereichen die geliehenen E-Trottinette bevorzugt bzw. verbindlich abzustellen sind. Die entsprechenden Anlagen werden z.B. in den jeweiligen Apps markiert. Auch durch tarifliche Begünstigungen wie etwa Freiminuten oder dem Entfall der Aktivierungsgebühr kann die Einhaltung der vorgesehenen Parkierung gefördert werden [26].

Im Zusammenhang mit dem Thema Parkierung empfehlen die befragten Fachpersonen folgende Orte für geteilte und private E-Trottinette:

Für geteilte E-Trottinette:

- Grundsätzlich dort, wo auch das Parkieren von Velos gestattet ist (Veloabstellfelder; Trottoir, sofern genügend Platz vorhanden (min. 1.50 m) und keine definierte Abstellplatzverbotszone).
- Es ist unklar, welche Distanzen zu einer Abstellanlage allgemein akzeptiert werden. Vermutlich sind solche Distanzen im Vergleich zum Velo noch kürzer und dementsprechend ein dichteres Netz von Veloabstellplätzen notwendig.

Für private E-Trottinette:

- Über geeignete Abstellmöglichkeiten ist wenig bekannt. E-Trottinette können nur bedingt abgeschlossen werden, sodass das Parkieren in Innenräumen von grosser Bedeutung ist.
- Allgemein zugängliche Lademöglichkeiten für E-Bikes und für E-Trottinette im öffentlichen Raum sind in den Städten nicht vorgesehen. Es gibt allerdings Synergien beim Laden. Anbietende kooperieren zunehmend mit Partnerbetrieben, die Ladestellnetzwerke anbieten (z.B. bei Kiosken und Take-Aways).

Ausserdem weisen die Fachpersonen darauf hin, dass E-Trottinette nicht geeignet sind für Doppelstockparker und höhenversetzte Vorderradhalter.

2.4 Potenziale

2.4.1 Verlagerung (Konkurrenz zum Umweltverbund ÖV, Fuss- und Veloverkehr)

Ein zentraler Aspekt in der Untersuchung des Einsatzes von E-Trottinetten als nachhaltiges Verkehrsmittel stellt die Substitution von Autofahrten dar. Entsprechend zahlreich sind die dazu durchgeführten Forschungen in Kombination mit Verlagerungseffekten. Wang et al. [34] haben 2022 einen Review zu den verfügbaren wissenschaftlichen Publikationen und Policy Reports publiziert. Die Substitutionsraten variieren mit dem Kontext, d.h. mit dem jeweiligen Modalsplit, stark. In Nordamerika und Neuseeland ersetzen Fahrten mit geteilten E-Trottinetten zwischen 1 und 18 % der ÖV-Fahrten, zwischen 30 und 61 % der Fusswege, 10 und 25 % der Autofahrten sowie 12 bis 50 % der Taxifahrten (ohne Extremwerte). Die Substitutionsraten für europäische Städte sind in Abb. 7 dargestellt.

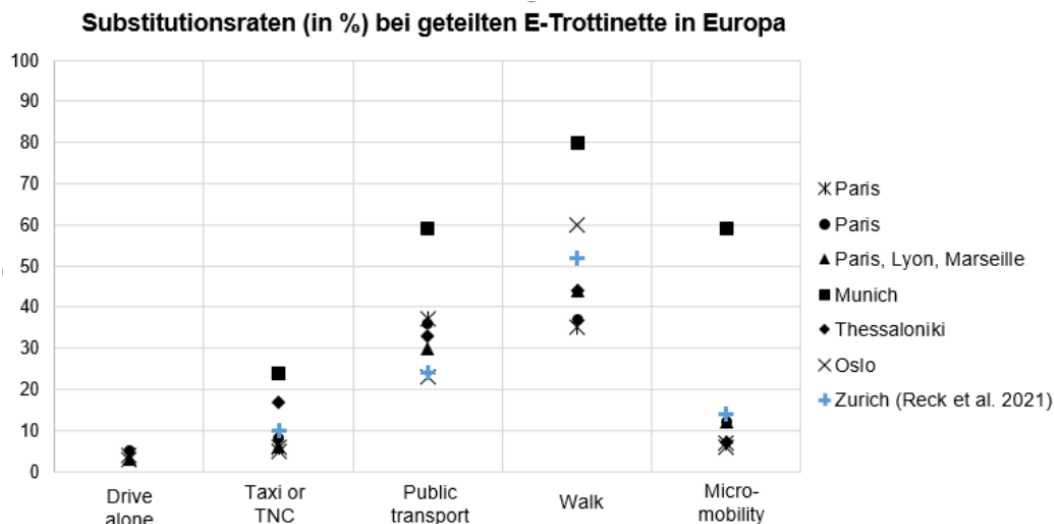


Abb. 7 Substitutionsraten bei geteilten E-Trottinetten in Europa (eigene Darstellung nach [34]).

In Europa bewegen sich die Substitutionsraten von Taxifahrten hin zum E-Trottinett tiefer, dagegen vom ÖV ausgehend höher. Ersetzte Autofahrten werden durch geteilte E-Trottinette mit unter 5% angegeben (vgl. [34, 35]).

Reck et al. [35] modellierten die Verkehrsmittelwahl für private und geteilte E-Trottinette auf der Grundlage von empirischen Daten der Stadt Zürich. Demnach werden mit privaten E-Trottinetten ein Drittel und mit geteilten E-Trottinetten rund die Hälfte der Fusswege ersetzt. Grössere Unterschiede zeigen sich beim Ersatz von mit dem Velo zurückgelegten Wegen, wobei häufiger private (24 %) als geteilte (13 %) E-Trottinette benutzt werden. Insgesamt werden mit privaten E-Trottinetten anstelle von Fusswegen andere selbst besessene Verkehrsmittel ersetzt, die tendenziell durch Wege mit geteilten E-Trottinetten absolviert werden (vgl. Abb. 8). Bruxelles Mobilité [36] kommt zu einem ähnlichen Resultat in einer gross angelegten Befragung (N=1'259) in der Stadt Brüssel. Private E-Trottinette ersetzen häufiger mit dem Auto zurückgelegte Wege (44 %) als geteilte Fahrzeuge (26 %).

Micro-mobility substitution rates (trip-level and km-level) derived from the mode choice model.

Mode	E-Bike (personal)		E-Bike (shared)		E-Scooter (personal)		E-Scooter (shared)	
	trip	km	trip	km	trip	km	trip	km
Walk	26%	9%	24%	9%	35%	19%	51%	25%
PT	20%	29%	27%	43%	23%	27%	19%	38%
Car	37%	48%	11%	15%	17%	25%	12%	15%
Bike	17%	14%	33%	29%	24%	27%	13%	13%
E-Bike (personal)			3%	5%	2%	1%	1%	2%
E-Bike (shared)	0%	0%			0%	0%	4%	5%
E-Scooter (personal)	0%	0%	0%	0%			0%	0%
E-Scooter (shared)	0%	0%	0%	0%	0%	0%		

Abb. 8 Modellerte Substitutionsraten verschiedener Verkehrsmittel [29: 46].

Verlagerungseffekte variieren auch wegen anderen Einflussgrössen. Bei geteilten Mikromobilitätsformen beeinflussen nach Reck et al. [35] einerseits die Zugangsdistanz (bei E-Trottinetten durchschnittlich 60 m, maximal 210 m), die Witterung (insb. Niederschlag) sowie die beabsichtigte Weglänge (vergleiche Kapitel 2.4.2) mögliche Verlagerungseffekte. Andererseits spielen zielgruppenbezogene Aspekte eine Rolle bei der Verkehrsmittelwahl. Moser et al. [29] verglichen verschiedene Zielgruppen von Sharing-Angeboten. Abb. 9 zeigt höhere Anteile induzierter Fahrten und einen höheren Anteil ersetzter Autowege durch E-Bikes und E-Trottinetts. Die Verfassenden resümieren mit Blick auf die Zielgruppen, dass bei geteilten E-Trottinetten die «Intermodalität» (Verkettung verschiedener Verkehrsmittel auf einem Weg) gefördert wird wohingegen «bei E-Bikes und Velos (...) eher die Kombination von Verkehrsmitteln über verschiedene Wege hinweg gestärkt werden (Multimodalität)». [29: 84]. (vgl. Zielgruppen, Kap. 2.4.4).

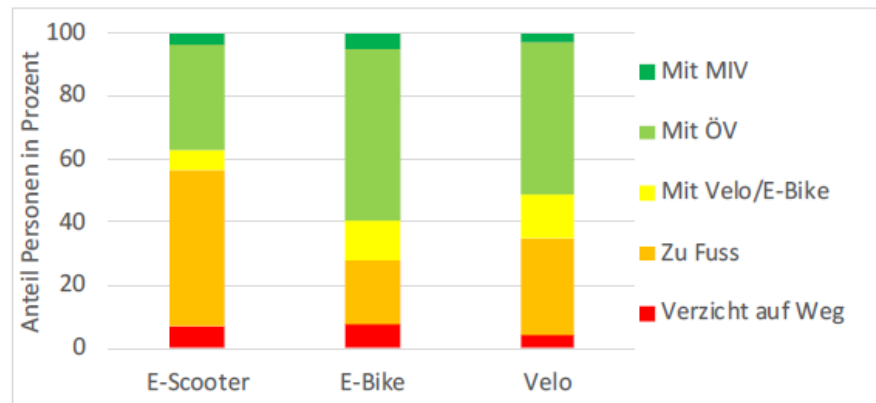


Abb. 9 Vergleich der ersetzten Verkehrsmittel bei Sharing-Angeboten für E-Scooter, E-Bike und Velo [29: 46].

Die befragten Fachpersonen weisen betreffend die zurückgelegten Wege mit geteilten und privaten E-Trotтинetten auf folgende Potenziale und Konkurrenzsituationen mit dem ÖV hin:

- In nachfrageschwachen Gebieten spielt zusätzlich das private E-Trotтинett eine wichtige Rolle. Die Frage ist, ob es für den ersten und den letzten Kilometer einer intermodalen Reise verwendet wird (Parkierung an Umsteigeorten) oder nur für den letzten Kilometer (Mitnahmeeffekt und Parkierung am Zielort).
- Zentraler Aspekt bei privaten E-Trotтинetten ist die sichere Parkierung (Diebstahlschutz, Vandalismus).
- 40% der Fahrten bei TIER ergänzen den ÖV, d.h. weisen eine intermodale Verknüpfung mit diesem auf.
- Private E-Trotтинette werden vermehrt in den Städten und Gemeinden eingesetzt, die keine Sharing-Angebote zu bieten haben.

2.4.2 Einsatzbereiche E-Trotтинette hinsichtlich Wege und Zwecke

Die Mehrheit der Untersuchungen zu den zurückgelegten Wegen fokussiert sich auf E-Trotтинette im Sharing-Betrieb. Für private E-Trotтинette liegen nur wenige Forschungsergebnisse vor. Auf den Zweck der Fahrten wird im Zusammenhang mit den Zielgruppen (vergleiche Kapitel 2.4.4) noch vertieft eingegangen.

Die Fahrten mit geteilten E-Trotтинetten liegen in Zürich durchschnittlich bei einem Wert von 1.1 Kilometern. Diese Distanzen sind im Vergleich zu anderen Sharing-Angeboten deutlich kürzer. Mit geteilten Velos ist der durchschnittlich zurückgelegte Weg um einen Drittel länger. Mit langsamen E-Bikes ist die Strecke doppelt so lang. Schnelle E-Bikes legen im Median rund 2.6 Kilometer zurück. Je nach Verfügbarkeit der Sharing-Optionen lassen sich, abhängig von der jeweiligen untersuchten Stadt, Unterschiede nachweisen: In Basel fallen die E-Trotтинett-Fahrten rund 15% länger aus als in Zürich. In Winterthur und Bern liegen die Strecken im schweizweiten Durchschnitt [37].

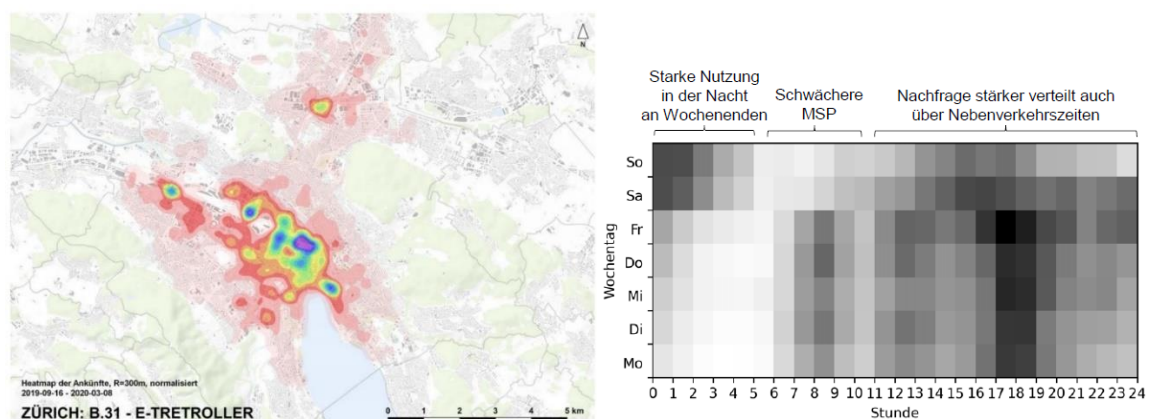


Abb. 10 Räumliche (links) und zeitliche (rechts) Verteilung der Fahrtziele bei E-Trotтинetten in Zürich [37].

Die räumliche Verteilung des Abstellens der geliehenen E-Trottinette ist in Abb. 10 dargestellt. In Zürich sind die Bahnhöfe, allen voran der Hauptbahnhof, aber auch Stadelhofen, Hardbrücke und Oerlikon die wichtigsten Fahrziele. Mit geteilten E-Trottinetten werden demnach fast ausschliesslich Destinationen der Innenstadt sowie rund um frequenzstarke ÖV-Haltestellen angefahren. Längere (Berg-)Fahrten sind kaum zu erkennen [37]. Auch Hrobjartsson [38] kommt zu dem Schluss, dass E-Trottinette im Free-Floating-Betrieb in Bahnhofsnähe in höherer Dichte auftreten. Betreffend Fahrzeit schneiden E-Trottinette im Vergleich zum ÖV und übrigen Sharing-Angeboten schlechter ab. Kostenbasiert sind sie lediglich auf äusserst kurzen Distanzen von Vorteil [38]. Für die Schweiz wurden die Wege mit privaten E-Trottinetten erstmals in der SVI-Studie 2016/004 «Neue Fortbewegungsmittel im Langsamverkehr» beschrieben. Dabei wurde 2017, noch vor dem Aufkommen von geteilten E-Trottinetten, eine Befragung durchgeführt. Rund zwei Drittel der 50 E-Trottinett-Besitzenden benutzen das Fahrzeug täglich oder fast täglich. Die übrigen Befragten gaben an, das E-Trottinett mehrmals pro Monat zu gebrauchen. Die zurückgelegte Tagesdistanz mit E-Trottinetten an einem typischen Nutzungstag betrug dabei mehrheitlich 3-5 km (ca. 30 %), 5-10 km (ca. 25 %) und ≥ 15 km (ca. 20 %). Es ist allerdings unklar, ob in der Schweiz mit privaten E-Trottinetten allgemein grössere Distanzen als mit geliehenen E-Trottinetten zurückgelegt werden. Bruxelles Mobilité [36] erzielte über eine Befragung von E-Trottinett-Nutzenden eine grössere Anzahl an Antworten zur Nutzung von privaten E-Trottinetten. Nahezu 200 Personen nutzten das eigene E-Trottinett täglich oder fast täglich (im Folgenden: häufig Nutzende), rund 70 Personen mindestens einmal pro Monat. Die häufig Nutzenden legten zu 71 % «oft» den Arbeitsweg mit dem privaten E-Trottinett zurück, mit geteilten E-Trottinetten entsprach dieser Anteil 49 %. Die Nutzungszeiten für Freizeitfahrten unterscheiden sich bei den jeweiligen häufig Nutzenden ebenfalls: Geteilte E-Trottinette werden häufiger (36 %), «oft» in der Nacht verwendet, private häufiger am Tag (28 %), «oft». Fahrten zu oder ausgehend von den Haltestellen des ÖVs erfolgen ähnlich häufig, nämlich zu 31 % («oft») mit privaten und zu 35 % («oft») mit geteilten E-Trottinetten [36].

2.4.3 Die Rolle des E-Trottinetts im Gesamtverkehr

Im Ausland liegen diverse Untersuchungen zu Verleihsystemen vor. Aus diesen wird ersichtlich, dass der mit der Einführung der Verleihsysteme erhoffte Beitrag zur Reduzierung des Autoverkehrs und zur sinnvollen Ergänzung des ÖVs noch nicht eintritt: Die ersten Evaluationsberichte zu E-Trottinett-Verleihsystemen aus Portland, San Francisco, Paris, Marseille und Lyon deuten an, dass vor allem Fuss- und Velowege aber auch ÖV- und Taxifahrten substituiert werden. Die Bedeutung von geliehenen E-Trottinetten als Autoersatz ist nicht eindeutig und wird beispielsweise für Städte in Frankreich mit 3 % beziffert [26].

Die San Francisco Municipal Transport Agency [39] evaluiert zur Halbzeit ihres zwölfmonatigen Pilotbetriebs die Nutzung und die Anforderungen an E-Trottinett-Verleihsysteme. Bezüglich Nutzungsgründe kommt die Evaluation zu folgendem Ergebnis:

- Als Gründe für die Substitution von Autofahrten (auch Taxifahrten) werden in erster Linie Komfort (ca. 80 %), Preis (ca. 50 %) und Geschwindigkeit (ca. 50 %) angegeben.
- Als Gründe für die Substitution von Fusswegestrecken, Velo- oder ÖV-Fahrten wurden Komfort (ca. 70 %), Geschwindigkeit (ca. 50 %) und Vergnügen (ca. 40 %) angegeben.

Die Nutzung der Mikromobilität in Abhängigkeit von Fahrdistanzen und Wochentagen wurde durch das Bundesamt für Strassen ASTRA untersucht [37]. Abb. 11 und 12 zeigen die in der Datenanalyse erfassten Verteilungen in Fahrdistanzen nach Betreibenden (Velo, E-Bike, schnelle E-Bikes und E-Trottinette) sowie die jeweiligen Medianwerte. Insgesamt wertete das ASTRA für die Datenanalyse Fahrten von rund 11'000 Fahrzeugen in Zürich, Bern, Basel, Winterthur, St. Gallen und Zug aus. 45 % davon sind E-Trottinett-Fahrten.

In Deutschland gibt es bislang keine vergleichbaren empirischen Erhebungen. Zumindest was die Wegelänge betrifft, zeichnet sich nach ersten Erkenntnissen einiger Anbietenden ab, dass die geteilten E-Trottinette in der Regel für Wege zwischen 1.5 und 2.5 km genutzt werden. Trotz der eingeschränkten Übertragbarkeit der internationalen Untersuchungsergebnisse muss auch in Deutschland mit einer Verlagerung von Wegen aus dem Umweltverbund gerechnet werden [26: 12].

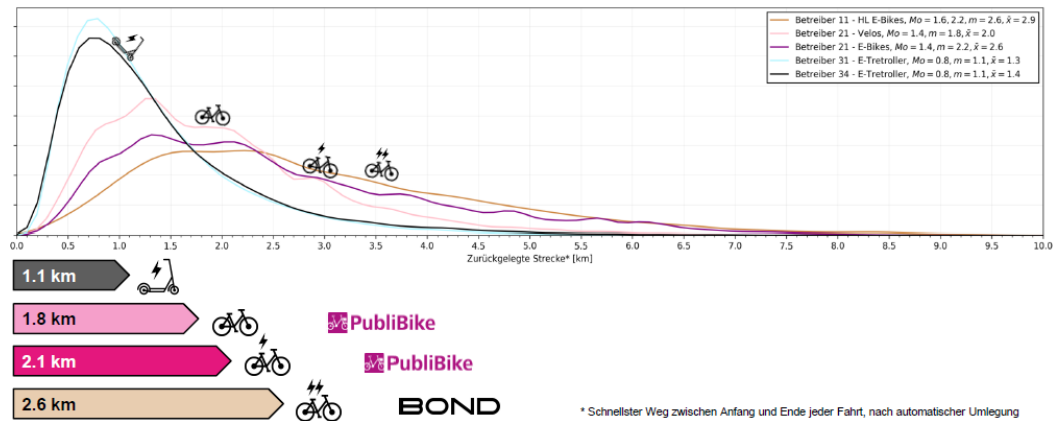


Abb. 11 Gefahrene Strecken und Mediandistanzen der verschiedenen geteilten Formen der Mikromobilität [37: 13].

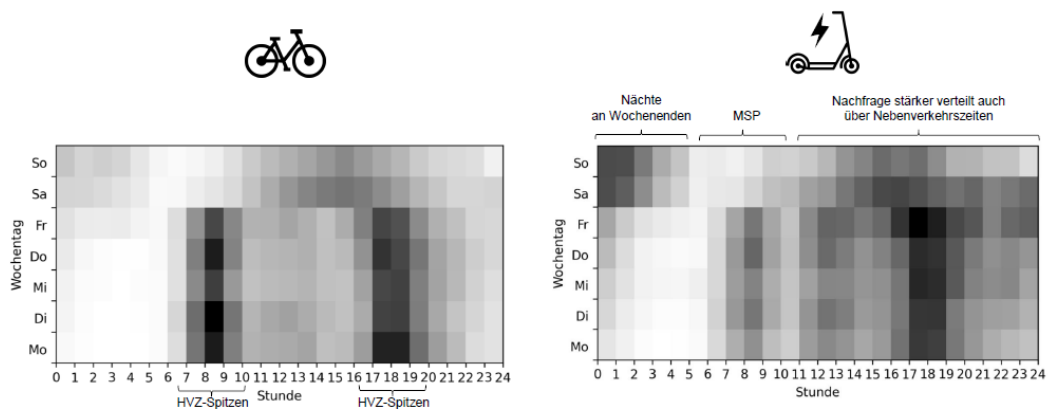


Abb. 12 Tagesganglinien von geteilten E-Trottinetten und Velos [37: 14].

Fraglich ist, ob sich Anteile aus dem Umweltverbund auch mittel- und langfristig in Richtung der geteilten E-Trottinett-Angebote verschieben oder die internationalen Untersuchungen nur kurzfristige Effekte aufzeigen. Die E-Trottinette sind in Deutschland mit einem Euro Aktivierungsgebühr und 15 bis 25 Cent pro genutzte Minute im Vergleich zum ÖPNV und Bikesharing – mindestens bei mittleren und grösseren Distanzen – oft deutlich teurer. Preislich konkurrieren sie somit eher mit E-Motorrollern beziehungsweise Carsharing oder dem Taxi (vgl. Abb. 13).

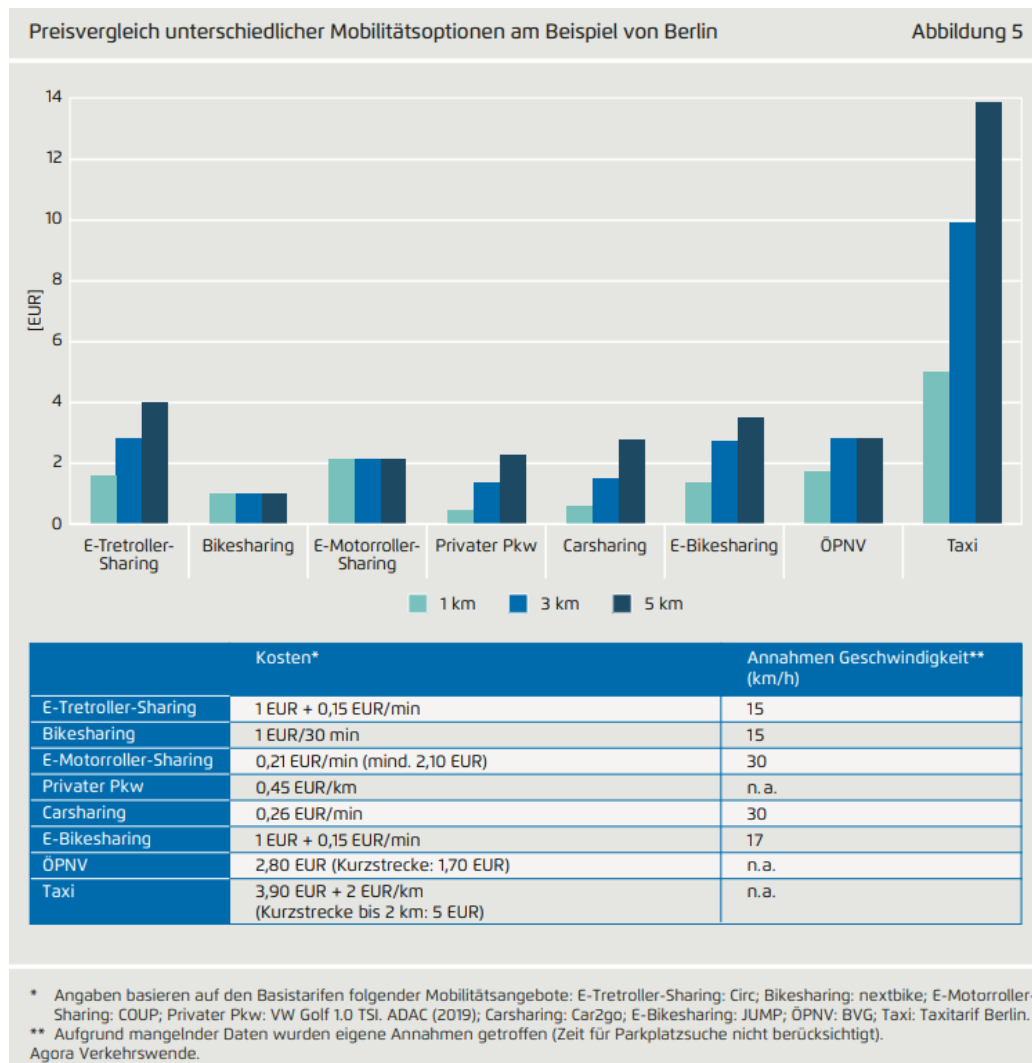


Abb. 13 Preisvergleich unterschiedlicher Mobilitätsoptionen am Beispiel von Berlin [26: 12].

E-Trottinette wird nicht nur ein grosses Potenzial zur Verlagerung von kurzen Pkw-Wegen, sondern ebenso zur Stärkung des ÖVs zugesprochen – insbesondere als Mobilitätsoption auf der ersten und letzten Meile. Fraglich ist jedoch, ob sich dieses Potenzial auch mit stationslosen E-Trottinetten ausschöpfen lässt. Die internationalen Erfahrungen zeichnen diesbezüglich bisher kein eindeutiges Bild. Während in Frankreich 15 % der befragten E-Trottinette-Nutzenden ihre letzte Fahrt in Verbindung mit dem ÖV vollzogen haben, wurden die E-Trottinette in Portland nur von knapp 12 % der befragten Personen regelmässig intermodal mit dem ÖV genutzt (mindestens einmal wöchentlich). Deutlich anders sieht es in San Francisco aus. Dort haben 34 % der Befragten angegeben, dass sie den letzten Teil des Weges mit einem E-Trottinett in Verbindung mit dem ÖV zurückgelegt haben. 28 % hätten den ÖV ohne die Verfügbarkeit eines E-Trottinetts für die erste und letzte Meile gar nicht genutzt [26].

Insbesondere aufgrund der Aktivierungsgebühr in Höhe von derzeit einem Euro, die bei jeder Buchung zu entrichten ist und vor allem bei kürzeren Strecken stark ins Gewicht fällt, ist es unwahrscheinlich, dass die E-Trottinette regelmässig als Mobilitätsoption für die erste und letzte Meile genutzt werden. Die Sharing-Unternehmen stehen damit vor der Herausforderung Kooperationsmodelle mit ÖV-Unternehmen zu entwickeln oder Tarifoptionen wie etwa Abonnement-Modelle oder Minutenpakete einzuführen, die einen Anreiz zur intermodalen Nutzung der E-Trottinette bieten [26]. Je komfortabler die E-Trottinette in den ÖV integriert werden, desto häufiger besteht die Chance, dass ÖV-Nutzende diese auf der ersten und letzten Meile einsetzen. Dazu zählen insbesondere auch die digitalen Produkte der ÖV-Unternehmen, wie etwa Navigations-Apps und Buchungsplattformen [26].

Die befragten Fachpersonen sehen folgende Möglichkeiten, um das E-Trottinette in nachfrageschwachen Gebieten auf der letzten Meile zu etablieren:

- Erkennbare Hubs an ÖV-(End-)Haltestellen einrichten (gemeinsam mit B+R).
- Mittels Auflagen an Betreibenden könnten E-Trottinette auch an Orten mit «schlechter» ÖV-Erschliessung angeboten werden. Eventuell könnten in einem ersten Schritt Testangebote eingeführt werden (vgl. z.B. Pilotversuch von TIER in Riehen).
- In nachfrageschwachen Gebieten kommt zusätzlich dem privaten E-Trottinette eine wichtige Rolle zu. Der zentrale Aspekt ist eine sichere Parkierung (Diebstahlschutz, Vandalismus).
- Die Erschliessung von kleineren Gemeinden oder nachfrageschwachen Randgebieten in Städten bräuchte ein klares Konzept und eine Anschubfinanzierung durch Gemeinden. Stationsbasierte Systeme brauchen eine hohe Dichte an Abstellmöglichkeiten und Nutzenden, die in Randlagen nicht vorgefunden werden.

2.4.4 Zielgruppen

Verschiedene Gruppentypen der E-Trottinett-Nutzenden wurden anhand diverser umfragebasierter Arbeiten [40; 36] erörtert. Dabei zeigt sich, dass E-Trottinett-Nutzende mit überwiegender Mehrheit jung und männlich sind. Die Berufsgruppe der Angestellten und Personen mit Hochschulabschluss sind ebenfalls überrepräsentiert. Weiter zeigt sich, dass Besitzende von E-Trottinetten oder E-Bikes häufig geteilte E-Bikes und E-Trottinette nutzen und Besitzende von einem landesweiten ÖV-Abonnement eher geteilte Mikromobilität in Anspruch nehmen. Rund die Hälfte der Nutzenden von geteilten E-Trottinetten sind Gelegenheitsnutzende. Reck et al. [40] stellen zudem fest, dass der Preis für die Wahl des gemeinsam genutzten E-Trottinetts weniger wichtig ist als bei anderen Verkehrsmitteln.

Die Energieforschung der Stadt Zürich teilt die diversen Nutzungstypen verschiedener Sharing-Angebote (E-Trottinett, E-Bike, Velo) schematisch wie folgt ein [29]:

- Arbeitsbienen nutzen die Fahrzeuge in erster Linie tagsüber an Werktagen für Arbeits- oder berufliche Wege.
- Tagfalter nutzen die Fahrzeuge vor allem für Freizeitfahrten am Tag und teilweise abends, sowohl an Werktagen als auch an Wochenenden.
- Nachtschwärmende nutzen die Fahrzeuge hauptsächlich für den Ausgang in den Wochenend-Nächten (Fr/Sa/So).
- Allrounder nutzen die Sharing-Fahrzeuge für alle Zwecke gleichermassen.

Die Verfassenden stellen fest, dass das E-Trottinette häufig von «Allroundern» und dafür weniger häufig von «Tagfaltern» im Vergleich zu E-Bike- und Velo-Nutzenden verwendet werden. «Nachtschwärmende» sind erwartungsgemäss die grösste Gruppe bei den E-Trottinett-Nutzenden.

Bezzola [32] zeigt in seiner explorativ angelegten Masterarbeit einen Querschnitt über die Problemlagen der E-Trottinett-Benutzung im öffentlichen Raum der Stadt Zürich. Dazu wurden Nutzende, Nicht-Nutzende, Planungsfachpersonen sowie Verbände befragt. Hinsichtlich der Nutzungsmotive erkennt Bezzola [32: 95] eine «Art des Seins»: Es wird beschrieben, dass «die Nutzenden, also Personen, die sich von A nach B bewegen, gerne auf dem E-Scootern fahren. Aus den Interviews ist zu entnehmen, dass die Nutzenden beim Fahren tatsächlich vor allem Spass empfinden (Kapitel 4.6.4) oder sich das Fahren gut anfühlt (...) bzw. angenehm ist (...). Dass die Nutzenden mit ihrer Art des Seins oder des Fahrens in die Stadt hineinpassen und dass sie von anderen Gesellschaftsmitgliedern akzeptiert werden, wird durch die Interviewten und Tuncer et al. (2020) S. 31 teils bestätigt und teils abgelehnt» (vergleiche Kapitel 4.6.1).

Die befragten Fachpersonen identifizieren folgende Zielgruppen, die potenziell E-Trottinette verwenden könnten:

- Nutzende heute: 80 % der E-Trottinett-Nutzenden sind männlich und jung.
- Zielgruppe geteilte E-Trottinette Nutzende: Personenfahrten, die vergleichsweise kurz sind und regelmässig ohne Gepäck zurückgelegt werden. TIER schätzt, dass ca. 50 % der Autofahrten (< 5 km) mit einem E-Trottinett ersetzt werden könnten. Ziel ist es, den Anteil an weiblichen Nutzerinnen zu erhöhen.
- Das Sicherheitsempfinden ist ausschlaggebend dafür, wer E-Trottinette nutzt. E-Trottinett-Fahrende brauchen beispielsweise auf einer stark MIV-orientierten Infrastruktur mehr Mut (Risikobereitschaft) als Velofahrende. Verbesserungen am Fahrzeug (z.B. Stabilität) und an der Veloinfrastruktur (durch z.B. abgetrennte Velowege) bewirken, dass der Nutzerkreis (z.B. mehr Frauen und mehr ältere Personen) grösser wird.

- Das aktuelle Veloverkehrsgeschehen ist von rund 10 % der Bevölkerung «risikobereite Velofahrende» geprägt. Um die politischen Ziele zu erreichen, müssen weitere Zielgruppen (Frauen und Kinder, andere Altersklassen) erreicht werden.
- Da Autofahrende im Auto ein grosses Sicherheitsempfinden aufweisen, wird es schwierig sein, diese Gruppe zum Umsteigen auf E-Trottinette (oder auch auf das Velo) zu bewegen.

2.5 Zwischenfazit Forschungsstand

Aus der Literaturanalyse lassen sich pro Unterthema offenen Fragen für die weiteren empirischen Erhebungen, d.h. die Fachgespräche, Umfragen, Fahrversuche und Modellanwendung, festhalten. Diese sind für jede Forschungsfrage in Tab. 6 aufgelistet.

Tab. 6 Offene Fragen aufgrund des Forschungsstands und der Fachgespräche

Forschungsfragen	Offene Fragen
Welche elektrischen Kleinstfahrzeuge sind im Verkehrsraum in Zukunft denkbar? (auch im Hinblick auf die Nachhaltigkeitsziele)	• Welche Zielgruppen können (oder werden?) mit E-Trotтинетten angesprochen werden? • Welche Massnahmen dämmen das Fehlverhalten von E-Trotтинетте-Nutzenden ein? • Welche Rolle spielt das E-Trotтинетт heute im Gesamtverkehrssystem? Welche Rolle wird das E-Trotтинетт künftig übernehmen? • Wie kann das E-Trotтинетт einen Beitrag zur Reduktion von Autofahrten leisten? Oder: Welchen Beitrag kann das E-Trotтинетт zur Mobilitätswende leisten? • Wie kann das E-Trotтинетт in nachfrageschwachen Gebieten auf der letzten Meile etabliert werden? • Welches sind die wichtigsten Einflussgrössen auf die Lebensdauer von E-Trotтинетten? • Wer betreibt den Vandalismus an geteilten E-Trotтинетten? • Wie hoch sind die Emissionen in der Herstellung von E-Trotтинетten? • Welche Strategien verfolgen Anbietende von E-Trotтинетten, um die Betriebsemissionen zu senken? • Welche weiteren Entwicklungen sind bei elektrischen Trendfahrzeugen zu erwarten?
Welche Wege werden mit E-Trotтинетten zurückgelegt?	• Erhöhen weiterführende Anforderungen an die Veloinfrastruktur die Nutzungsqualität für E-Trotтинетте? • Wie geeignet sind Freizeitrouten des Veloverkehrs für die Verwendung von E-Trotтинетten? • Wozu werden private E-Trotтинетте genutzt? • Wozu werden geliehene E-Trotтинетте genutzt?
Wo werden welche Flächen für die Parkierung von E-Trotтинетте benötigt?	• Welches Zusammenspiel mit Anforderungen an die Infrastruktur resp. an Aufgaben bei den Städten (z. B. E-Lademöglichkeiten oder Batterieschrank bei Parkieranlagen) sollte dabei bestehen? • Wie und an welchen Orten werden geteilte und private E-Trotтинетте abgestellt? • Welche Abstellanlagen unterstützen das Parkieren von privaten und geteilten E-Trotтинетten? • Sind Velostationen für das Abstellen von E-Trotтинетте geeignet?
Wie interagieren E-Trotтинетте auf den heutigen Verkehrsflächen mit anderen Verkehrsteilnehmenden und was sind die Folgen für die Verkehrssicherheit?	• Wie entwickeln sich Kollisionen und Selbstunfälle von E-Trotтинетten, wenn diese auf separaten und räumlich getrennten Radwegen anstatt auf Mischverkehrsflächen (auch Radstreifen) mit dem MIV verkehren? • Wie wirken sich höhere Sicherheitsanforderungen an E-Trotтинетten auf den Anbieterkreis von geteilten E-Trotтинетten aus? • Wie wirken sich höhere Sicherheitsanforderungen an E-Trotтинетten für die Nutzenden von E-Trotтинетten bei geteilten und privaten E-Trotтинетten auf den Nutzenkreis aus? • Welche Unterschiede sind ihnen in Bezug auf die Sicherheit bei der privaten und geteilten Verwendung von E-Trotтинетten bekannt? • Wie sicher ist das Fahren mit Trotтинетten (Unfallzahlen/Interviews/Fahrversuche)? • Wo fühlen sich E-Trotтинеттнutzende sicher?
Welche Anforderungen stellen E-Trotтинетте an die Netzplanung?	• Welches Zusammenspiel mit Anforderungen an die Infrastruktur resp. an Aufgaben bei den Städten (z. B. E-Lademöglichkeiten oder Batterieschrank bei Parkieranlagen) sollte dabei bestehen?
Welche Anforderungen stellen E-Trotтинетте an die Infrastruktur?	• Wie sollten zukünftige Verkehrsräume gestaltet werden aus Sicht des E-Trotтинеттс? • Auf welchen Verkehrsflächen sollten E-Trotтинетте verkehren, damit die Verkehrssicherheit maximal ist? • Welche Verkehrsflächen machen das Trotтинеттфahren sicher? • Haben E-Trotтинетте in Bezug auf Abbiege- und Überholvorgänge dieselben Ansprüche an die Infrastruktur wie Velos?

3 Umfrage zur Nutzung von E-Trotтинetten

Bei einer Umfrage mit E-Trotтинett-Besitzenden bzw. Nutzenden von Sharing-Systemen wurden Erfahrungen in Bezug auf den gemeinsam genutztem Verkehrsraum und Einschätzungen zum Potenzial von E-Trotтинetten ermittelt, um mögliche Verlagerungspotentiale abschätzen zu können.

3.1 Fragebogenstruktur

Mit Hilfe eines Fragebogens wurden die Interaktionsmuster von E-Trotтинetten mit verschiedenen Verkehrsteilnehmenden sowie dabei entstehende Konflikte erfasst. Bildbewertungen von Interaktionen im Verkehrsraum lieferten beispielsweise Hinweise auf das Sicherheitsempfinden und Anforderungen an die zukünftigen Infrastrukturen. Abgefragt wurden zusätzlich Präferenzen, wie die Qualität der vorhandenen Veloinfrastruktur, Fahrzeit und Vermeidung der Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmenden, um die Auswahl der Wege nachvollziehen zu können. Erfasst wurden zudem die örtliche und zeitliche Verfügbarkeit von E-Trotтинetten. Schliesslich wurden mögliche Verlagerungspotentiale vom MIV hin zu anderen Verkehrsträgern und die Rolle der E-Trotтинette ermittelt. Diesbezüglich thematisierte der Fragebogen mögliche Mitnahmeeffekte von privaten E-Trotтинetten im ÖV. Nachfolgende Abb. 14 zeigt die einzelnen Blöcke des Fragebogens und den jeweiligen Bezug zu weiteren Arbeitspaketen.

E-Trottinett-Nutzende	Übrige Verkehrsteilnehmende
Einsatzzweck E-FäG und Wegpräferenzen (AP4, AP6)	Potenziale E-Trottinette (AP4)
Nutzungsdauer von eigenen E-Trottinetten und Lebensdauer des Akkus (AP4)	
Örtliche und zeitliche Anforderungen an die Verfügbarkeit geteilter E-Trottinette (AP6)	
Konflikte bei der gemeinsamen rollenden Nutzung (AP6)	
Interaktion E-Trottinette und Velos auf der Veloinfrastruktur (AP6)	
Interaktion E-Trottinette und andere Verkehrsteilnehmende (Bus, Tram, Auto, Motorrad) (AP6)	

Abb. 14 Aufbau der Onlineumfrage mit Frageblöcken für E-Trotтинett-Nutzende und übrige Verkehrsteilnehmende.

3.2 Beschreibung der Stichprobe

Wie in Tab. 7 ersichtlich, konnte für jede Zielgruppe das in der Projektofferte angestrebte Minimum an Befragten überschritten werden, wobei deutlich mehr Nutzende von geteilten E-Trotтинetten an der Umfrage teilnahmen.

Tab. 7 Anzahl Antworten pro Zielgruppe				
	D-CH	F-CH	Total	Offeriertes Minimum
E-Trotтинette nur Sharing	699	17	716	Zusammen 200
E-Trotтинette privat (inkl. teilweise Sharing)	155	28	183	
Übrige Verkehrsteilnehmende	926	308	1234	300
Rückmeldungen Total	1780	353	2133 (davon 1783 Vollständige)	500

Die Umfrage wurde über verschiedene Kanäle verbreitet. In Tab. 8 sind die Rückläufe in Kombination mit den jeweiligen Verteilkanälen ersichtlich. Durch die Anfrage via E-Trottinett-Anbietende (Verleih, Geschäft) konnte die Zielgruppe der E-Trottinett-Nutzenden direkt erreicht werden. So wurde eine hohe Stichprobengrösse dieser wichtigen Zielgruppe generiert und eine aussagekräftige Auswertung sichergestellt.

Tab. 8 Rücklauf pro Verteilkanal

Verteilkanal	Anzahl Antworten	Antworten in %
E-Trottinett-Verleihe	893	41.8
E-Trotti-Läden, Reparaturstellen, Micro (Hersteller)	25	1.2
Facebook-Gruppen, Online-Foren	36	1.7
Flyer zum Verteilen	61	2.9
SVI	99	4.6
Pro Velo, Fussverkehr	135	6.3
VCS, TCS	686	32.2
Mobilservice-Newsletter	27	1.3
Studierende Verkehrsplanung, Intranet OST, IRAP-Newsletter, LinkedIn	171	8.0
Gesamt	2133	100.0

Der Fokus auf die E-Trottinett-Nutzenden führte jedoch vermutlich zur Verzerrung der Stichprobe bezüglich Repräsentativität der Gesamtbevölkerung. Daher ist ein Vergleich der soziodemographischen Zusammensetzung der Umfrage mit den Werten des Mikrozensus «Mobilität und Verkehr» aus dem Jahr 2015 unabdingbar (vgl. Abb. 15 bis 18). Die Vermutung der fehlenden Repräsentativität der Schweizer Bevölkerung wurde dadurch bestätigt. Insbesondere die Geschlechterverhältnisse ist sehr ungleich verteilt, was sich vor allem mit der direkten Ansprache der E-Trottinett-Nutzenden erklären lässt. Weiter sind verhältnismässig zu viele Personen mit tertiärem Bildungsabschluss und hohem Einkommen Bestandteil der Stichprobe. Italienischsprachige Personen sind hingegen nicht vertreten, da die Umfrage nicht auf Italienisch übersetzt wurde.

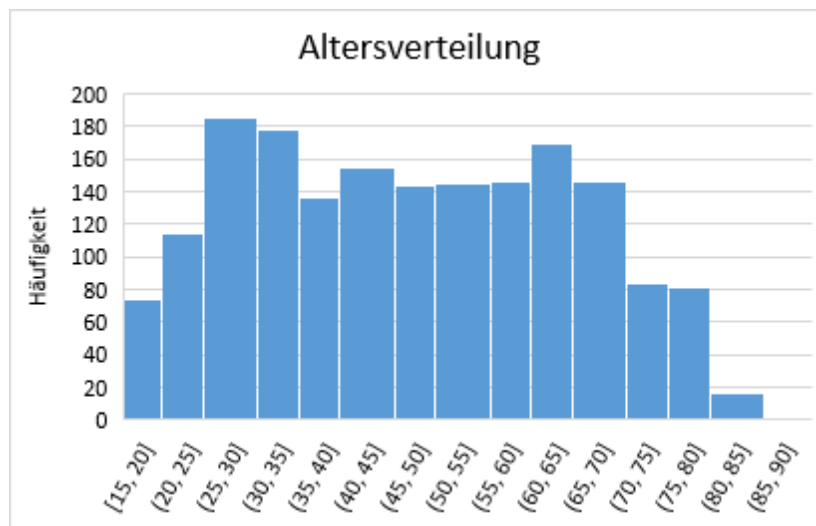


Abb. 15 Altersverteilung der Umfragestichprobe.

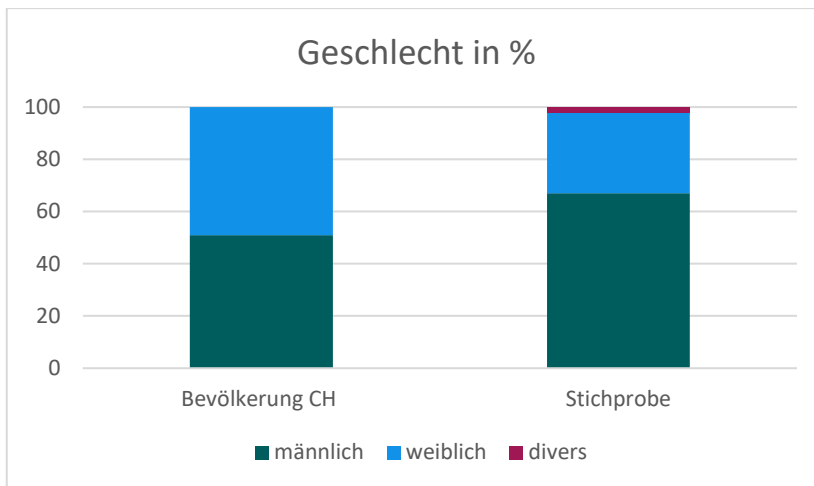


Abb. 16 Geschlechterverteilung der Stichprobe im Vergleich mit der Schweizer Bevölkerung.

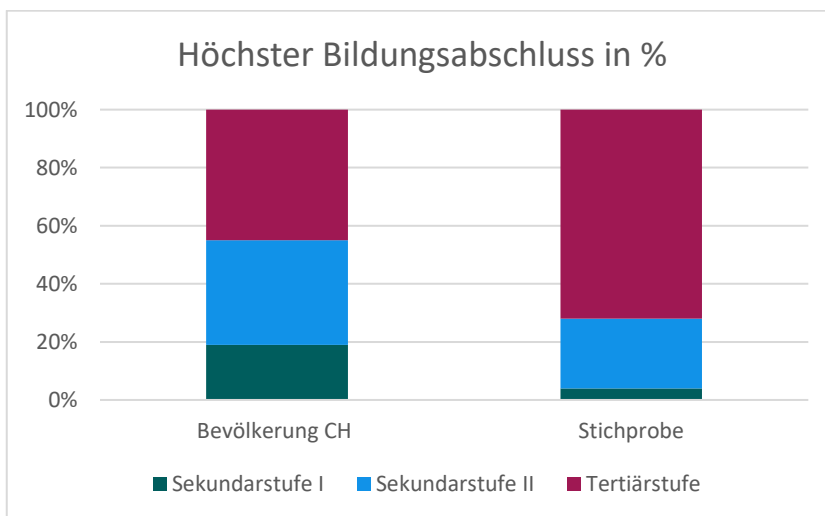


Abb. 17 Höchster Bildungsabschluss der Stichprobe im Vergleich mit der Schweizer Bevölkerung.

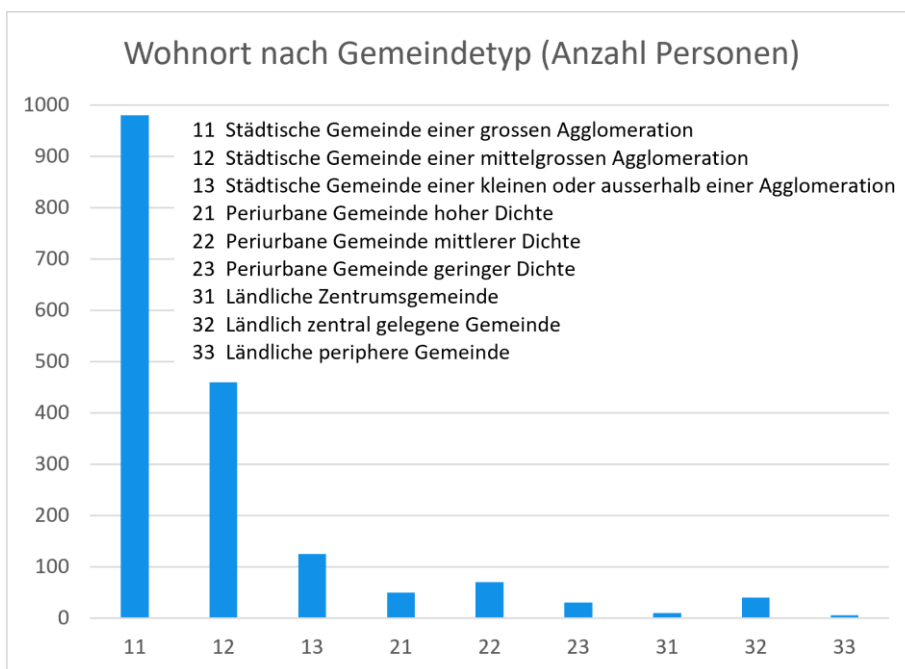


Abb. 18 Wohnorte der befragten Personen, eingeteilt in die Gemeindetypologie 2012 des BFS.

3.3 Soziodemographie der einzelnen Nutzungsgruppen

Bei den soziodemographischen Merkmalen zeigen sich für einzelne Variablen deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Nutzungsgruppen. E-Trottinett-Nutzende sind mehrheitlich männlich und 20 bis 50 Jahre alt. Bei den Nicht-Nutzenden ist die Geschlechterverteilung ausgeglichener und der Altersdurchschnitt mit 54 Jahren deutlich höher (vgl. Abb. 19, 20). Die Mehrheit dieser Personen hat einen tertiären Abschluss, während das Bildungsniveau bei den E-Trottinett-Nutzenden ausgeglichener ist. Dies ist jedoch in Abhängigkeit vom Alter der Personen zu interpretieren: Jüngere Personen haben gegebenenfalls noch keinen tertiären Abschluss. Das Bestätigt sich dadurch, dass der Anteil der Personen in Ausbildung bei den Gruppen der Nutzenden höher ist als bei den Nicht-Nutzenden. Die Personen, die ein privates E-Trottinett besitzen, heben sich beim Bildungsabschluss jedoch von den anderen Nutzenden ab. So ist die Berufslehre der häufigste Abschluss dieser (vgl. Abb. 21).

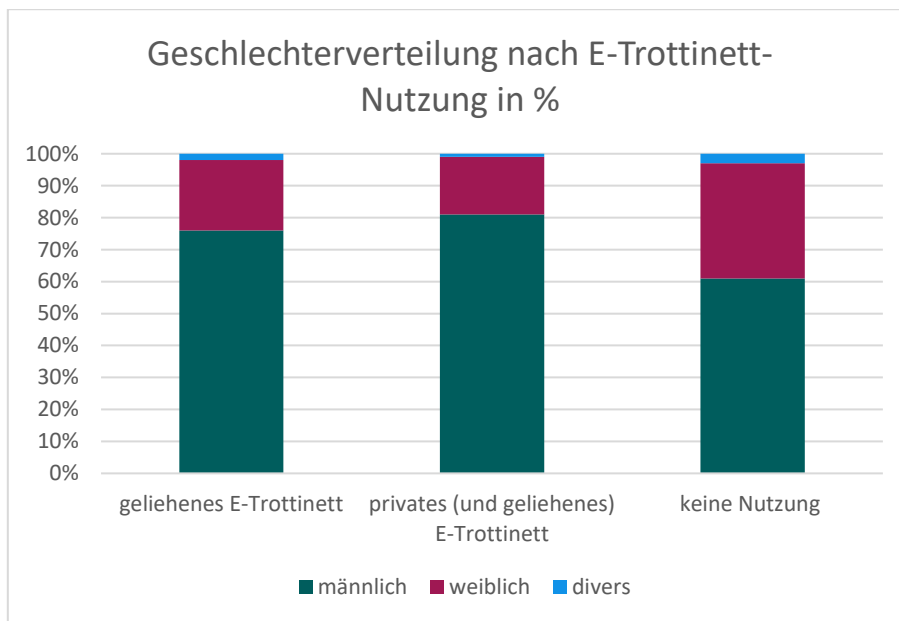


Abb. 19 Geschlechterverteilung pro E-Trottinett-Nutzungsgruppe (je Gruppe 100%).

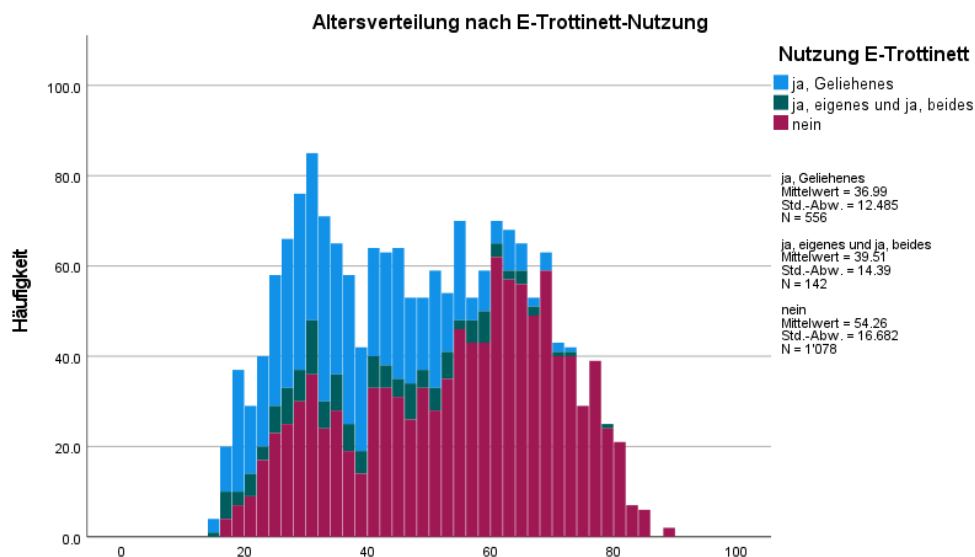


Abb. 20 Histogramm (Häufigkeit, absolute Zahlen) der Altersverteilung, aufgeteilt nach E-Trottinett-Nutzungsgruppen.

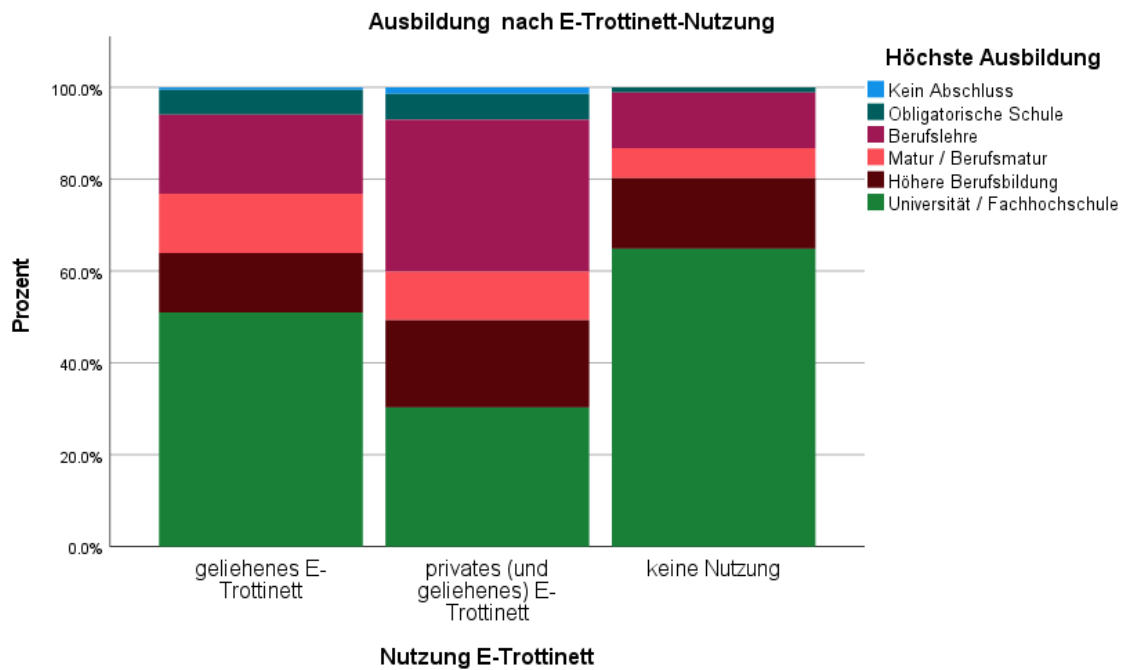


Abb. 21 Höchste Ausbildung pro E-Trottinett-Nutzungsgruppe (je Nutzungsgruppe 100%).

Bei der Aufteilung der Gruppe der Nicht-Nutzenden nach Geschlecht und Alter zeigt sich, dass diejenigen, die sich eine Nutzung vorstellen können, ähnliche soziodemografische Merkmale aufweisen wie E-Trottinett-Nutzende. Die Gruppe der Personen, die sich eine Nutzung des Fahrzeugs nicht vorstellen können, weicht mit einer anderen sozialen Zusammensetzung ab (vgl. Abb. 22, 23).

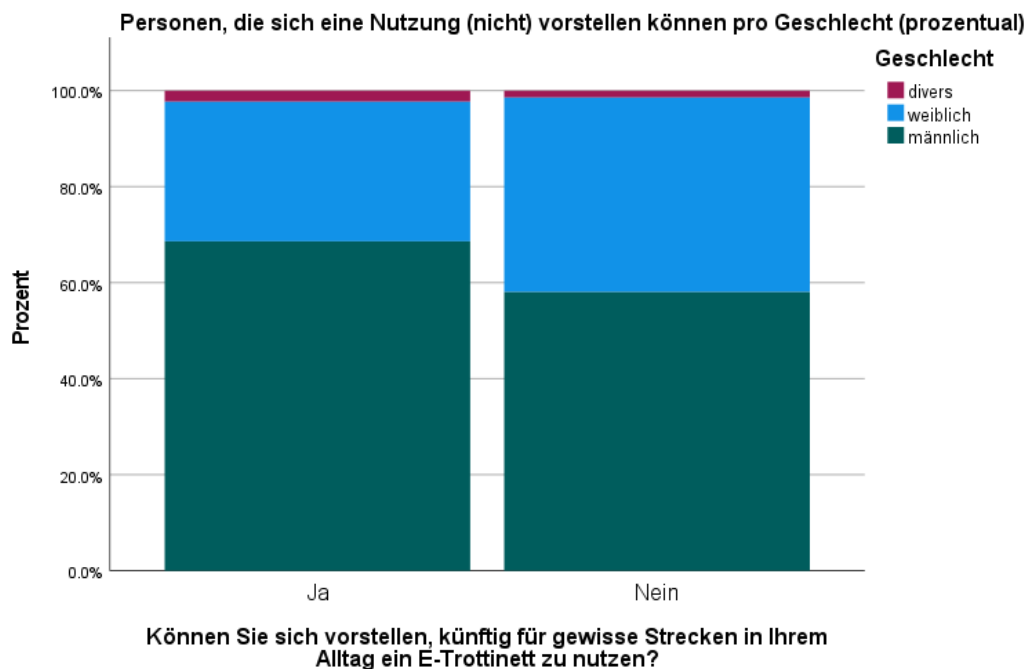


Abb. 22 Anteil des jeweiligen Geschlechts, der sich eine Nutzung vorstellen bzw. nicht vorstellen kann.

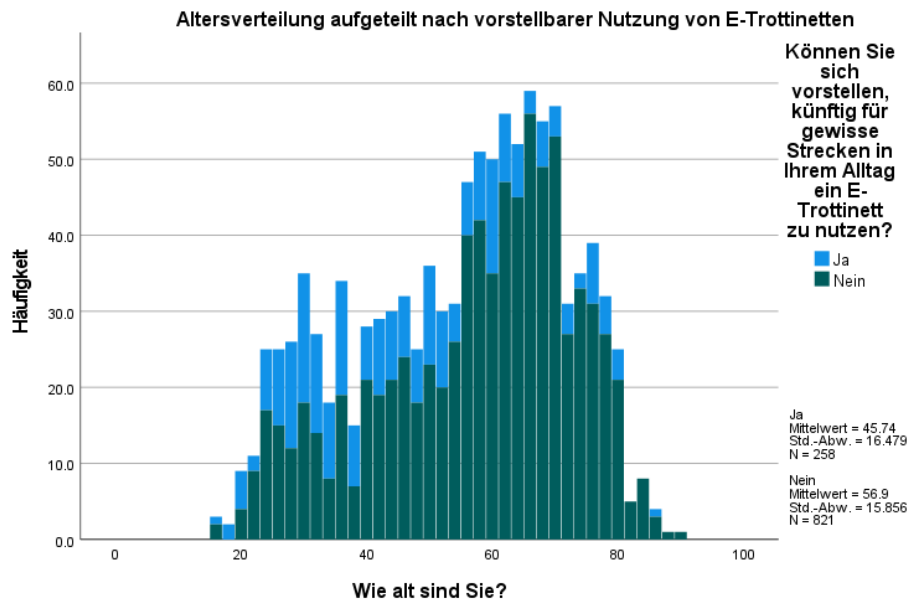


Abb. 23 Histogramm (absolute Häufigkeiten) der Altersverteilung, unterteilt in Personen, die sich eine Nutzung des E-Trottinetts vorstellen und nicht vorstellen können.

Bezüglich des Wohnorts zeigt sich, dass ein Grossteil der Befragten in städtischen Gemeinden lebt. Nutzende von geliehenen E-Trottinetten wohnen mehrheitlich in Kernstädten von grossen und mittelgrossen Agglomerationen, während sich E-Trottinett-Besitzende sowie Nicht-Nutzende weiter ausserhalb der Kernstädte aufhalten. Da insgesamt Personen aus städtischen Regionen sehr häufig in der Umfrage vertreten waren, kann bezüglich Verteilung von privaten E-Trottinetten in ländlicheren Gebieten keine verlässliche Aussage gemacht werden. Für die Sharing-E-Trottinette hingegen sind die Daten aussagekräftiger, da diese Gruppe direkt über die Sharing-Anbietenden erreicht wurde (vgl. Abb. 24).

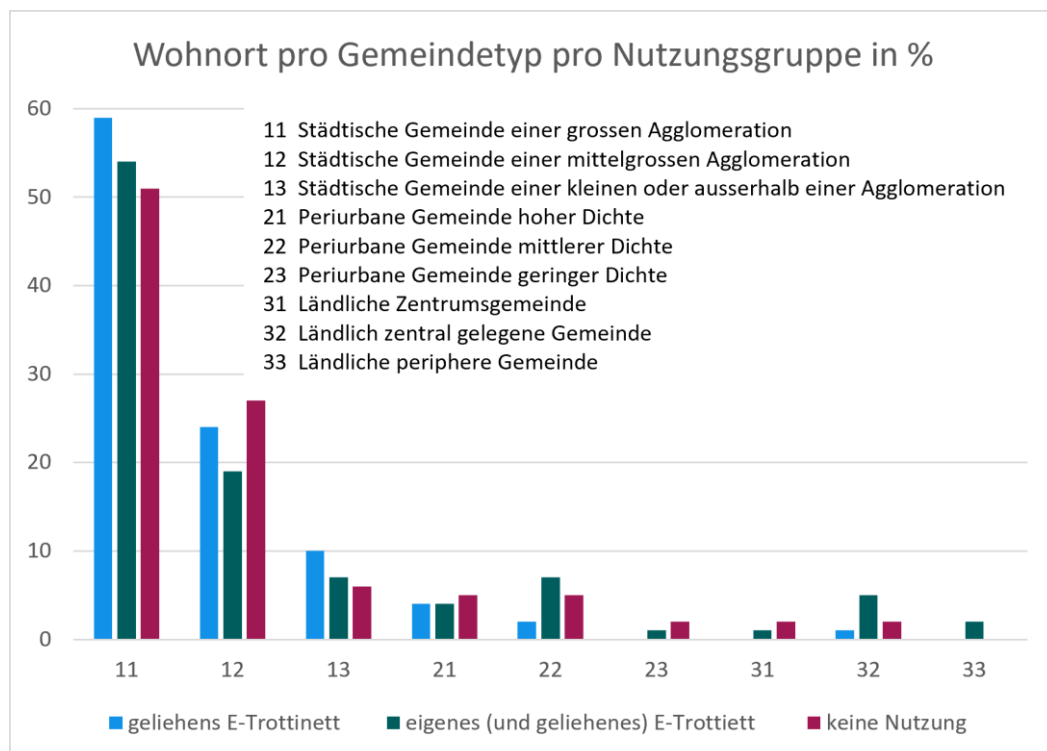


Abb. 24 Wohnort nach Gemeindetypologie 2012 des BFS pro E-Trottinett-Nutzungsgruppe (100% pro Nutzungsgruppe).

3.4 Verkehrsmittelnutzung der einzelnen Nutzungsgruppen

Die jeweiligen Wohnorte der Befragten verfügen nahezu alle über eine sehr gute ÖV-Anbindung, was durch die überwiegend angegebenen städtischen Postleitzahlen bestätigt wird. Dennoch zeigt sich ein leichter Unterschied zwischen den Nutzergruppen: Die Personen, die ein geliehenes E-Trottinett verwenden, erreichen die nächste Haltestelle des ÖVs durchschnittlich am schnellsten, während E-Trottinett-Besitzende durchschnittlich längere Wegedistanzen zur nächsten Haltestelle zurücklegen müssen (vgl. Abb. 25). Daraus lässt sich schliessen, dass Personen hauptsächlich Sharing-E-Trottinette nutzen, wenn sie in städtischen Gebieten mit einem entsprechenden Angebot wohnen. Der übrige Anteil der Befragten könnte für bspw. den Arbeitsweg vom Bahnhof zum Arbeitsort im städtischen Zentrum ebenfalls ein geliehenes E-Trottinett nutzen. Das ist meistens jedoch nicht der Fall. Dies bestätigt auch die Frage nach der Kombination von geliehenen E-Trottinetten mit dem ÖV. Die Mehrheit der Befragten nutzt die E-Trottinette sowohl für den Weg vom Wohnort zum Bahnhof als auch vom Bahnhof zum Arbeitsort. Zudem werden die geliehenen E-Trottinette stärker als Verkehrsmittel zu verschiedenen Freizeitaktivitäten als für den Arbeitsweg genutzt und sehr häufig spontan während verschiedenster Tageszeiten sowie für nächtliche Fahrten als Ersatz für den ÖV eingesetzt. Solche Nutzungen setzen einen Wohnort innerhalb des Abdeckungsradius der Sharing-Angebote voraus.

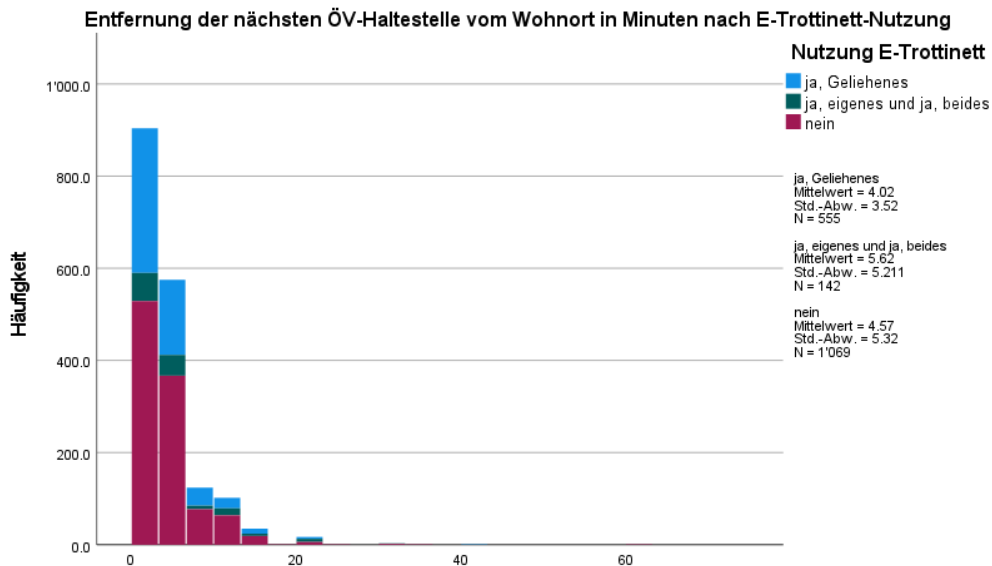


Abb. 25 Histogramm (absolute Häufigkeit) der Entfernung der nächsten ÖV-Haltestelle vom Wohnort in Minuten, aufgeteilt nach E-Trottinett-Nutzungsgruppe.

Bezüglich der Verkehrsmittelnutzung und der Abonnemente für den ÖV ist ein signifikanter Unterschied zwischen den E-Trottinett-Besitzenden und den übrigen Gruppen feststellbar (vgl. Abb. 26, 27). Die E-Trottinett-Besitzenden haben seltener ein ÖV-Abonnement abgeschlossen oder sind im Besitz eines Führerausweises. Auch verfügen sie, abgesehen von privaten E-Trottinetten, weniger häufig über andere Verkehrsmittel. Insbesondere der Besitz eines privaten Velos ist bei dieser Gruppe meistens nicht gegeben. Insgesamt zeigt sich, dass den E-Trottinett-Besitzenden eine weniger grosse Diversität an Verkehrsmitteln zur Verfügung steht, sodass sie dementsprechend verstärkt einzelne Verkehrsmittel gebrauchen. Auffällig ist, dass diese Gruppe seltener zu Fuss unterwegs ist und auch Velos weniger häufig benutzt. Insgesamt sind alle Befragten jedoch mehrheitlich mindestens einmal täglich zu Fuss unterwegs. Zu Fuss gehen ist somit die Fortbewegungsform, die am häufigsten vorkommt, gefolgt vom ÖV. Doch auch beim ÖV zeigt sich ein leichter Unterschied zwischen den Gruppen. Die Personen, die geliehene E-Trottinette nutzt, verwendet ihn am häufigsten. Daraus lässt sich schliessen, dass geliehene E-Trottinette meistens in Kombination mit dem ÖV (71.6%) genutzt werden.

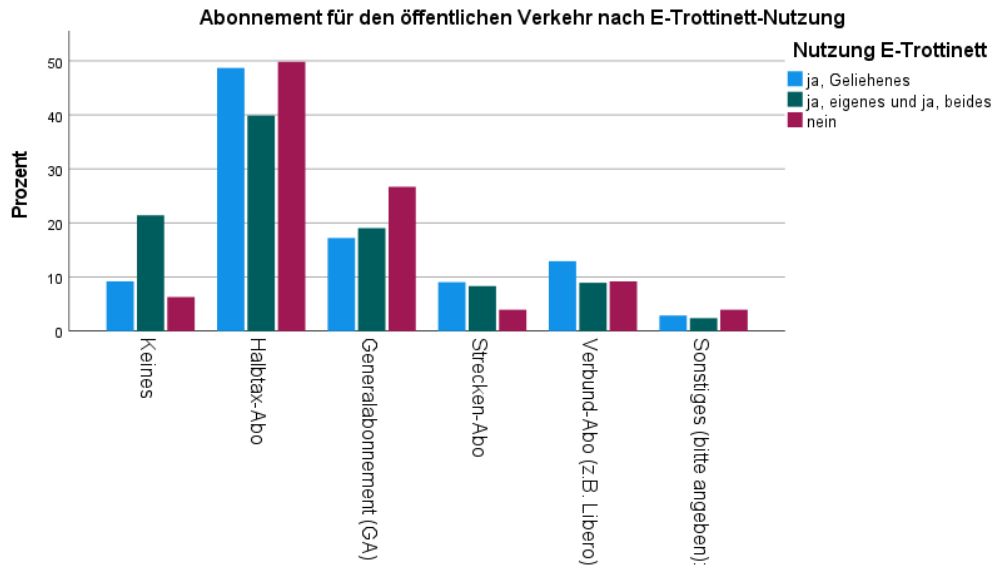


Abb. 26 Besitz eines ÖV-Abonnements, aufgeteilt in E-Trottinett-Nutzungsgruppen (gemessen an 100% der Nutzungsgruppe pro ÖV-Abonnement). Mehrfachantworten waren möglich.

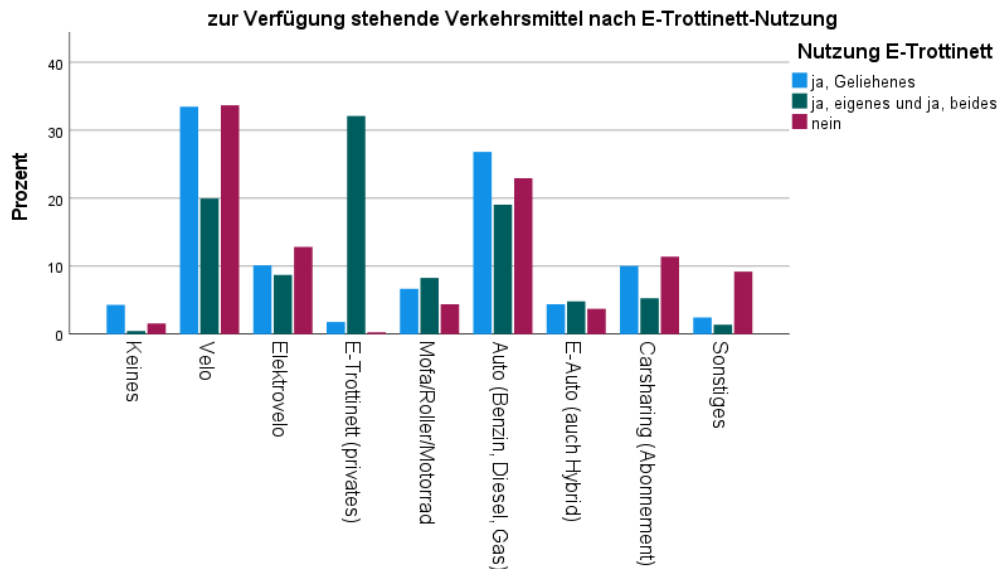


Abb. 27 Verfügbarkeit verschiedener Verkehrsmittel, aufgeteilt in E-Trottinett-Nutzungsgruppen (gemessen an 100% der Nutzungsgruppe pro Verkehrsmittel, Mehrfachantworten waren möglich).

Die markantesten Unterschiede zeigen sich bei der Nutzung des Velos/E-Bikes. Während die Gruppe, die keine E-Trottinette benutzt, das Velo mehrheitlich mindestens wöchentlich gebraucht, sind die anderen Gruppen, insbesondere die E-Trottinett-Besitzenden eher selten mit dem Velo unterwegs. Hingegen zeigt sich, dass diejenigen, die ein E-Trottinett eines Sharing-Anbietenden nutzen, eher mit einem Bikesharing-Velo unterwegs sind. Wer ein E-Trottinett-Sharing benutzt, verwendet dementsprechend häufiger ein Bikesharing-Angebot (vgl. Abb. 28). Somit sind nicht nur die E-Trottinette, sondern auch das Prinzip des Sharings ein Argument für oder gegen eine Nutzung.

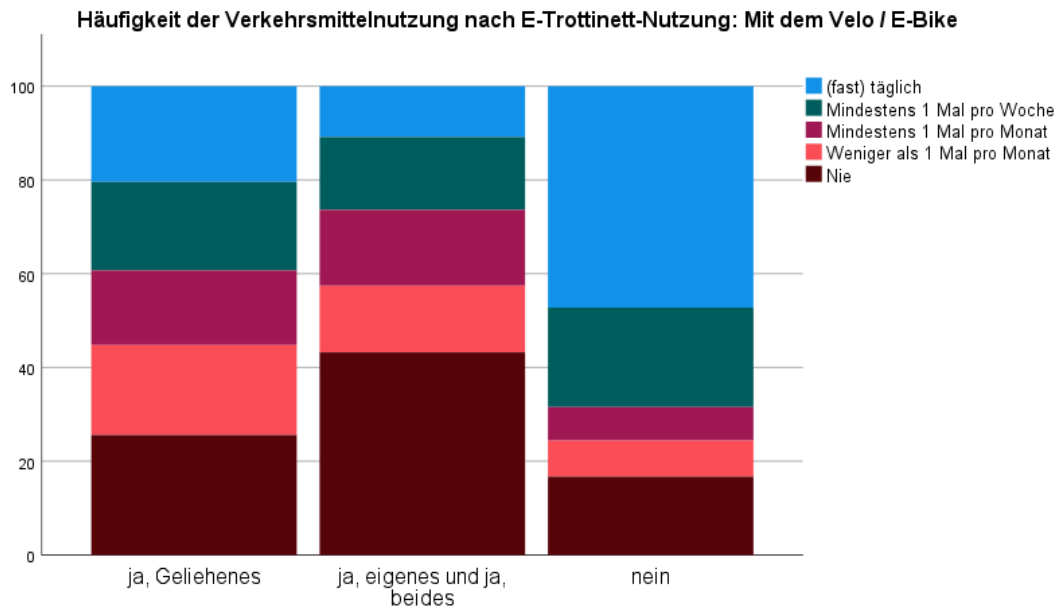


Abb. 28 Häufigkeit der Velo-/E-Bike-Nutzung pro E-Trottinett-Nutzungsgruppe (100% pro Nutzungsgruppe).

Zwischen privaten und geliehenen E-Trottinett-Nutzenden unterscheidet sich, dass die E-Trottinett-Besitzenden möglichst viele Wege mit dem E-Trottinett zurücklegen und somit andere Verkehrsmittel seltener verwenden als es bei anderen Gruppen der Fall ist. Einzig bei den Auto- und Motorradfahrten zeigt sich, dass für die Strecken, die für das E-Trottinett zu lang sind, häufiger das Auto bzw. Motorrad zum Einsatz kommt als bei anderen Gruppen. So nutzen prozentual mehr Personen dieser Gruppe das Auto täglich und wöchentlich, obwohl insgesamt weniger Personen einen Führerausweis für das Auto sowie ein eigenes Auto besitzen.

3.5 Sicherheitsempfinden bei der Interaktion mit E-Trottinetten

Das Sicherheitsempfinden wird bei der Interaktion mit E-Trottinetten aus Sicht anderer anderen Verkehrsteilnehmender unterschiedlich wahrgenommen. Unabhängig von Verkehrsmittel fühlen sich die E-Trottinett-Nutzenden in der Interaktion mit anderen E-Trottinett-Fahrenden mehrheitlich sicher, während sich die nicht-nutzende E-Trottinett-Gruppe mehrheitlich unsicher fühlt. Die Wahl des Verkehrsmittels ändert nichts an dem Gefühl von Unsicherheit. Schliesslich nimmt das Unsicherheitsgefühl mit zunehmendem Alter leicht zu. Das Alter hat insgesamt aber einen weniger starken Einfluss darauf als die generelle Erfahrung mit E-Trottinetten.

Das grösste Sicherheitsempfinden in der Interaktion mit E-Trottinetten zeigt sich aus der Sicht der Velofahrenden. Das bestätigt die (rechtliche) Behandlung der E-Trottinette als Velos. Auch die E-Trottinett-Nutzenden fühlen sich beim Teilen der Verkehrsfläche mit Velos am sichersten (vergleiche Kapitel 3.5.2).

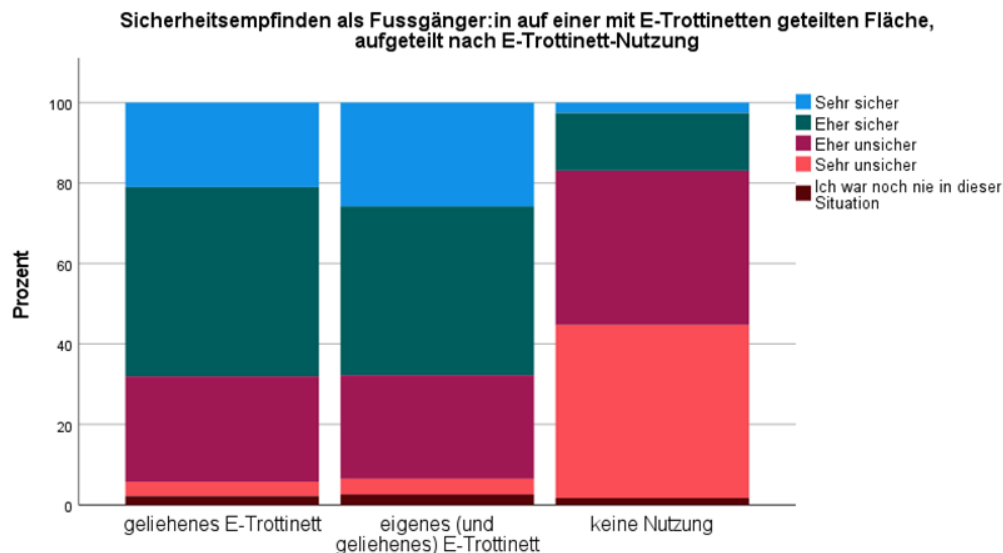


Abb. 29 Sicherheitsempfinden als Zufussgehende auf einer mit E-Trottinetten geteilten Fläche, aufgeteilt nach E-Trottinett-Nutzung.

3.6 E-Trottinett-Nutzung

3.6.1 Nutzungsweise der E-Trottinette

Bezüglich Tageszeit und Nutzungszweck der E-Trottinette konnten Unterschiede zwischen privaten und geliehenen Fahrzeugen sowie zwischen der Nutzungshäufigkeit festgestellt werden. Bei den geliehenen E-Trottinetten ist die spontane, unregelmässige Nutzung deutlich häufiger als die Regelmässige zu fixen Tageszeiten. Das gilt jedoch nicht für diejenigen, die (fast) täglich ein geliehenes E-Trottinett nutzen. Diese verwenden die Fahrzeuge gleichmässiger über den Tag verteilt, wobei sie am Morgen zwischen 6 bis 9 Uhr am häufigsten verwendet werden. Das E-Trottinett wird von den täglich Nutzenden verstärkt für den Arbeitsweg, Freizeitaktivitäten sowie teilweise für den Einkaufsweg genutzt, während gelegentlich Nutzende (weniger als einmal pro Woche) das E-Trottinett überwiegend für Freizeitaktivitäten verwenden. Damit einhergehend wird es von sporadisch Nutzenden zu verschiedenen Zeiten und häufiger spontan verwendet. Auffällig ist bei der Gruppe der Sharing-Nutzenden im Vergleich zu den E-Trottinett-Besitzenden insbesondere die verstärkte Nutzung zwischen 0 bis 6 Uhr. Insgesamt werden geliehene E-Trottinette jedoch von wenigen Personen (rund 10 %) täglich genutzt, während private E-Trottinette überwiegend (rund 80 %) mindestens wöchentlich gebraucht werden.

Im Vergleich mit den Sharing-Nutzenden verwenden E-Trottinett-Besitzende ihre Fahrzeuge häufiger morgens und nachmittags zu festen Tageszeiten. Zudem sind die Zeiten weniger von der Häufigkeit der Nutzung abhängig als bei den geliehenen E-Trottinetten. Das lässt sich vor allem mit der Nutzung der E-Trottinette erklären. Private E-Trottinette werden vielfältiger verwendet als Geliehene. So sind bei den häufig Nutzenden (mindestens wöchentlich) die Nutzungszwecke Arbeits- und Einkaufsweg sowie Freizeitaktivität sehr ausgeglichen verteilt, was sich mit der gleichmässigen Verteilung der Nutzung zu den verschiedenen Tageszeiten deckt. Bei den wenigen gelegentlich privaten E-Trottinett-Nutzenden überwiegt wie bei den Sharing-Fahrzeugen die Nutzung für Freizeitaktivitäten. Ebenfalls werden private E-Trottinette häufiger zum Vergnügen sowie für den Einkaufsweg genutzt als Geliehene. Dies kann an der Verfügbarkeit des E-Trottinetts liegen. Wenn ein solches sowieso vorhanden ist, wird es auch zum Vergnügen oder für weitere Wege wie den Einkaufsweg genutzt. Während die Verfügbarkeit sowie der Kostenfaktor diese zusätzlichen Nutzungszwecke bei geliehenen Fahrzeugen eindämmen (vgl. Abb. 30, 31).

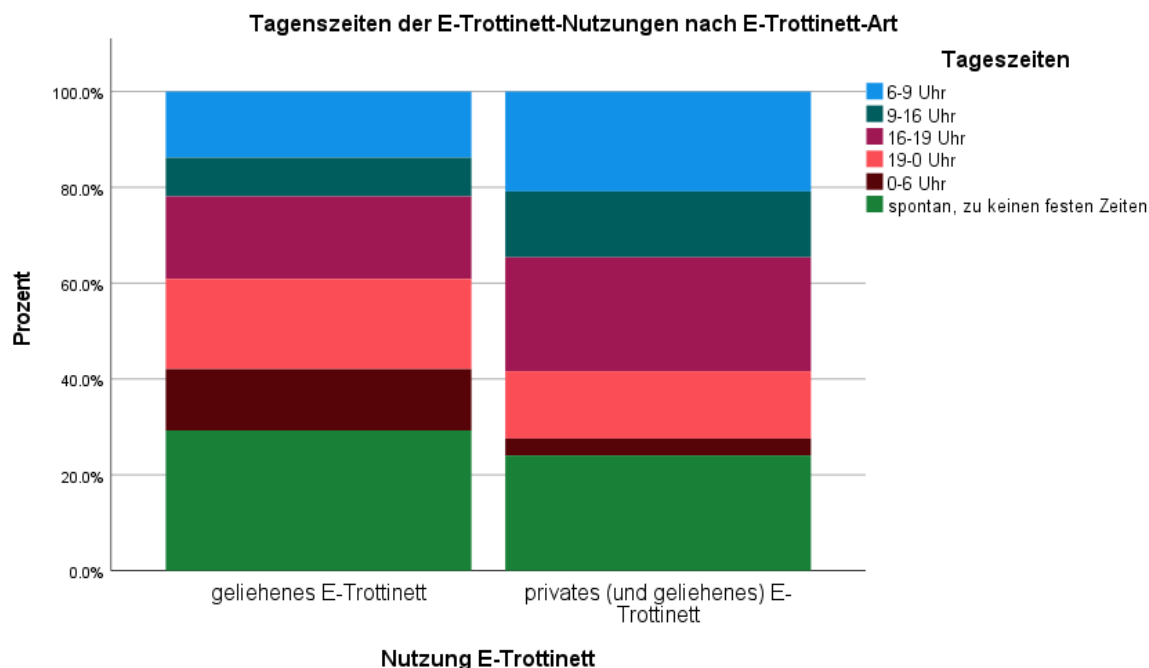


Abb. 30 Tagszeiten der E-Trottinett-Nutzung, aufgeteilt in die E-Trottinett-Nutzungsgruppen (gemessen an 100% der Nutzungsgruppe pro Tageszeit). Mehrfachantworten waren möglich.

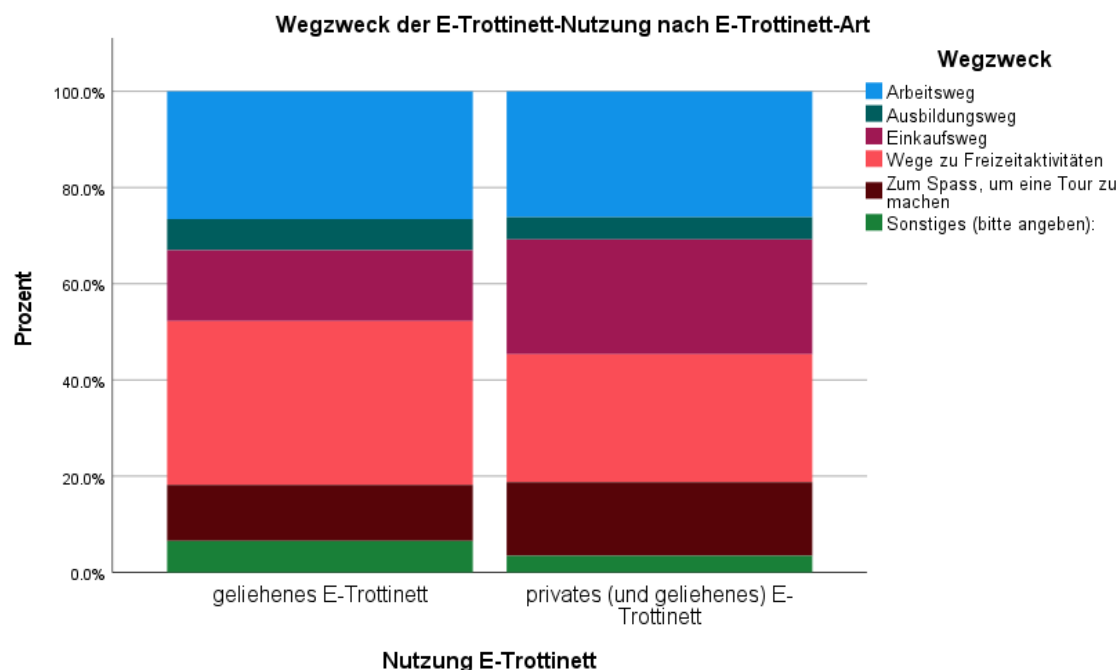


Abb. 31 Wegzweck der E-Trottinett-Nutzung, aufgeteilt in die E-Trottinett-Nutzungsgruppen (gemessen an 100 % der Nutzungsgruppe pro Wegzweck). Mehrfachantworten waren möglich.

Ein grosser Unterschied zwischen privaten und geliehenen E-Trottinetten zeigt sich weiter bei der durchschnittlichen Fahrtendauer. So sind Fahrten mit privaten E-Trottinetten im Durchschnitt fast doppelt so lang und von der Streckenlänge deutlich variabler als bei der Benutzung von geliehenen Fahrzeugen. Während die Fahrtendauer mit geliehenen E-Trottinetten unabhängig von der Häufigkeit der Nutzung meistens ungefähr 10 Minuten beträgt, zeigt sich bei den privaten E-Trottinetten eine Abhängigkeit der Dauer von der Häufigkeit der Nutzung. Je häufiger ein privates E-Trottinett genutzt wird, desto länger ist die durchschnittliche Fahrtendauer. Sie beträgt bei den täglich Nutzenden rund 18 Minuten und bei gelegentlich Nutzenden (weniger als einmal pro Woche) rund 12 Minuten. Die längere Durchschnittsdauer im Vergleich mit geliehenen E-Trottinetten lässt sich u.a. mit dem Kostenfaktor erklären. So hängen die Kosten bei geliehenen E-Trottinetten direkt mit der

Nutzungsdauer zusammen, während bei privaten E-Trottinetten vor allem die Reichweite der Akkus limitierend ist. Ergänzend zum Kostenfaktor zeigt sich, dass bei täglicher Nutzung von geliehenen E-Trottinetten keine längere Fahrtendauer durchgeführt wird, weil höhere Kosten entstehen würden. Bei gelegentlicher Nutzung ist die Fahrtendauer hingegen etwas länger. Ein entgegengesetztes Muster ist bei privaten E-Trottinetten erkennbar. Je häufiger ein E-Trottinett verwendet wird, desto intensiver, also für mehrere Zwecke und längere Strecken, wird es schliesslich genutzt (vgl. Abb. 32). Entsprechend ist das private E-Trottinett bei häufiger Nutzung ein zunehmend wichtiges Verkehrsmittel für die Nutzenden.

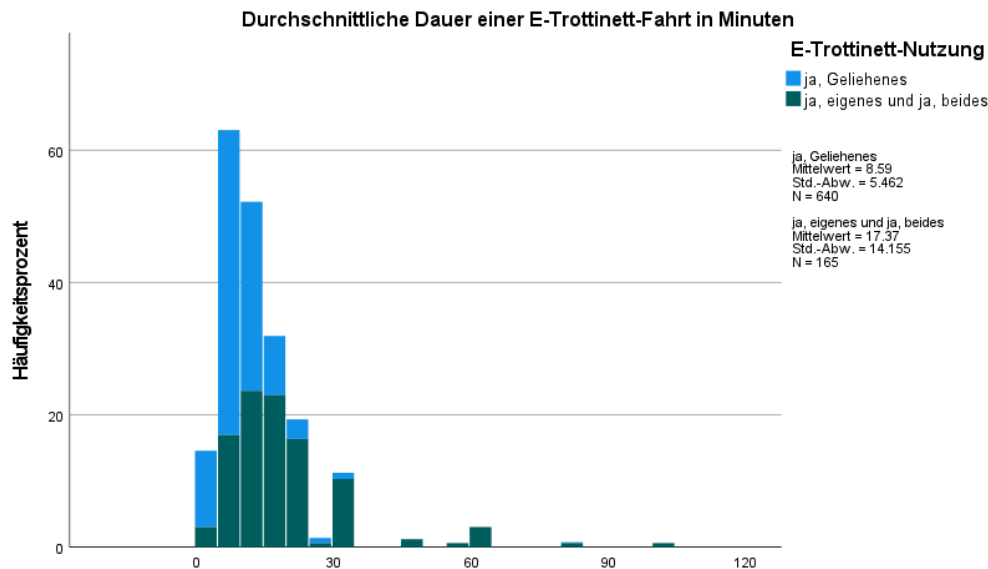


Abb. 32 Histogramm der durchschnittlichen Dauer einer E-Trottinett-Fahrt in Minuten, aufgeteilt in die E-Trottinett-Nutzungsgruppen. (Häufigkeitsprozente, wobei total 100 % pro Nutzungsgruppe).

Schliesslich wird die E-Trottinette-Nutzung in Kombination mit anderen Verkehrsmitteln betrachtet. So werden private E-Trottinette verstärkt als einziges oder dominierendes Verkehrsmittel genutzt, weil z.T. nur begrenzt andere Verkehrsmittel zur Verfügung stehen. Geliehene E-Trottinette sind stattdessen multimodal in Kombination mit anderen Verkehrsmitteln in Gebrauch.

Besonders der ÖV ist das Verkehrsmittel, das sehr häufig sowohl von den E-Trottinett-Besitzenden als auch von den Sharing-Nutzenden ersetzt wird. Bei den Sharing-Nutzenden zeigt sich diesbezüglich, dass die häufig Nutzenden öfter den ÖV ersetzen als die gelegentlich Nutzenden. Zu einem Grossteil werden geliehene E-Trottinette allerdings in Kombination mit dem ÖV oder als Zubringer zu diesem verwendet. Private E-Trottinette werden etwas seltener multimodal mit dem öffentlichen Verkehr zusammen genutzt, was die Unimodalität des Verkehrsmittels bestätigt. Dennoch nutzen auch hier mehr als die Hälfte der Befragten das E-Trottinett in Kombination mit dem ÖV, wobei es meistens z.B. im Zug mitgenommen und nur von wenigen am Bahnhof oder an der Haltestelle abgestellt wird.

Am häufigsten ersetzt ein geliehenes E-Trottinett Fusswege, während dies bei den privaten Fahrzeugen nur vereinzelt stattfindet. Trotz des Unterschieds sind Sharing-Nutzende häufiger zu Fuss unterwegs als E-Trottinett-Besitzende. Das kann einerseits daran liegen, dass von und zu den Sharing-E-Trottinetten ein Fussweg unabdingbar ist. Andererseits ist es möglich, dass E-Trottinett-Besitzende auch vor dem Kauf eines solchen Fahrzeug seltener zu Fuss unterwegs waren. Das bestätigen die Daten zur Substitution anderer Verkehrsmittel. So werden Velo-, aber auch Autofahrten häufiger mit privaten als mit geliehenen E-Trottinetten ersetzt. Zudem werden durch private E-Trottinette häufiger neue Wege zurückgelegt. Das lässt sich wiederum mit der Verfügbarkeit des E-Trottinetts erklären. Ist ein solches ohnehin vorhanden, wird es häufiger genutzt.

In Zusammenhang mit der Nutzungshäufigkeit von E-Trottinetten zeigt sich bei beiden Gruppen, dass öfter das Velo oder E-Bike substituiert wird, je seltener die Personen ein E-Trottinett nutzen. Der Grund dafür ist, dass das Velo für die regelmässigen E-Trottinett-Nutzenden keine direkte Alternative bietet und teilweise gar nicht zur Verfügung steht. Gleichzeitig ersetzen regelmässig Nutzende häufiger das Auto als gelegentlich Nutzende, auch wenn es sich hier noch immer um einen geringen Personenanteil handelt. Zusammenfassend nimmt die Bedeutung als Verkehrsmittel zu, je häufiger das E-Trottinett verwendet wird.

Aus verkehrstechnischer Sicht bezüglich Veränderung des Modal Splits ist die Verlagerung des MIV-Verkehrs zur E-Trottinett-Nutzung (und allfälliger Kombination mit dem ÖV) besonders relevant. Daher wird auf diese Verlagerung nochmals spezifischer eingegangen. Grundsätzlich gaben wenige Personen an, dass ein E-Trottinett Autofahrten ersetzen kann. Diese Personen besitzen überdurchschnittlich häufig kein ÖV-Abonnement, dafür mehrheitlich ein eigenes E-Trottinett. Das private E-Trottinett wird meistens fast täglich und für diverse Wegarten sowie über den Tag verteilt verwendet. Dennoch nutzt diese Gruppe ebenfalls das Auto fast täglich. Das E-Trottinett kann den MIV als Verkehrsmittel daher nur bedingt ersetzen. Bei den Wegen, die nicht mit einem E-Trottinett zurückgelegt werden (können), nutzen die Personen meistens das Auto.

3.6.2 Verhalten der E-Trottinett-Nutzenden

Bezüglich Verhaltensweisen (Nutzung der verschiedenen Infrastrukturen, Sicherheitsempfinden) konnte weder ein signifikanter Unterschied zwischen privaten und geliehenen E-Trottinetten sowie zwischen der Häufigkeit der Nutzung der Fahrzeuge festgestellt werden. Das Verhalten ist somit gemäss dieser Umfrage unabhängig von der E-Trottinett-Art und Regelmässigkeit der Nutzung zu betrachten. Bezüglich Alter und Geschlecht kann ebenfalls keine Aussage gemacht werden, da die Gruppe der Nutzenden diesbezüglich sehr homogen ist. Sie besteht überwiegend aus jungen Männern.

Einige Unterschiede zeigen sich bezüglich Schutzmassnahmen zwischen privaten und geliehenen E-Trottinett-Fahrenden. Während von den Sharing-Nutzenden kaum jemand einen Helm trägt, sind es bei den E-Trottinett-Besitzenden über 20%. Dieser Unterschied ist wenig überraschend, da sich eine Helmmitnahme bei privaten E-Trottinetten anbietet, da er wie das E-Trottinett selbst von zuhause mitgenommen werden kann. Die Nutzung von geliehenen E-Trottinetten findet hingegen spontan und unterwegs statt. Die einzige Schutzmassnahme, die von einem Grossteil der Befragten getroffen wird, ist die gezielte Wahl der Route, um für die Nutzung ungeeignete Orte oder stark befahrene Strassen zu vermeiden. Diese wird von Sharing-Nutzenden häufiger gewählt als von E-Trottinett-Besitzenden. Weitere Schutzmassnahmen werden nur von sehr wenigen Personen angewendet (vgl. Abb. 33).

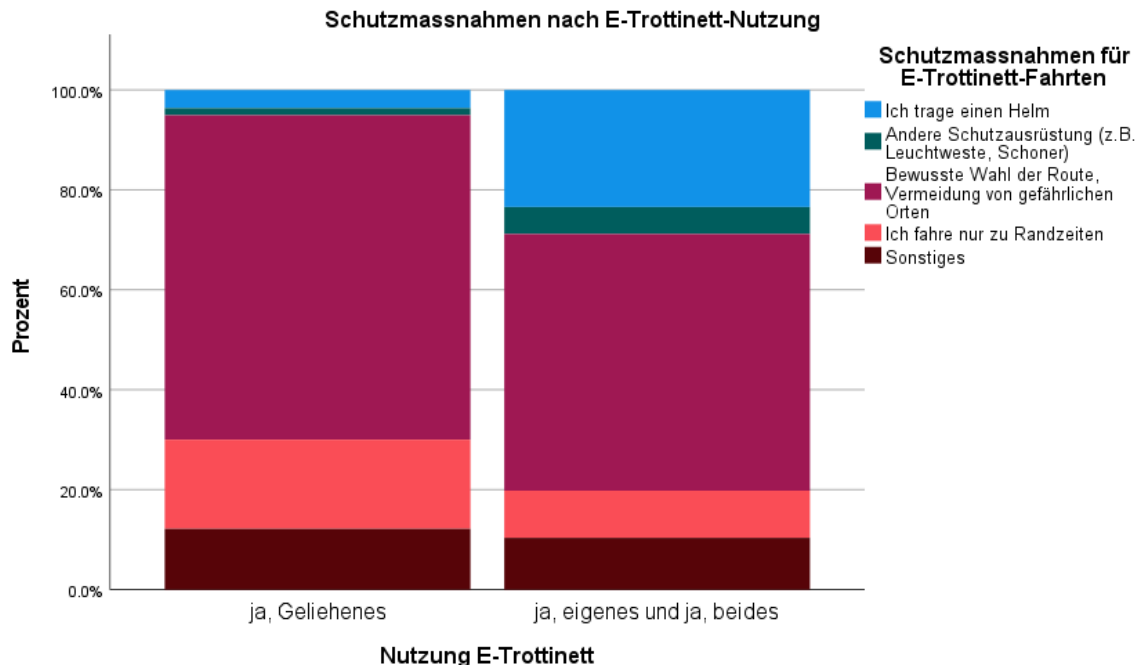


Abb. 33 Schutzmassnahmen für E-Trottinett-Fahrten, aufgeteilt in E-Trottinett-Nutzungsgruppen (gemessen an 100 % der Nutzungsgruppe pro Massnahme). Mehrfachantworten waren möglich.

Betreffend Verkehrsinfrastrukturen sind keine Unterschiede zwischen privaten und geliehenen E-Trottinetten erkennbar. Eine Hauptstrasse ohne Veloinfrastrukturen wird nur genutzt, wenn es keine anderen Möglichkeiten gibt. Hingegen fährt die Mehrheit der Befragten in einer Fussgängerzone (Velo erlaubt), wenn immer möglich. Auch vorhandene Veloinfrastrukturen werden von den meisten Personen genutzt. Einzig bei dem Gebrauch des Trottoirs zeigte sich keine klare Tendenz.

So nutzen es ähnlich viele Personen «wenn immer möglich» oder «wenn es nicht anders geht». Ein Drittel nutzt das Trottoir, wenn immer möglich (vgl. Abb. 34), was ein Hinweis darauf sein kann, dass den Personen das eigentliche Fahrverbot nicht bewusst ist. Eine Naturstrasse bzw. Kopfsteinpflaster wird von der Mehrheit der Fahrenden, wenn möglich, vermieden.

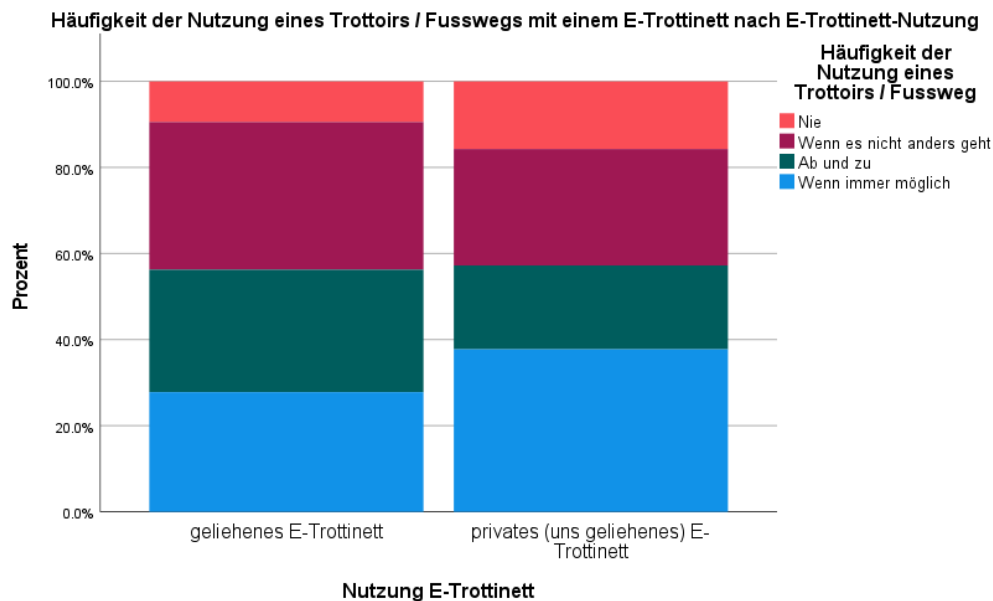


Abb. 34 Häufigkeit der Nutzung eines Trottoirs/Fusswegs mit einem E-Trottinett, aufgeteilt nach E-Trottinett-Nutzungsgruppen. (Total 100% pro Nutzungsgruppe).

Die Präferenz bestimmter Verkehrsinfrastrukturen lässt sich insbesondere mit dem Sicherheitsempfinden der E-Trottinett-Fahrenden erklären. Ein Grossteil der Befragten fühlt sich sehr sicher, wenn eine Veloinfrastruktur vorhanden ist. Fehlt eine solche Infrastruktur und bleibt daher nur der mit MIV geteilte Strassenraum, fühlen sich die E-Trottinett-Nutzenden zum grössten Teil unsicher. Bei der Nutzung des Trottoirs fühlt sich jeweils rund die Hälfte der Befragten eher sicher oder eher unsicher. Gemäss der Umfrageergebnisse wird zusammenfassend deutlich, dass eine vorhandene Veloinfrastruktur von den E-Trottinett-Nutzenden präferiert und bei Verfügbarkeit auch genutzt wird. Ist eine solche jedoch nicht vorhanden, folgt ein Ausweichen von der Strassenfläche auf das Trottoir.

3.7 Parkierung von E-Trottinetten

Private E-Trottinette werden nur von wenigen Personen ausserhalb geschlossener Räume abgestellt (16 %). Meistens wird das Fahrzeug entweder in einem Innenraum parkiert (40.6 %) oder mitgenommen (35.4 %).

Bei der Nutzung von geliehenen E-Trottinetten ist es für den Grossteil (88 %) der Nutzenden wichtig, dass das E-Trottinett möglichst nah am Zielort abgestellt werden kann. Für die Hälfte der Nutzenden (50.4 %) ist es zudem bedeutend, dass es Zufussgehenden auf dem Trottoir möglichst nicht im Weg steht. Hingegen gaben nur 15.8 % der Befragten an, dass ihnen die Möglichkeit das E-Trottinett auf einer Abstellfläche für Velos zu parkieren, wichtig ist (vgl. Abb. 35).

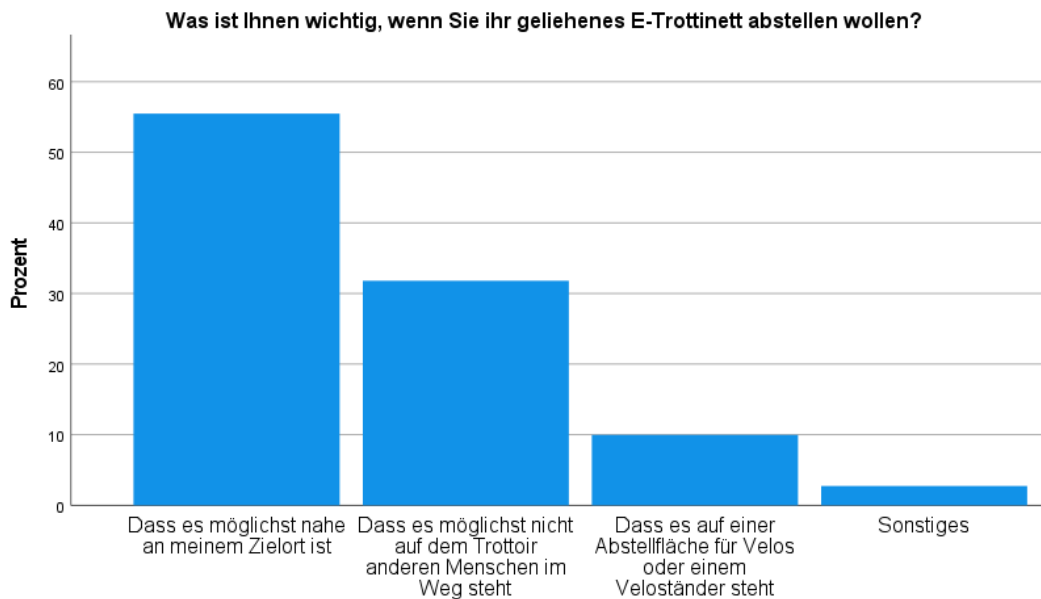


Abb. 35 Wichtige Aspekte bei der Parkierung eines geliehenen E-Trottinetts (gemessen an 100 % pro Antwortmöglichkeit) Mehrfachantworten waren möglich.

3.8 Verlagerungspotenzial auf E-Trottinette

Ein Grossteil der Personen, die E-Trottinette nicht regelmässig nutzen, können sich keine regelmässige Nutzung vorstellen. Nur ein Viertel der Befragten haben angegeben, dass sie sich eine Nutzung zukünftig vorstellen können. Diese potenziellen Nutzenden sind in Bezug auf soziodemographische Merkmale den bereits E-Trottinett-Fahrenden sehr ähnlich. Sie sind eher jünger und häufiger männlich (vergleiche Kapitel 3.2). Von den potenziellen Nutzenden gab zudem rund ein Drittel an, dass sie bereits gelegentlich ein E-Trottinett benutzen. Dementsprechend handelt es sich nicht nur um Personen, die sich eine Nutzung hypothetisch vorstellen können.

Die potenziellen Nutzenden nehmen an, dass sie ein E-Trottinett vor allem für Wege zu Freizeitaktivitäten sowie für den Arbeits- bzw. Ausbildungsweg nutzen und mehrheitlich zu Fuss geplante Strecken ersetzen würden. Die Mehrheit der Befragten würde ebenfalls ÖV- und weniger häufig Velo-Fahrten durch das E-Trottinett ersetzen. Das entspricht auch dem Verhalten der regelmässig Nutzenden (vergleiche Kapitel 3.5.1). Während bei den E-Trottinett-Besitzenden die geringere Verfügbarkeit eines Velos zum selteneren Ersatz von Velofahrten führt, ist es für Personen, die nicht im Besitz eines solchen Fahrzeugs sind, keine Alternative zum bereits verfügbaren Velo. Der Vorteil der E-Trottinette in Verbindung mit Sharing-Anbietenden im Vergleich zu privaten Fahrzeugen ist, die spontane Nutzung hin zu beliebigen Orten bzw. Zielen innerhalb des Netzes. Ein solches Netz ähnelt besonders dem Prinzip des ÖVs, was die Ersetzbarkeit erleichtert. Autofahrten hingegen zu ersetzen oder nichtgeplante Fahrten mit dem E-Trottinett anzutreten ist nur für ein sehr geringen Teil der Befragten vorstellbar (vgl. Abb. 36, 37). Nichtgeplante, zusätzliche Wege entstehen möglicherweise erst durch die Verfügbarkeit des Fahrzeugs und sind mit grosser Wahrscheinlichkeit weniger gut für die Befragten vorhersehbar.

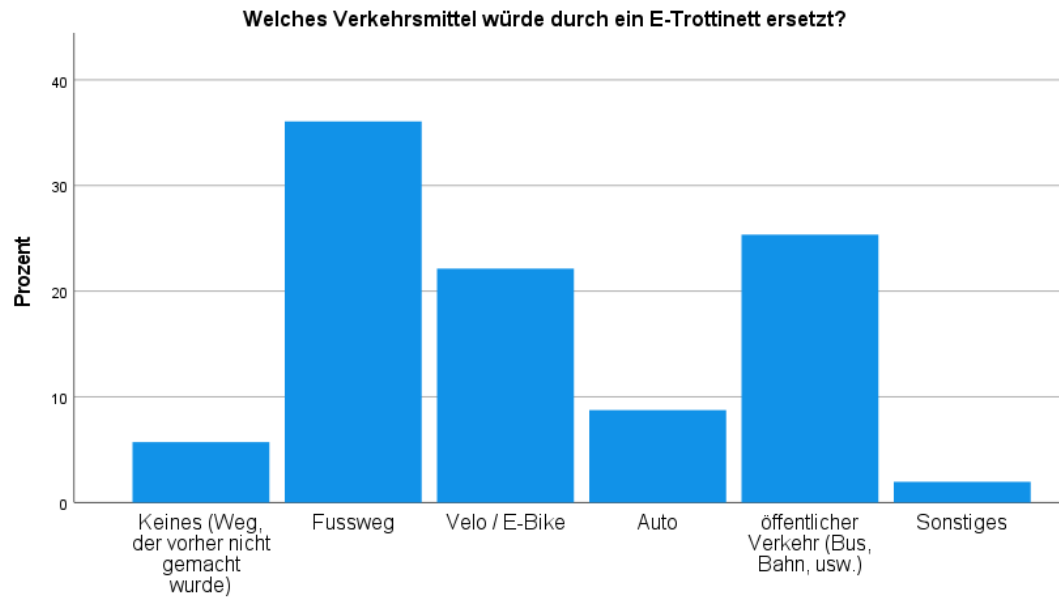


Abb. 36 Verkehrsmittel, das bei einer potenziellen zukünftigen E-Trottinett-Nutzung ersetzt werden würde (gemessen an 100% pro Antwortmöglichkeit). Mehrfachantworten waren möglich.

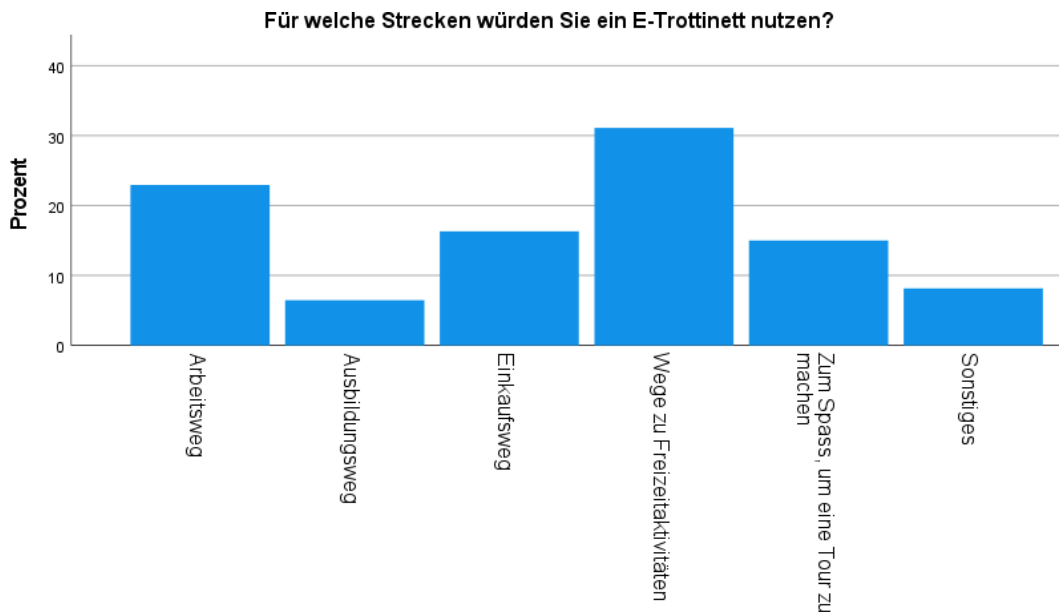


Abb. 37 Wegzweck einer potenziellen zukünftigen E-Trottinett-Nutzung (gemessen an 100 % pro Antwortmöglichkeit). Mehrfachantworten waren möglich.

Für diejenigen, die sich eine Nutzung nicht vorstellen können, sind nicht praktikable Gründe wie bspw. ein fehlendes Sharing-Angebot ausschlaggebend. Besonders häufig ist eine zusätzliche ablehnende Grundhaltung massgebend. So wurde die Kategorie «Sonstiges» bei der Frage, was für eine Nutzung nötig wäre, am häufigsten genannt (52.8 %). In den Kommentaren wiesen die Befragten vor allem darauf hin, dass E-Trottinette «unnötig, gefährlich und ärgerlich» sind. Ein weiterer Grund ist das Alter der Befragten. Viele fühlen sich für die Nutzung eines E-Trottinettes zu alt. Von 42.1 % der Befragten wurde zudem die Notwendigkeit genannt, dass die E-Trottinette rück-sichtsvoller verwendet werden müssten, was vielfach auch als Ursache für die ablehnende Haltung gilt (vgl. Abb. 38). Offene Kommentare am Schluss der Umfrage bestätigen die genannten Gründe gegen eine Nutzung. E-Trottinette werden als «zu gefährlich» bezeichnet, sorgen für «Ärger und Unmut» und behindern andere Verkehrsteilnehmende wegen «wilden Parkierungen». Diese negativen Kommentare fallen stärker ins Gewicht als andere Themen. Personen, die sich keine Nutzung von E-Trottinetten vorstellen können, haben dementsprechend am häufigsten kommentiert

(40 % der Befragten dieser Gruppe). Während nur ein geringer Teil der aktiven E-Trottinett-Nutzenden einen Kommentar hinterlassen haben. Die Auswertung zeigt, dass gerade die Gruppe der Nicht-Nutzenden ein besonderes Bedürfnis hatte, ihre Ansicht mitzuteilen.

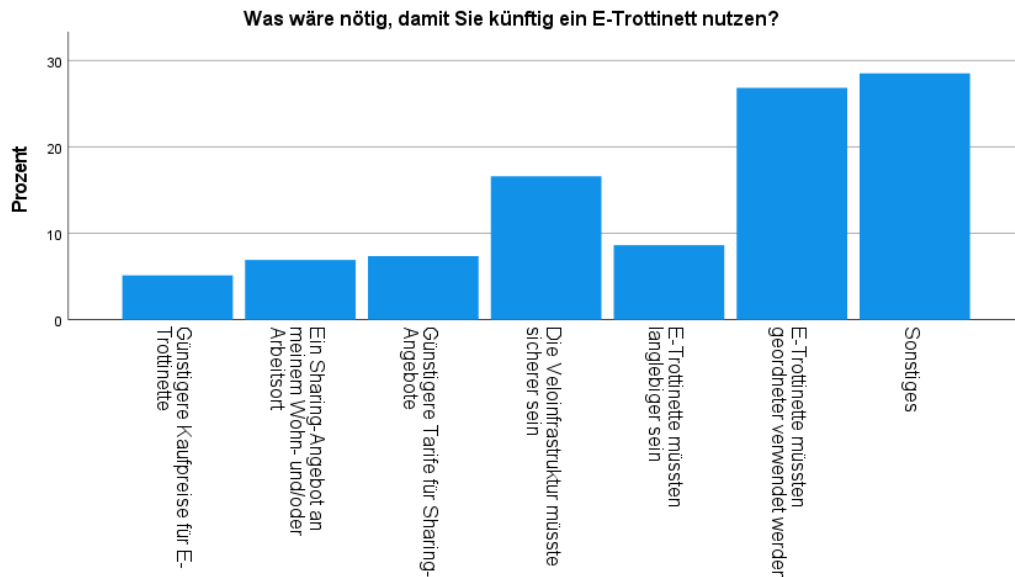


Abb. 38 Nötige Veränderungen, damit ein E-Trottinett in Zukunft genutzt würde (gemessen an 100 % pro Antwortmöglichkeit). Mehrfachantworten waren möglich.

3.9 Spezifikationen von privaten E-Trottinetten

Die meisten Befragten besitzen ihr erstes E-Trottinett (68.7%). Nur wenige haben es bereits einmal (19.6%) oder mindestens zweimal (11.7%) ersetzt. Bei der Besitzdauer zeigt sich, dass ein privates E-Trottinette ein vergleichsweise junges Verkehrsmittel ist. So besitzen je rund ein Drittel der Befragten ihr E-Trottinett weniger als ein Jahr, 1-2 Jahre und mindestens 3 Jahre (vgl. Abb. 39). Fast alle der privaten E-Trottinette (89.9%) sind klappbar. Der Kaufpreis hingegen variiert stark (vgl. Abb. 40).

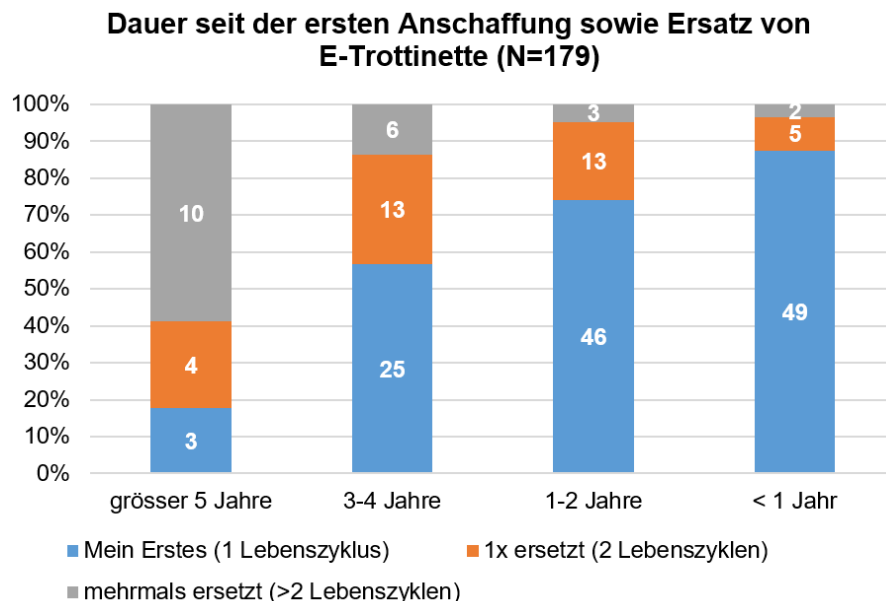


Abb. 39 Umfrageresultate zu privaten E-Trottinetten, gewichtete Lebensdauer bei 1.5 Jahren.

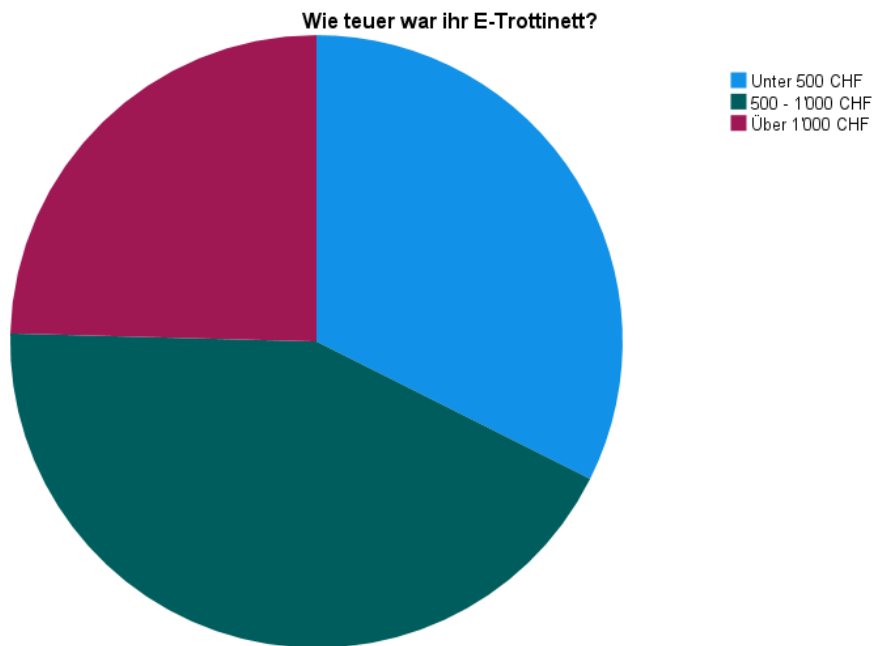


Abb. 40 Verteilung der Preisklassen von privaten E-Trottinetten.

3.10 Fazit

Die Stichprobe besteht überwiegend aus Männern und Personen mit hohem Bildungsabschluss und Einkommen. Ebenfalls wohnen die befragten Personen zum grössten Teil in städtischen Gemeinden. Ein grosser Anteil davon in Kernstädten. Die Stichprobe ist somit nicht repräsentativ für die Schweizer Bevölkerung, sodass die Umfrageresultate unter den genannten Voraussetzungen zu interpretieren sind.

Aus der Umfrage, die zusätzlich über E-Trottinett-Anbietende verbreitet wurde, wird deutlich, dass überwiegend jüngere Männer E-Trottinette nutzen, was auch zumindest zu einem gewissen Grad die unausgeglichene Geschlechterverteilung der Stichprobe bestätigt. Insgesamt fühlen sich E-Trottinett-Nutzende mehrheitlich sicher auf dem Fahrzeug. Schutzausrüstung tragen allerdings die wenigsten der Befragten. Sie wählen ihre Route aber häufig so, dass sie für die Nutzung ungeeignete Orte oder stark befahrene Strassen vermeiden können. Auf der Veloinfrastruktur fühlen sie sich sicher, was auf der geteilten Strassenfläche mit Autos nicht der Fall ist. Dies führt dazu, dass häufig auf das Trottoir ausgewichen wird, auch wenn sich die Nutzenden hier ebenfalls nicht immer sicher fühlen.

Für die Gruppe der E-Trottinett-Besitzenden ist ihr Fahrzeug häufig ein zentrales Verkehrsmittel. So nutzen die meisten Besitzenden das E-Trottinett mindestens wöchentlich und für verschiedenste Wegarten. Sie legen möglichst viele Wege damit zurück, was die häufig geringere Nutzung anderer Verkehrsmittel bestätigt. Die Wege, die nicht mit dem E-Trottinett machbar sind, legen sie häufiger mit dem privaten Auto oder Motorrad zurück. Dementsprechend werden insgesamt mit privaten E-Trottinetten deutlich längere Fahrten durchgeführt als mit Sharing-E-Trottinetten.

Die Gruppe der Sharing-E-Trottinette nutzt die Fahrzeuge unregelmässiger, also deutlich häufiger spontan als die privaten E-Trottinette-Nutzenden. Dementsprechend ist der Gebrauch weniger auf den täglichen Arbeitsweg als auf den Freizeitverkehr ausgerichtet. Sie werden meistens auch in Kombination mit dem ÖV verwendet. Dementsprechend nutzt die Gruppe im Vergleich mit den privaten E-Trottinett-Nutzenden meistens eine Kombination aus verschiedenen Verkehrsmitteln. Die Nicht-Nutzenden verwenden häufig das Velo in ähnlicher Weise wie die privaten E-Trottinette. Geliehene E-Trottinette werden daher eher für kürzere Fahrten (ca. 10 min) verwendet und mit dem ÖV kombiniert, somit ersetzen sie hauptsächlich Fusswege. Diese Nutzungsweise lässt sich u.a. mit dem Kostenfaktor der Sharing-Angebote erklären.

Insgesamt zeigte sich, dass E-Trottinett-Nutzende deutlich seltener ein Velo oder E-Bike benutzen als die Nicht-Nutzenden. Da die E-Trottinett-Nutzenden deutlich häufiger kein Velo zur Verfügung haben, gaben sie die Fahrten nicht als Veloersatz an.

Die eigene E-Trottinett-Nutzung führt zu einem sichereren Gefühl in der Interaktion mit E-Trottinetten, was einerseits mit der möglicherweise besseren Einschätzungsfähigkeit des Fahrzeugs und Verhaltens der Fahrenden zusammenhängen kann, andererseits auch mit einer grösseren Akzeptanz gegenüber E-Trottinetten als Verkehrsmittel verbunden ist. Die zwei Sicherheits- bzw. Akzeptanzaspekte wurden auch von den Nicht-Nutzenden hauptsächlich zurückgemeldet und hängen oft miteinander zusammen. Dies wird dadurch bestätigt, dass die Nicht-Nutzenden aus Überzeugung und wegen fehlenden praktikablen Gründen E-Trottinette vermeiden.

Nicht-Nutzende fühlen sich aus der Perspektive der Velofahrenden am wenigsten unsicher. Zusammen mit dem Ergebnis, dass E-Trottinett-Nutzende die Veloinfrastruktur generell bevorzugen, bestätigt sich die sinnvolle (rechtliche) Behandlung der E-Trottinette als Velo. Die zum Teil fehlende Veloinfrastruktur führt jedoch zur Verlagerung der E-Trottinette auf das Trottoir, was für die Nutzenden, aber vor allem für die Nicht-Nutzenden zur Minderung des Sicherheitsempfinden besonders für Zufussgehende führt. Neben dem Sicherheitsempfinden ist für einen grossen Teil der Nicht-Nutzenden die «wilde Parkierung» der Sharing-E-Trottinette insbesondere auf dem Trottoir «problematisch und ärgerlich». Die Umfrage zeigte, dass die Nähe zum Zielort im Wesentlichen die Parkierung von Sharing-E-Trottinetten bestimmt. Das fachgerechte Abstellen der Fahrzeuge (auf Veloabstellflächen), sodass keine Fusswege parkiert werden, sind sekundäre Interessen.

Nur ein kleiner Teil der befragten Nicht-Nutzenden kann sich eine zukünftige Nutzung von E-Trottinetten vorstellen. Dabei handelt es sich wiederum um jüngere und männliche Personen. Der Gebrauch eines Sharing-E-Trottinetts ist in der Regel leichter vorstellbar.

Da sich nur wenige Personen die Nutzung der Fahrzeuge zukünftig vorstellen können, ist das Verlagerungspotenzial von anderen Verkehrsmitteln auf E-Trottinette vermutlich sehr gering. Zudem geben die derzeitigen Nutzenden an, dass hauptsächlich (nicht) geplante Wege zu Fuss oder mit dem Velo durch E-Trottinette ersetzt oder angetreten werden können.

4 Fahrversuche

Um verkehrssicherheitsrelevante Aspekte von E-Trotтинetten und deren Implikationen für die Verkehrsplanung besser einordnen zu können, wurden Fahrversuche durchgeführt. Diese sollten Aussagen zu Parametern wie Geschwindigkeiten, dem Verhalten der Nutzenden und Konfliktsituationen (z.B. Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden und Überholvorgänge) ermöglichen.

4.1 Methodik

Im August 2022 erfolgten Fahrversuche in der Stadt Zürich. Auf Grundlage der Erhebungen zur Nutzungsfrequenz von E-Trotтинetten in Zürich [41] wurden die Versuche zwischen 11 und 19 Uhr durchgeführt, um so die Mittags- und Nachmittagszeit mit den tendenziell höchsten Nutzungsfrequenzen abzudecken.

Die Versuche bestanden aus einer kurzen Eingangsbefragung und Einweisung der Teilnehmenden, den eigentlichen Fahrversuchen sowie einer abschliessenden Befragung. Die Fahrversuche wurden nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet. Abb. 41 fasst die Versuchsanordnung zusammen.

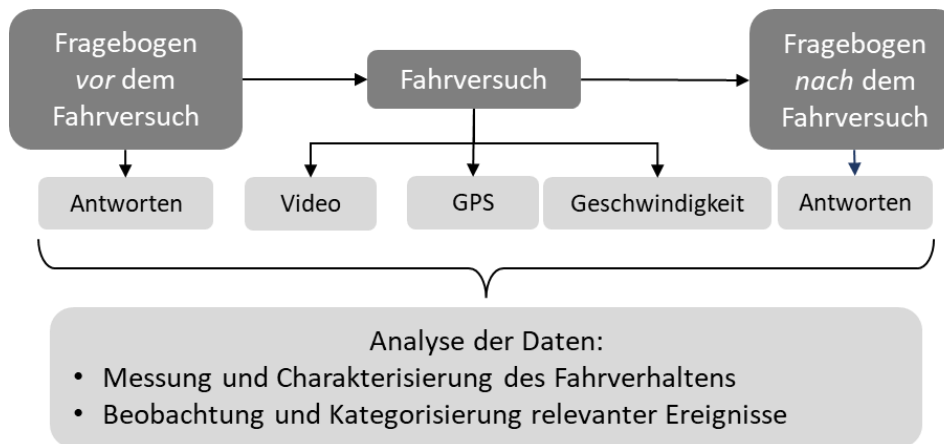


Abb. 41 Vorgehensweise bei den Fahrversuchen.

4.1.1 Fahraufgabe / Strecke

Teilnehmende hatten die Aufgabe mit einem E-Trotтинett drei Checkpunkte in vorgegebener Reihenfolge abzufahren. Der Start- und Endpunkt ist die Winkelriedstrasse 27 (Büroadresse der AGU Zürich). Die Teilnehmenden haben dementsprechend einen Rundkurs absolviert. Die Route zwischen den Checkpunkten konnte selbst gewählt werden. Die von den Teilnehmenden vorzugsweise ausgewählte Strecke ist ca. 7 km lang und weist eine Höhendifferenz von nahezu 100 m auf. Die Teilnehmenden wurden am Start mit einer Karte in Papierform ausgestattet (vgl. Abb. 42). Die Checkpunkte selbst waren ihnen vorher nicht bekannt. Zudem durften sie bei Bedarf ihr Mobiltelefon zur Orientierung bzw. zur Ortung nutzen. Eine weitere Voraussetzung war die Beachtung der Strassenverkehrsordnung.

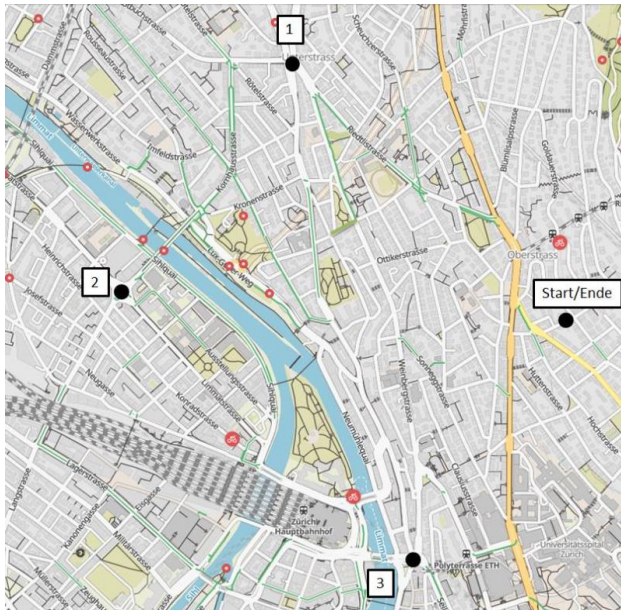


Abb. 42 Ausgehend vom Start-/Endpunkt mussten die Teilnehmenden die drei in der Karte eingezeichneten Checkpunkte Schaffhauserplatz (1), Limmatplatz (2) und Hauptbahnhof / Central (3) in dieser Reihenfolge anfahren.

4.1.2 Rekrutierung Teilnehmende

Die Versuchspersonen mussten mindestens 18 Jahre alt sein (Einschlusskriterium). Ortskenntnisse der Zürcher Innenstadt sowie Erfahrungen bzw. Fahrpraxis mit E-Trottinetten oder Velos waren vorteilhaft, jedoch nicht zwingend für den Fahrversuch erforderlich. Allen Teilnehmenden wurde vorab eine Beschreibung der Studie zugeschickt. Zur Teilnahme musste eine schriftliche Einverständniserklärung unterzeichnet werden. Die Rekrutierung erfolgte durch persönliche Kontakte des Projektteams. Alle Versuchspersonen mussten während der Fahrversuche einen Helm tragen. Die Profile der Teilnehmenden werden im Kapitel 0 dargestellt.

4.1.3 E-Trottinette

Für die Fahrversuche wurden zwei E-Trottinette von der Firma TIER zur Verfügung gestellt. E-Trottinette dieser Marke sind in der Stadt Zürich u.a. über ein Verleihsystem verbreitet. Im Gegensatz zu den mietbaren Modellen befanden sich die hier eingesetzten Fahrzeuge in einem «Testmodus». Dadurch mussten sie vor der Nutzung nicht über eine Applikation entsperrt werden, sondern waren durchgängig im Betriebsmodus. Die Maximalgeschwindigkeit der Fahrzeuge betrug 20 km/h.

4.1.4 Instrumentierung

Die Versuchsfahrten wurden mit Videoaufnahmen in alle Richtungen (360°) aus der Ego-Perspektive aufgezeichnet. Eine kompakte Kamera (GoPro MAX; Firma: GoPro, Kalifornien, USA) ermöglichte Aufnahmen aus dieser Perspektive, indem sie mithilfe einer Halterung auf dem Helm der Teilnehmenden installiert wurde (vgl. Abb. 43). Somit konnten das Verkehrsgeschehen, das Fahrverhalten der Teilnehmenden und auch Situationen, die sich ausserhalb des Blickfeldes der Teilnehmenden befanden, aufgenommen werden. Im 360°-Modus filmt die Kamera mit einer Aufnahmefrequenz von 30 Bildern pro Sekunde. Zudem zeichnet sie GPS-Signale mit einer Frequenz von 10 Hz auf, so dass die Position und Geschwindigkeit der Teilnehmenden im Anschluss ausgewertet werden konnten.



Abb. 43 Teilnehmender mit instrumentiertem E-Trottinett und Kamera auf dem Helm.

4.1.5 Befragung

Vor der Versuchsfahrt wurden demographische Daten (Alter und Geschlecht), Ortskenntnisse der Stadt Zürich und vorausgegangene Erfahrungen mit E-Trottinetten erhoben. Unmittelbar nach der jeweiligen Fahrt gaben die Teilnehmenden von ihnen erlebte Erfahrungen und Informationen zum Auffinden der Checkpunkte an. Die Bewältigung von kritischen oder herausfordernden Situationen und der Sicherheit (sowohl im Sinne der Verkehrssicherheit wie auch der sicheren Nutzung des E-Trottinetts) auf verschiedenen Strassenabschnitten, z.B. dem Überqueren von Tramgleisen, Abschnitte ohne Velowege oder unebene Passagen, wurde ebenfalls abgefragt. Am Schluss der Befragung konnten die Teilnehmenden weitere Kommentare, insbesondere Vorschläge zu Verbesserungen der Verkehrsinfrastruktur auf der von ihnen abgefahrenen Strecke, einbringen. Tab. 9 fasst die in der Befragung erhobenen Aspekte zusammen.

Tab. 9 Inhalte der Befragung der Teilnehmenden

Themen	Numerische Skala	Verbale Bewertung	Kommentare
Erfahrung			
Ortskenntnisse	x		
Erfahrung E-Trottinett		x	
Erfahrung Velo		x	
Erlebte Schwierigkeiten			
Schaffhauserplatz	x		x
Limmatplatz	x		x
Hauptbahnhof/Central	x		x
Tramgleise	x		
Keine Veloinfrastruktur	x		
Blinker		x	
Handzeichen		x	
Sicherheit			
Allg. Sicherheitsgefühl	x		
Kritische Situationen		x	x
Präferierte Infrastruktur	x		
Standpunktänderungen (d.h. etwaige Meinungs- änderung nach der Test- fahrt)		x	x
Verbesserungsvor- schläge		x	x

4.1.6 Auswertung

Befragung: Zur statistischen Auswertung (Mittelwerte, Standardabweichungen und Häufigkeiten) wurde die IBM SPSS Statistics Version 26 genutzt. Berechnungen von Korrelationen wurden über die Spearman Rho Methode durchgeführt. Für Unterschiede zwischen Teilstichproben wurde aufgrund der kleinen Stichprobengröße ($N = 17$) ein nicht-parametrischer Test (Mann-Whitney U-Test) verwendet. Mittels einer einfachen qualitativen Inhaltsanalyse liessen sich offene Antworten und Kommentare zusammenfassen. Anschliessend fand eine grafische Aufbereitung der Resultate statt.

GPS: Das Auslesen der erfassten GPS- und Geschwindigkeitsdaten fand über die Open-Source Software GoPro Telemetry Extractor Lite⁴ statt. Die Route aller Teilnehmenden wurde mithilfe einer cloud-basierten Kartenanwendung⁵ aufgezeichnet. Die gesamte gefahrene Distanz (aufgeteilt in 20, 30 und 50 km/h Zonen) liess sich mittels der GPS-Messung und einem Hilfsprogramm für Distanzmessung auf Google Maps berechnen.

Geschwindigkeitsmessungen liessen sich über Microsoft Excel 2017 sammeln und aufbereiten. Fehlmessungen und Artefakte aufgrund eines kurz aussetzenden Satellitensignals (kleiner als 2 s) wurden mit dem Mittelwert von 10 Messwerten vor und nach dem Artefakt aufgefüllt. Wenn die Lücke/der Fehler die 2s-Marke überschritten hatte, wurde die Lücke entweder offengelassen oder die fehlerhaften Messwerte wurden gelöscht. Die mittlere Geschwindigkeit wurde mit der Funktion AVERAGEIF berechnet, wobei Werte kleiner als 0.7 m/s nicht in der Berechnung berücksichtigt wurden, um Anhaltephasen auszuschliessen.

Videoaufzeichnungen: Die Videos der Fahrversuche wurden mit der vom Kamerahersteller verfügbaren Applikation GoPro Play⁶ analysiert.

Tab. 10 fasst die ausgewerteten Daten zusammen. Zusätzlich wurde ein Indikator für die Verkehrsdichte geschaffen. Grundlage war die Anzahl der Überholvorgänge anderer Fahrzeuge pro Fahrminute. Dieser Wert ermöglicht einen Vergleich und zeigt an, ob Teilnehmende bei ähnlicher Verkehrsdichte fahren.

Zusätzlich wurden Ereignisse registriert, denen die Teilnehmenden auf ihrer Fahrt ausgesetzt waren. Dies konnten besondere Gegebenheiten oder spezielle Situationen sein, die sich allenfalls auf das sichere Fahren des E-Trottinets auswirken könnten. Alles Erhobene wurde kategorisiert und anhand der Videoaufnahmen lokalisiert.

Tab. 10 Erfasste Daten

Messwert	Einheit	Kommentar
Gesamtzeit	[min]	
Fahrzeit	[min]	
Gesamtdistanz	[km]	
Distanz unterteilt nach Zone	[km]	
Durchschnittliche Geschwindigkeit	[km/h]	
Verkehrsdichte	[Fahrzeug/Fahrminute]	
Fussgängerstreifen	Anzahl	□
Gehsteig	Anzahl	□
Benützung Karte	Anzahl	□
Überholmanöver	Anzahl	
Handzeichen	Anzahl	
Ereignisse	Anzahl	□

⁴ <https://gopro telemetry extractor.com>

⁵ <https://www.imapbuilder.net/>

⁶ <https://gopro.com/en/us/info/gopro-player>

4.2 Ergebnisse

4.2.1 Sample

Insgesamt nahmen 17 Personen (11 Männer und 6 Frauen) an den Fahrversuchen teil. Alle Fahrversuche konnten ausgewertet und in die Analyse eingeschlossen werden. Die Teilnehmenden waren im Minimum 22, im Maximum 33 und im Durchschnitt 24.9 Jahre alt. 15 Teilnehmende besaßen einen Führerausweis Kategorie B, wovon drei über zusätzliche Lizenzen (A, M, C1, C1E, D1, D1E, BE) verfügten. Die Versuchspersonen haben ihre Ortskenntnisse auf einer Skala von 1 bis 4 (1 = sehr schlecht, 4 = sehr gut) als eher gut (Mittelwert: 2.76, Standardabweichung: 0.88) eingeschätzt.

12 der 17 Teilnehmenden sind vor dem Versuch noch nie mit einem E-Trottinett gefahren. Die Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln oder dem Velo, sowie ein fehlender Bedarf wurden u.a. als Gründe für die Nicht-Nutzung genannt. Dennoch bejahten 7 der 12 Personen, dass für sie die Nutzung eines E-Trottinetts grundsätzlich in Frage käme.

4.2.2 Routenwahl und Fahrtdauer

Die gewählten Strecken variieren teilweise erheblich (vgl. Abb. 44). Gleichwohl liess sich eine bevorzugte Route feststellen, die von den meisten Teilnehmenden befahren wurde. Die zurückgelegten Distanzen betrugen zwischen 5.51 und 9.02 km (Minimum/Maximum), wobei die Teilnehmenden im Durchschnitt 6.69 km (Standardabweichung: 0.88) benötigten.

Die Gesamtzeiten für die Fahrten lagen zwischen 19.3 und 51.6 Minuten. Durchschnittlich wurde die Strecke in 29.8 Minuten zurückgelegt (Standardabweichung: 7:33). Ohne Haltephasen lag die reine Fahrzeit zwischen 17.4 und 35.3 Minuten (Durchschnitt: 23.3 Minuten, Standardabweichung: 4.4).

Von den angesteuerten Checkpunkten wurde der Knoten «Hauptbahnhof/Central» von den Teilnehmenden als herausfordernd erlebt. Der «Schaffhauserplatz» war relativ leicht befahrbar, während der «Limmatplatz» mittelmässig bewertet wurde (vgl. Abb. 45).

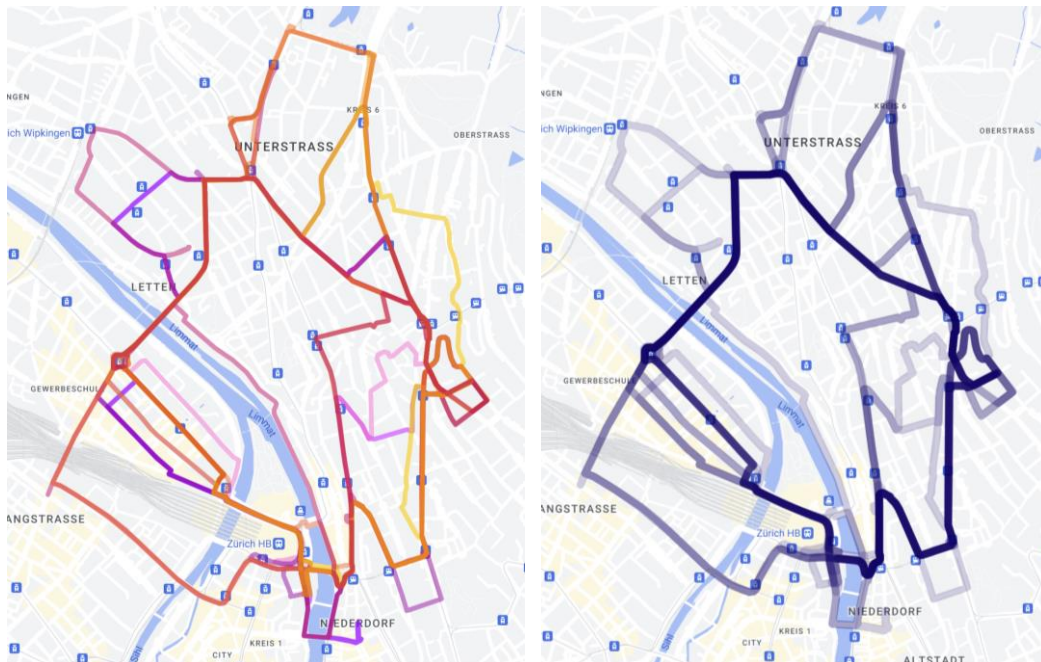


Abb. 44 Die von den Teilnehmenden gefahrenen Strecken. Links: je eine Farbe pro teilnehmende Person. Rechts: je dunkler, desto mehr Teilnehmende haben diese Strecke befahren.

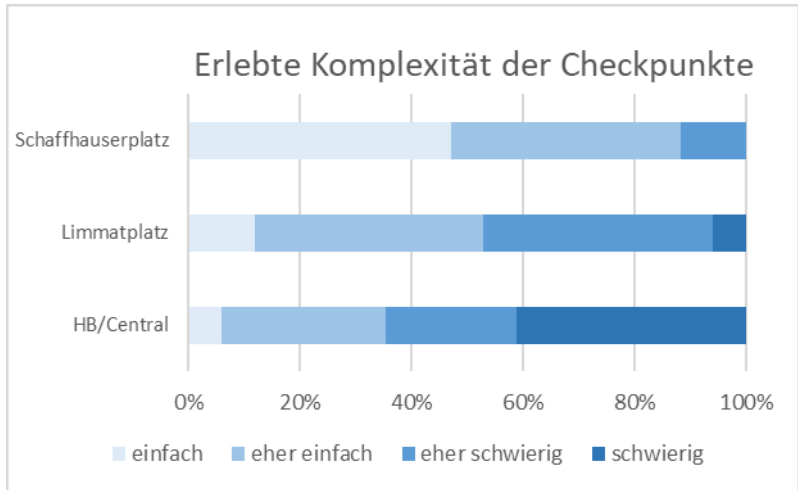


Abb. 45 Von den Teilnehmenden empfundene Komplexität der Checkpunkte.

4.2.3 Geschwindigkeiten

Die Durchschnittsgeschwindigkeit aller Teilnehmenden betrug 16.4 km/h (Minimum: 13.8 km/h, Maximum: 18.6 km/h, Standardabweichung: 1.2). Eine Übersicht aller Messergebnisse zeigt Tab. 11.

Tab. 11 Daten				
	Minimum	Maximum	Durchschnitt	Standardabweichung
Gesamtdistanz [km]	5.51	9.02	6.70	0.88
Gesamtzeit [min]	19:20	51:40	29:50	07:33
Fahrzeit [min]	17:25	35:18	23:16	04:24
Durchschnittliche Geschwindigkeit [km/h]	13.84	18.58	16.40	1.24

Von den insgesamt zurückgelegten Strecken nutzten 25.95 % der Teilnehmenden Strassen in 30 km/h-Zonen, während 72.22 % Strassen in 50 km/h-Zonen befuhren. 1.84 % aller Teilnehmenden benutzen andere Verkehrswege (z.B. Bereiche, die für Zufussgehende und Velofahrende zugelassen sind, 20 km/h-Zonen oder Spielstrassen). Dabei konnten unterschiedliche Präferenzen bei der Streckenwahl beobachtet werden, sodass deutliche Abweichungen zu den oben genannten Durchschnittswerten entstanden. Drei Teilnehmende fuhren beispielsweise 40 % der Strecke in 30 km/h-Zonen, während sich sechs Teilnehmende über 80 % der Gesamtstrecke in 50 km/h-Zonen fortbewegten.

Zur Analyse der unterschiedlichen Geschwindigkeiten wurde die mittlere Geschwindigkeit mit verschiedenen Parametern korreliert (vgl. Tab. 12). Es zeigte sich, dass weder die Geschwindigkeitsbegrenzung noch die Verkehrsdichte oder die Ortskenntnis einen signifikanten Einfluss auf die mittlere Geschwindigkeit der Teilnehmenden hatten. Erwartungsgemäss steht die Häufigkeit, mit der die Teilnehmenden überholt wurden, mit der gefahrenen Durchschnittsgeschwindigkeit in Verbindung. Je langsamer die Geschwindigkeit, desto höher die Anzahl der Überholvorgänge durch andere Fahrzeuge.

Tab. 12 Korrelation der durchschnittlichen Geschwindigkeit mit verschiedenen Einflussparametern. ** kennzeichnet ein statistisch signifikantes Ergebnis (p<0.05)

	50 km/h Zone [%]	Ortskenntnisse	Verkehrsdichte [Fahrzeug/Fahrminute]	Überholhäufigkeit
Durchschnittliche Geschwindigkeit (Korrelationskoeffizient)	0.32	-0.15	-0.28	-0.61
Signifikanz (2-seitig)	0.21	0.57	0.28	0.009**

4.2.4 Sicherheitsempfinden

Die Teilnehmenden fühlten sich durchschnittlich auf dem E-Trottinett sicher. Zwei Personen gaben an, dass sie sich sehr sicher gefühlt haben. 11 Personen erlebten die Fahrt als eher sicher, vier Personen als eher unsicher, wobei sich keine Person sehr unsicher fühlte. Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen dem Sicherheitsempfinden von erfahrenen und unerfahrenen Nutzenden wurde nicht festgestellt.

Gründe für Unsicherheitsgefühle waren nach den Meinungen der Teilnehmenden eine geringere Stabilität des Fahrzeugs im Vergleich zum Velo bzw. die fehlende Möglichkeit freihändig zu fahren. Als schwierig wurden von einzelnen Personen das Kreuzen von Tramschienen sowie das Fahren von engen Kurven empfunden. Teilnehmende fühlten sich tendenziell weniger sicher, wenn kein Radstreifen vorhanden war. Auch das geringe Beschleunigungsvermögen des E-Trottinetts sowie dessen geringe Geschwindigkeit insbesondere beim Überqueren von Kreuzungen haben sich bei Einzelnen negativ auf das persönliche Sicherheitsempfinden ausgewirkt. Ferner wurden eine hohe Verkehrsdichte und Überholvorgänge von anderen Fahrzeugen an engen Stellen kritisiert.

Bei Betrachtung von möglichen Zusammenhängen zwischen der erlebten Unsicherheit und der gefahrenen Geschwindigkeit, den Ortskenntnissen, der Verkehrsdichte sowie der Häufigkeit von Überholvorgängen durch andere Verkehrsteilnehmende, wirkt sich nur der letzte Parameter statistisch signifikant auf das Sicherheitsgefühl aus (vgl. Tab. 13). Die Auswertung der gefahrenen Geschwindigkeiten zeigt, dass Personen, die sich unsicherer gefühlt haben, tendenziell eine geringere mittlere Geschwindigkeit gefahren sind (vgl. Abb. 46). Statistisch signifikant war dieser Unterschied bei der hier sehr kleinen Stichprobe jedoch nicht.

Tab. 13 Korrelation zwischen der erlebten Unsicherheit und der gefahrenen Geschwindigkeit, der Ortskenntnisse, der Verkehrsdichte sowie der Häufigkeit, mit der eine Person während des Versuchs überholt wurde. * kennzeichnet ein statistisch signifikantes Ergebnis ($p < 0.05$)

	Geschwindigkeit, Durchschnitt	Ortskenntnis	Verkehrsdichte	Häufigkeit des Überholtwerdens
Rangkorrelationskoeffizient (Spearman Rho)	0.444	-0.11	-0.344	-0.512
Signifikanz (2-seitig)	0.074	0.673	0.176	0.035**
Anzahl N	17	17	17	17

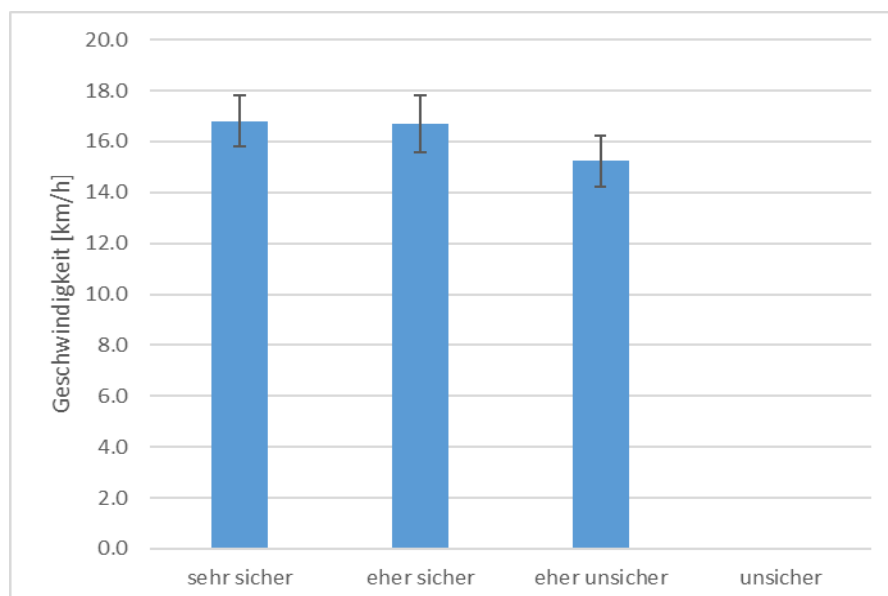


Abb. 46 Gefahrene durchschnittliche Geschwindigkeit für Teilnehmende, die sich sehr sicher, eher sicher bzw. eher unsicher fühlten. Die letzte Gruppe fuhr langsamer als die beiden anderen Gruppen.

4.2.5 Ereignisse

Anhand der Videoauswertungen wurden 70 verschiedene Ereignisse identifiziert und anschliessend kartiert (vgl. Abb. 47). Erwartungsgemäss zeigte sich an den als schwieriger empfundenen Checkpunkten Limmatplatz und Hauptbahnhof/Central eine Häufung von Ereignissen.

Die Ereignisse wurden 6 Kategorien zugeordnet:

- Verhalten am Rotlicht
- Vorbeifahren anderer Verkehrsteilnehmender mit geringem Abstand
- Radstreifen fehlend oder nur eingeschränkt nutzbar
- Benutzung von Fussgängerstreifen und Gehwegen
- Störung durch Teilnehmende selbst verursacht
- Störung durch Dritte

Abb. 48 fasst einzelne Verhaltensmuster bzw. Problematiken zusammen. Es zeigten sich gewisse Fehlverhalten der Teilnehmenden wie das Überfahren von Rotlichtern oder das Befahren von Fussverkehrsflächen. Festgehalten wurden jedoch auch Situationen, die für die Teilnehmenden als «unangenehm» bzw. unsicher wahrgenommen wurden. Dazu zählen knappe Überholvorgänge anderer Verkehrsteilnehmender oder fehlende Radstreifen. Auch führten uneindeutige Signalisationen zu Unsicherheiten bei der Benutzung der Infrastruktur. In Abb. 49 sind einige Beispiele der beobachteten Ereignisse dargestellt.

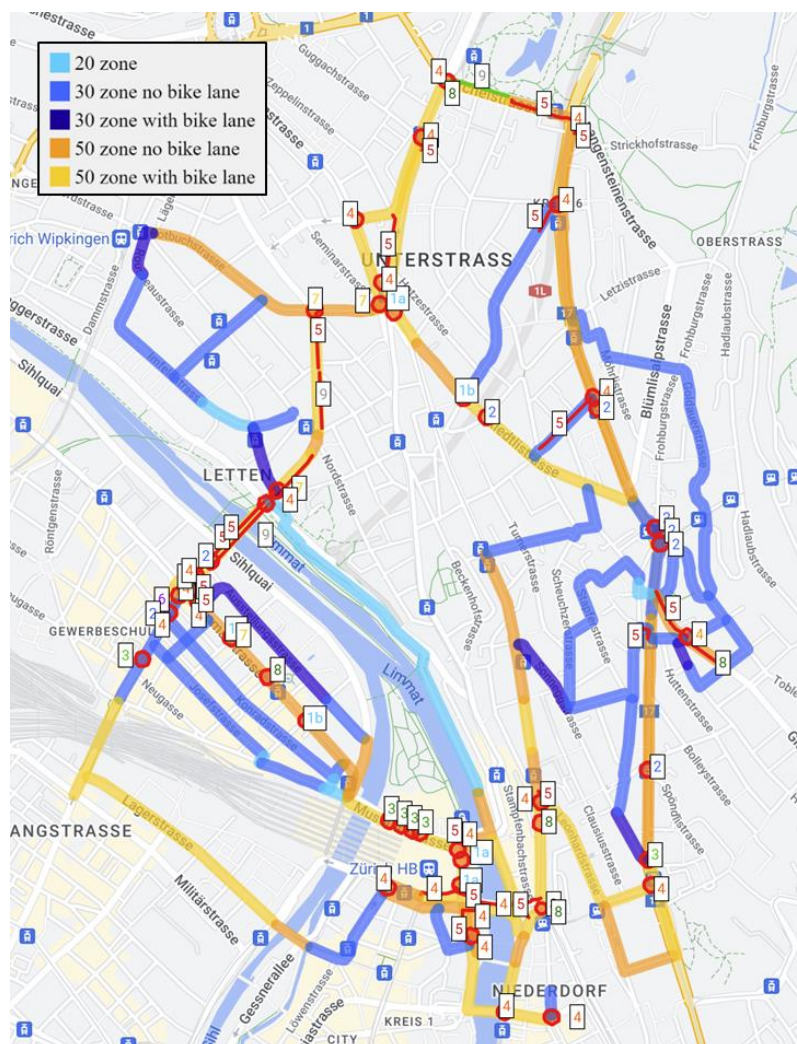


Abb. 47 Anzahl der an den verschiedenen Stellen beobachteten Ereignisse. Die Strecken sind nach der erlaubten Höchstgeschwindigkeit und dem Vorhandensein eines Radstreifens farbkodiert.

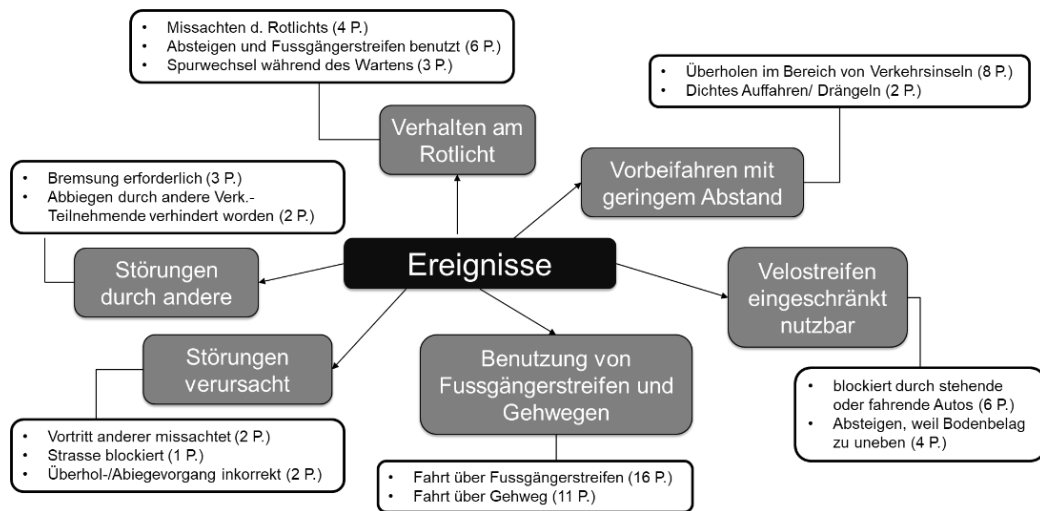
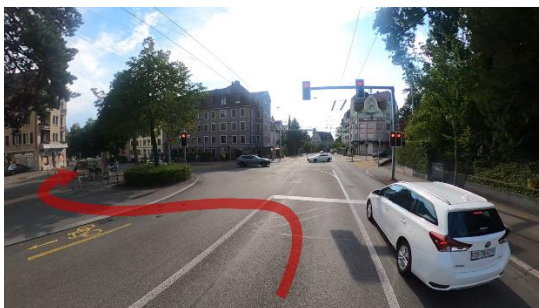
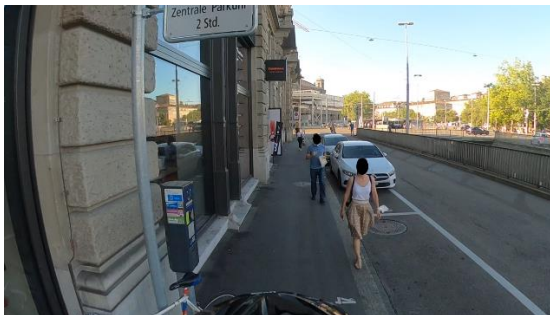
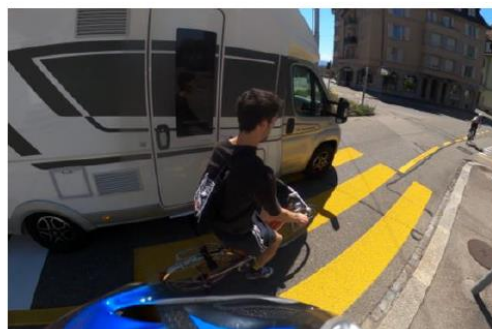


Abb. 48 Ereignisse nach Kategorien. P: Personen.



Nutzung von Gehwegen bzw. Spurwechsel und Fahren über Kreuzungen





Vorbeifahren anderer Verkehrsteilnehmer mit geringem Abstand, teilweise ohne Radstreifen



Blockierter Radstreifen



Unklare Signalisation (hier am Limmatplatz, an dem ein Wechsel an den linken Fahrband der linken Spur vorgesehen ist, um auf dem Radstreifen weiterfahren zu können)

Abb. 49 Beispiele verschiedener Ereignisse.

4.3 Fazit

Im Rahmen von Fahrversuchen mit E-Trottinett-Nutzenden wurden die Verwendung der Verkehrsinfrastruktur und die Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmenden beobachtet. Grundsätzlich fühlten sich die Teilnehmenden bei der Nutzung der vorhandenen Infrastruktur, insbesondere des Radstreifens, sicher. Die Wahl der Route erfolgte individuell, wobei ein erkennbarer Zusammenhang zur vorhandenen Infrastruktur nicht festgestellt werden konnte. Mehrheitlich wurden Strassen mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h genutzt. Die langsame Fahrgeschwindigkeit, d.h. die grosse Differenz zur Geschwindigkeit anderer Verkehrsteilnehmender, empfanden einige Nutzende als unangenehm.

Fehlende oder blockierte Radstreifen, eine unklare Verkehrsführung bzw. Überholvorgänge bei knappen Platzverhältnissen von anderen Verkehrsteilnehmenden nahmen die Personen negativ wahr. Sie sind in solchen Fällen teilweise auf andere Verkehrsflächen, insbesondere Trottoirs oder Gehwege, ausgewichen.

5 Denkbare Entwicklungen

Ziel des Kapitels ist es zu untersuchen, wie E-Trottinette zukünftig den Verkehrsraum und das Mobilitätsverhalten beeinflussen. Nachdem in den vorherigen Abschnitten der aktuelle Stand betrachtet wurde, werden darauf aufbauend denkbare Entwicklungen anhand von aktuellen Mengenrücken, Hinweisen in bestehenden Studien sowie anhand von Antworten aus den Zukunftsgesprächen ermittelt.

5.1 Methodisches Vorgehen

Für die Erarbeitung des Spektrums der Entwicklungen bezüglich der Fahrzeugarten und deren Verbreitung wurden zwei zentrale vorbereitende Arbeiten vorgenommen. Einerseits wurde ein gesamtheitliches Wirkungsschema als Hypothese zur Wirkweise der Verbreitung von geteilten und privaten E-Trottinetten durch die Forschungsstelle erarbeitet. Andererseits fanden Zukunftsgespräche statt, die anhand einer Umfeldanalyse relevanter Fachpersonen zu Stande kamen. Letztere dienten zusätzlich der Validierung des erstellten Wirkungsschemas.

5.1.1 Wirkungsschema geteilte und private E-Trottinette

Die Entwicklung, der Verkauf und die Verbreitung von E-Trottinetten im Strassenverkehr unterliegen einer Vielzahl von Einflussfaktoren. Die Entscheidung einer Person ein E-Trottinett zu kaufen oder ein Sharing-Angebot wahrzunehmen und im öffentlichen Raum zu nutzen hängt von verschiedenen Aspekten wie der Verfügbarkeit, den Kosten, dem Nutzen, dem Sicherheitsgefühl oder globalen Trends und Regulierungen ab. Eine Vielzahl von Beteiligten beeinflusst diese Faktoren wie folgt (vgl. Abb. 50).

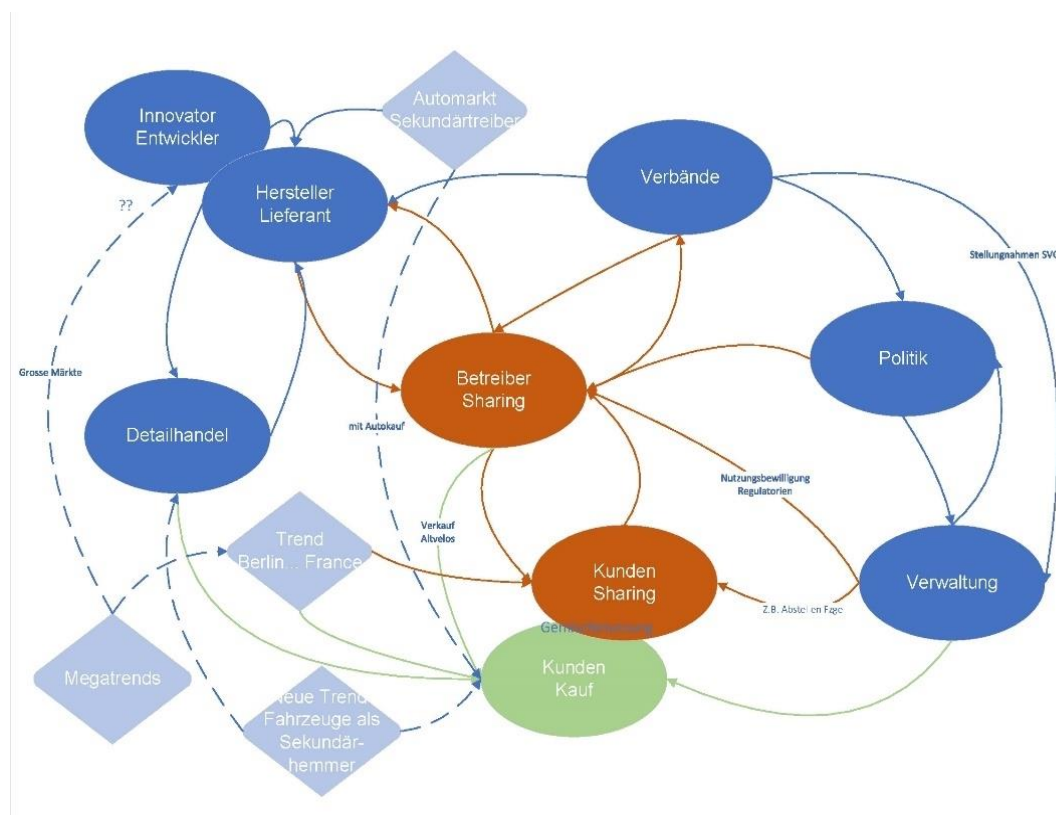


Abb. 50 Wirkungsschema Entwicklung von E-Trottinetten.

Politik / Verbände: Die Politik erlässt Vorschriften zur Zulassung und Nutzung von E-Trotтинетten, auch nach Vorschlägen und aufgrund von Positionen von Verbänden. Die Vorschriften zur Zulassung und Nutzung von E-Trotтинетten variieren international. Aktuelle Vorschriften sowie mögliche Anpassungen in der schweizerischen Gesetzgebung werden im folgenden Kapitel ausführlich beschrieben.

- **Verwaltungen:** Sind die gestaltende und ausführende Stelle im Vollzug für eine sichere Verwendung von geteilten und privaten E-Trotтинетten. Bei geteilten E-Trotтинетten kommt den Verwaltungen der Städte und Gemeinden durch die Regulierung des gesteigerten Gemeindegebrauchs, die Bewilligungspraxis und das Festlegen von Fahrverbots- und Parkierungszonen eine Schlüsselrolle zu.
- **Betreibende Sharing:** Sie reagieren auf Ausschreibungen der Verwaltungen und organisieren den örtlichen Betrieb im Rahmen der Anforderungen. Sie stellen gegenüber den Nutzenden die Dienstleistungserbringenden dar. Im Bereich der Sharing-Fahrzeuge erfolgen in enger Zusammenarbeit mit den Herstellenden Weiterentwicklungen und Verbesserungen.
- **Innovatoren, Entwickelnde und Herstellende:** Sie investieren finanzielle und produktionelle Ressourcen in Projekten und tragen das finanzielle Risiko. Sie reagieren auf Nachfrage und Trends und akzentuieren diese im Rahmen der geltenden Regulierung. Wichtige Entwicklungsanstösse stammen zum Teil aus der Automobilbranche, weil für die Ergänzung des MIVs zunehmend nach Mobilitätslösungen für die «letzte Meile» gesucht wird.
- **Liefernde:** Sie stellen den Handel von E-Trotтинетten an der Schnittmenge zwischen Konsumgütern und Fahrzeugen sicher.
- **Detailhandel (online und stationär):** Entscheidet, welche Produkte im Sortiment aufgenommen werden und reagiert kurzfristig auf Nachfrageveränderungen wie z.B. Verkaufsförderungen. Da E-Trotтинette in ihrer Nutzung und Zielgruppe in Konkurrenz zu weiteren Fahrzeugentwicklungen (z.B. E-Roller) und Konsumententscheidungen stehen, sind Schwankungen des Absatzes von E-Trotтинетten mit Strassenzulassung zu erwarten.
- **Kundschaft Sharing und Kauf:** Zwei Segmente von Nutzenden, die sich gemäss Umfrage nicht unbedeutend unterscheiden. Dennoch spielen Nutzungserfahrungen mit geteilten E-Trotтинетten im In- und Ausland (z.B. als touristische Nutzung) bei Kaufentscheidungen eine wichtige Rolle. Kosten (Anschaffungspreis vs. Nutzungsgebühren) dürften die Kauf- bzw. Nutzungsmuster neben der Verfügbarkeit ebenfalls beeinflussen.

5.1.2 Zukunftsgespräche

Um die bisherige Entwicklung der elektrischen Kleinstfahrzeuge und E-Trotтинette auf dem Markt und in der Gesellschaft besser verstehen und denkbare Szenarien ableiten zu können, wurden Fachpersonen befragt, die in der Entwicklung, in Verbänden für Elektrofahrzeuge und im Verkauf tätig sind. Themen der Gespräche waren u.a. Fahrzeugentwicklung, Sicherheit und mögliche Auswirkungen auf die Verkehrsplanung. Dabei wurden auch verschiedene Treiber wie die technologische Entwicklung diskutiert. Tab. 14 zeigt eine Übersicht der befragten Fachpersonen und ihren jeweiligen Tätigkeiten.

Tab. 14 Befragte Personen für die Zukunftsgespräche

Person	Institution	E-Trottinette	elektrische Kleinstfahrzeuge
Annick Roetynck	LEVA-EU		x
Philippe Crist	ITF/OECD	x	x
Jörg Beckmann	Mobilitätsakademie	x	
Gerrit Müller	Scott Sports		x
Wim Ouboter	Micro Mobility Systems	x	x
Sergio Tresch / Gabriel Barosa	Aureus Drive		x
Martin Kyburz / Rolf Menzi	Kyburz Switzerland		x

Die Zukunftsgespräche fanden in Form von 30-minütigen leitfadengestützten Einzelinterviews statt. Generell sind die Gespräche zielorientiert verlaufen, jedoch von grosser inhaltlicher Heterogenität geprägt. Sowohl unter den Befragten der gleichen «Kategorie» (Hersteller-zu-Hersteller), also auch zwischen Herstellenden und Mobilitätsberatern wurden teilweise stark unterscheidende Antworten in Bezug auf die gleiche Fragestellung geäussert. Dies deutet darauf hin, dass der Markt bisher nicht konsolidiert ist und das Spektrum «denkbarer Entwicklungen» breit ausfallen könnte.

5.2 Anpassung der zulassungsbezogenen Rahmenbedingungen

Der Bundesrat überarbeitet zurzeit die Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS). Er empfiehlt in seiner aktuellen Vernehmlassung⁷ zur Teilrevision folgende Einteilung der zugelassenen Elektro-Fahrzeuge, die zur individuellen Fortbewegung verwendet und nicht der Kategorie «Auto» zugeordnet werden können:

- Motorfahräder:
 - Leichtmotorfahräder (inkl. E-Trottinette): Elektrisch betriebene Fahrräder, Cargobikes und Trottinette, bis zu einer Geschwindigkeit von 25 km/h, einem Gesamtgewicht bis max. 250 kg und bis zu 1 m breit
 - Elektrostehroller (E-Segways): Selbstausgleichende Elektrofahrzeuge bis zu einer Geschwindigkeit von 25 km/h, einem Gesamtgewicht bis max. 250 kg und bis zu 1 m breit
 - Schwere Motorfahräder: Schwere Lastenräder zum Sachen- und Personentransport (Elektro-Rikschas) und Seniorenmobile bis zu einer Geschwindigkeit von 25 km/h, einem Gewicht von bis zu 450 kg und einer Breite von bis zu 1 m (einplätziges Fahrzeuge zum Sachentransport bis 1.20 m breit)
 - Schnelle Motorfahräder: Schnelle E-Bikes oder Mofas mit einer Geschwindigkeit bis 45 km/h, bzw. 30 km/h, einem Gesamtgewicht bis 200 kg und einer Breite von max. 1 m
- Motorräder:
 - Kleinmotorräder (2-Rad)
 - Elektro-Rikschas: Dreirädriges gedecktes Elektro-Velo, das neben der fahrenden Person für zwei Fahrgäste Platz hat
 - Kleinmotorräder (3-Rad)
- Leicht-, Klein- und dreirädrige Motofahrzeuge:
 - Dreirädrige Motofahrzeuge
 - Leichtmotofahrzeuge
 - Kleinmotofahrzeuge

Die wichtigste Neuerung für das E-Trottinett betrifft die maximale Geschwindigkeit, die neu 25 km/h und nicht wie bisher 20 km/h beträgt.

Bei der vorgeschriebenen Benutzung von Verkehrsflächen ändert sich mit der Teilrevision der VTS für E-Trottinette nichts. Sie müssen weiterhin die Veloinfrastruktur benutzen, wenn sie vorhanden ist. Falls eine solche Infrastruktur nicht vorhanden ist, wird zusammen mit dem MIV im Mischverkehr gefahren. In Ausnahmefällen sind E-Trottinette genauso wie Velos und leichte E-Bikes auf signalisierten Fusswegen mit der Zusatzsignalisation «Velo gestattet» erlaubt. Die Benutzung von

⁷ Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK. Bundesamt für Strassen ASTRA, Abteilung Strassenverkehr. Verkehrsflächen für den Langsamverkehr. Erläuternder Bericht zur Eröffnung des Vernehmlassungsverfahrens. 28. Juni 2023.

Radstreifen wird zukünftig vermutlich sicherer, da diese neu mit baulichen Elementen geschützt werden können.

Neu fällt die Benutzungspflicht von Velowegen für schwere Motorfahräder weg. Allerdings ist davon auszugehen, dass schwere Motorfahräder der Güterlogistik weiterhin die Veloverkehrsflächen besonders im urbanen Raum benutzen werden, wenn sie schneller, direkter und sicherer ausgestaltet sind. Bei zu engen Verhältnissen könnten Konflikte mit E-Trottinett-Nutzenden entstehen.

Diese geplanten Änderungen beeinflussen den (rechtlichen) Kontext, in welchem sich E-Trottinette im Strassenraum wiederfinden, nicht bedeutend. Fahrzeugseitig ist zwar zu erwarten, dass die höhere zulässige Geschwindigkeit zu punktuell empfundenen Attraktivitätssteigerungen führt. Dies dürfte aber Teile der Zielgruppen betreffen, die schon heute in Bezug auf die Sicherheit bei der Benutzung von E-Trottinette wenig Bedenken haben. Von einer grösseren Verbreitung oder veränderten Zielgruppe ist nicht auszugehen. Für die Auswirkungen auf das Unfallgeschehen sind qualitative Abschätzungen nicht ohne weiteres möglich.

5.3 Neuproduktentwicklungen

Um verkehrsplanerisch angemessen auf die Entwicklung der E-Trottinette und ggf. weitere elektrische Leichtfahrzeuge zu reagieren, sind die zeitlichen Planungshorizonte der Herstellenden von grosser Relevanz. Zudem hilft es Faktoren in der Früherkennung von Neuproduktentwicklungen zu kennen, die die Investitionsflüsse in spezifische Neuproduktentwicklungen lenken. Diese Aspekte sind wichtig, weil sie massgeblich das Angebot auf dem Markt und damit auch das heutige und zukünftige Marktgeschehen bestimmen.

Aufgrund der Zukunftsgespräche lassen sich folgende Erkenntnisse festhalten. Im Falle von wertigeren elektrischen Kleinstfahrzeugen im Kontext der Länder des globalen Nordens und bei Firmen mit Langfristvisionen, sind bis zu 20 Jahre lange Planungshorizonte möglich. Solche Horizonte sind jeweils in vier bis fünf aufeinanderfolgende Produktgenerationen mit wiederum je zwei bis drei Jahren Vorplanungen unterteilt. Beispielsweise werden elektrische Kleinstfahrzeuge unter solchen Rahmenbedingungen in Japan entwickelt. Die Planungshorizonte liegen jedoch, vor allem für günstigere E-Trottinette, meistens bei maximal zwei bis drei Jahren und sind somit relativ kurz geworden, weil technologische Entwicklungen immer schneller voranschreiten.

Zudem werden viele Entwicklungen auf Nutzende ausgerichtet, die eher unerwartet in die Aufmerksamkeit der Herstellenden und Investierenden fallen. Ein Beispiel ist das Interesse der Autoherstellenden, die E-Trottinette als zeitgemässe Ergänzung für die letzte Meile in Bezug auf ihr klassisches (E-)Fahrzeugkonzept einplanen und so die Gruppe der potenziell Nutzenden erweitern möchten. Vor dem Hintergrund dieser kurzen Planungshorizonte werden allerdings kaum Payback- oder Return-on-Investment-Überlegungen durchgeführt. Es gilt mehrheitlich die Überzeugung einer Idee, sodass von einem zum anderen Produkt quersubventioniert wird. In den Zukunftsgesprächen wurde in Bezug auf Neuproduktentwicklungen zudem bemängelt, dass «jedes Land sein eigenes Süppchen kocht» (Zitat Wim Outbater), was die Regulation und technischen Spezifikationen betrifft. Die Folge sind komplizierte und kostspielige Neuproduktentwicklungen für die Herstellenden, was zu einer schwierigen Ausgestaltung von rentablen Projekten führt.

Die Herstellenden orientieren sich bei ihren Neuproduktentwicklungen im Bereich der E-Trottinette im Allgemeinen an folgenden Faktoren:

- Nutzen der Konsumierenden: Wo ist viel Kundennutzen mit wenig Geld erreichbar? Eher bei Freizeit- oder Arbeitsfahrzeugen? Vertrieb über Business-zu-Business oder über den Detailhandel?
- Erreichbare Marktstellung: Können wir als Herstellende die Ersten nach dem Prinzip «the winner takes it all» sein?
- Funktionale Verbesserungen: Schaffen wir es als Herstellende mehr Leistung, mehr Reichweite und mehr Komfort zu erzeugen?
- Beschaffungsseite: Können wir als Herstellende die wichtigen Komponenten vermehrt in geografisch näheren Gebieten beschaffen? Bspw. in Osteuropa, weil somit die Krisenresistenz und Nachhaltigkeit verbessert werden kann?
- Energiebilanz: Wie sieht es mit Blick auf CO₂/graue Energie aus, weil die (potentiell) Nutzenden kritisch vergleichen?

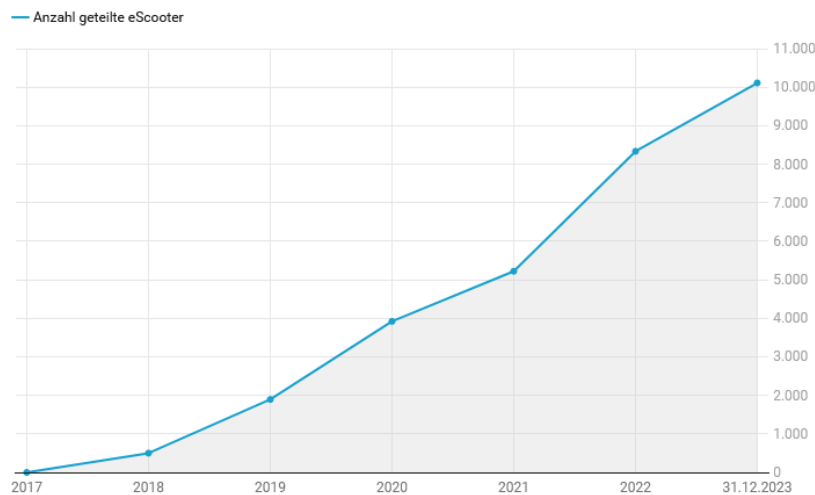
Die befragten Herstellenden fokussieren sich in den nächsten Jahren auf die Aspekte Antriebstechnologie und Ladekapazität für mehr Leistung und Reichweite, Integration von Technik für kompaktes bzw. schönes Design und Optimierung der Beschaffungskette. Zudem werden sie sich intensiv mit der Digitalisierung befassen, weil sie davon ausgehen, dass diese nutzenbringenden Funktionen wie predictive maintenance, Flottenhandling, etc. hervorbringen wird. Insbesondere die «repairability», d.h. Fahrzeuge einfach auseinanderbauen und Einzelteile wie z.B. die Elektronik oder Batterie ersetzen, soll künftig erheblich verbessert werden. Damit erreicht die Optimierung, die bisher auf die Produktentwicklungen von geteilten E-Trottinetten beschränkt war, auch die privaten E-Trottinette.

Als Fazit bezüglich Herstellende und Neuproduktentwicklungen kann festgehalten werden, dass es trotz anspruchsvoller Rahmenbedingungen auch in Zukunft immer wieder neue Entwicklungen elektrischer Kleinstfahrzeuge geben wird. E-Trottinette werden aber in den nächsten Jahren eher in Form von weiter optimierten Produktgenerationen angepasst und damit den Markt der Personmobilität mit neuen «Erlebniskomponenten» ausstatten, aber nicht revolutioniert werden.

5.4 Mengenentwicklungen und Diffusion

5.4.1 Entwicklung der Fahrzeugzahl

In den letzten Jahren konnten sich Verleihsysteme von E-Trottinetten in vielen asiatischen, nord- bzw. südamerikanischen, europäischen und australischen Städten etablieren. Der Markt wächst international hochdynamisch mit einer Geschwindigkeit, die selbst die Entwicklung des stationslosen Bikesharing übertrifft. Und dennoch sind viele parallele Entwicklungen erkennbar. So ist davon auszugehen, dass auch im Bereich der E-Trottinette nach dem schnellen Markthochlauf eine einschneidende Konsolidierung folgt und die hohe Anzahl der Konkurrenz einige Unternehmen zwingen wird, sich vom Markt zurückzuziehen oder mit anderen Anbietenden zusammenzuschliessen [12]. Auch in der Schweiz konnten sich mehrere Anbietende erfolgreich etablieren, was die Fahrzeugzahl gemäss Abb. 51 bestätigt.



Hinweis: Die Fahrzeug-Flotten der Anbieter Bolt, Lime und Tier beinhalten auch einen kleinen Anteil an eBikes (free-floating).

Quelle: CHACOMO Mitglieder • [Daten herunterladen](#) • Erstellt mit [Datawrapper](#)

Abb. 51 Entwicklung Anzahl geteilte E-Scooter (Quelle: [42]).

In Bezug auf die zukünftige Entwicklung bei geteilten E-Trottinetten unterscheiden sich die Einschätzungen in den Zukunftsgesprächen zwischen Herstellenden und Mobilitätsberatenden deutlich. Bei den Herstellenden gehen die Entwicklungsprognosen für geteilte E-Trottinette in folgende Richtung: Die Verbreitung wird etwa gleichbleiben, vielleicht sogar abnehmen, da Regulationen tendenziell zunehmen. Ergänzt wird, dass im Sharing-Geschäft viele Firmen wenig bis kein Geld verdienen. Die Verschleiss- und Wegwerfmentalitäten sind für Unternehmen zudem anspruchsvoll, insbesondere wenn sie nachhaltige Ziele umsetzen wollen. In Richtung der öffentlichen Hand besteht die Hoffnung, dass sich die teilweise «chaotischen Zustände» im öffentlichen Raum gemeinsam mit den Sharing-Anbietenden verbessern. Die Zukunftsgespräche mit Mobilitätsfachpersonen

mit beratender Stimme sind inhaltlich einheitlicher und optimistischer. Sie gehen von einer mehrfachen Zunahme der Nutzung von geteilten E-Trotтинетten, v.a. wegen des Trends zur «Shared Economy», aus. Optimale Wegeketten, der in Zukunft abnehmende Besitz von Privatautos und der damit gewonnene Platz bzw. die zunehmende Sicherheit sind weitere Gründe für eine künftig verstärkte E-Trotтинette-Nutzung. Das Wachstum der geteilten E-Trotтинette könnte allerdings aufgrund der hohen Leihkosten im Gegensatz zu den privaten E-Trotтинетten negativ beeinflusst werden. Entscheidend sei, dass die Anbietenden erfolgreich mit Gemeinden und Städten zusammenarbeiteten, weil davon letztlich auch die Akzeptanz der Bevölkerung abhängt.

Eine Abschätzung der Nutzungsentwicklung von privaten E-Trotтинетten fehlt für die Schweiz. Aus den offiziellen Zollstatistiken lassen sich anhand der Kategorie «Elektrische Trendfahrzeuge» (Kategorie 8711.6000/990) ungefähre Zahlen ableiten, wobei E-Trotтинette und weitere Trendfahrzeuge, sowohl mit als auch ohne Strassenzulassung erfasst werden. Im Jahr 2019 wurden rund 68'000 Trendfahrzeuge importiert [12: 27]. Weil damit unklar bleibt, wie viele private E-Trotтинette gekauft wurden bzw. auf Schweizer Strassen verkehren, wurde ein Mengengerüst basierend auf effektiven Absatzzahlen von zwei Onlineshops geschätzt. Die beiden Geschäfte erwirtschaften rund die Hälfte des Umsatzes im Schweizer Elektronikmarkt. Die Absatzzahlen wurden mit dem Verhältnis 60:40 online zu stationärem Handel korrigiert. Abb. 52 verdeutlicht die grobe Schätzung der Anzahl privater E-Trotтинette, die in der Schweiz unter Einbezug einer mittleren Lebensdauer von 1.5 Jahren in Gebrauch sein dürften. Als Vergleichswert sind die Absatzzahlen in Frankreich, normiert auf die Schweizer Bevölkerungszahl, dargestellt. Private E-Trotтинette sind allerdings gegenüber dem Vergleichsmarkt Frankreich⁸ mit rund zwei Jahren Verzug aufgenommen worden.

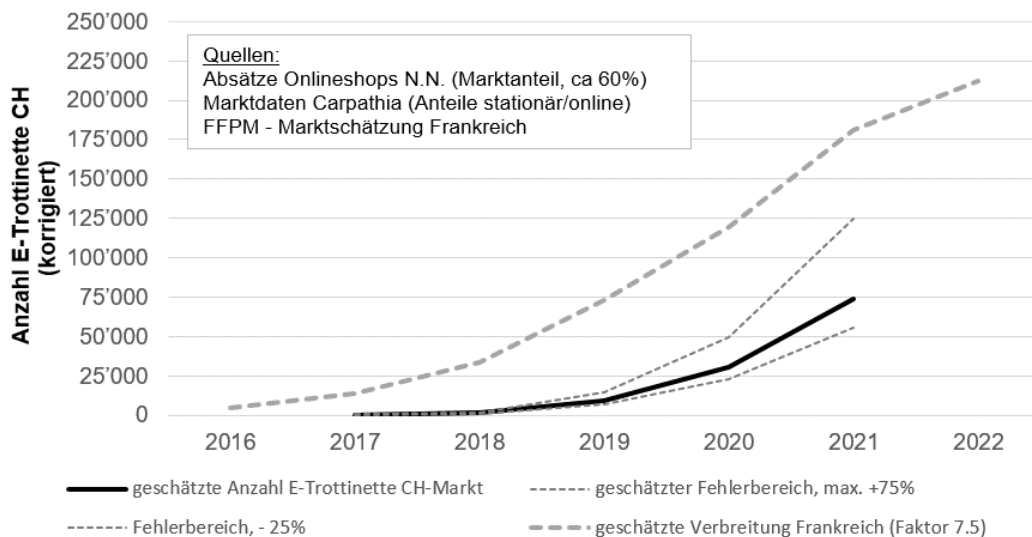


Abb. 52 Summe privater E-Trotтинette in der Schweiz, korrigiert nach Lebensdauer (ca. 1.5 Jahre) (Datenquelle: Onlineshops N.N., [44, 43]).

In Bezug auf die zukünftige Entwicklung bei privaten E-Trotтинетten unterscheiden sich die Einschätzungen über alle Zukunftsgespräche deutlich. Die Mehrheit der befragten Fachpersonen sind sich jedoch einig, dass gekaufte E-Trotтинette die zukünftige Mobilität verstärkt beeinflussen. Gründe dafür sind eine in Zukunft leichtere und handlichere Bauweise, die es ermöglicht die Fahrzeuge weiterhin kostenlos im ÖV mitzunehmen. Für den Schweizer Markt geht der Pionierherstellenden der Mikromobilität davon aus, dass sich das Volumen der privaten E-Trotтинette auf Schweizer Strassen in zehn Jahren mindestens verdreifacht, also von heute geschätzten 100'000 auf mindestens 300'000 E-Trotтинette erhöht. Im Ausland seien sogar Verzehnfachungen möglich, weil dort E-Trotтинette das günstigste Verkehrsmittel seien. Andere Fachpersonen äusserten sich in den Zukunftsgesprächen zurückhaltender und schätzen das zu erwartende Volumen auf 200'000 private E-Trotтинette. Sie betonten jedoch, dass die Zahl deutlich zunehmen könnte, wenn Gesetze zugunsten der Nutzung und die Zusammenarbeit mit dem ÖV zunehmen. Lediglich ein befragter

⁸ In Frankreich beobachtet die Fédération des Professionnels Micro-mobilité FFPM die Entwicklung verschiedener Formen der Mikromobilität. Dabei zeigten die Verkäufe von E-Trotтинетten seit 2016 steil nach oben und lagen 2020 bei 640'000 verkauften Einheiten. Für 2022 berichtet die Branchenorganisation von Anzeichen einer Marktsättigung bei E-Trotтинетten: Es wurden weitere 759'000 E-Trotтинette abgesetzt, sodass FFPM in Frankreich von rund 2.5 Mio. privaten E-Trotтинетten in Verwendung bzw. ebenso vielen Nutzende ausgeht. [43]

nutzfahrzeug- und B2B-orientierter Hersteller nennt die E-Trottinette ein «Spielzeug» und beschreibt sie als ein vergängliches Phänomen. Damit scheint ein Fazit möglich, wenn auch mit gewissen Unsicherheiten behaftet. Aus Sicht der Herstellenden werden gekaufte E-Trottinette in der Schweiz bis zum Jahr 2032 vermutlich weiter zulegen.

5.4.2 Treiber und Hemmer der Marktentwicklung und -diffusion

Für die Übersicht, der für die Entwicklung und Verbreitung von E-Trottinetten relevanten Personen, wurde ein Wirkungsschema als eine Art Hypothese erarbeitet und in den Zukunftsgesprächen besprochen. Mit den Fachpersonen wurden insbesondere die Treiber und Hemmer der Verbreitung von privaten und geteilten E-Trottinetten diskutiert. Die Befragten waren weitgehend mit dem Wirkungsschema einverstanden und bezeichneten Technologie, Trends, Regulation und Kosten als die wichtigsten Faktoren für die prognostizierten Entwicklungen. Folgende Schlüsselaussagen in Bezug auf die Treiber und Hemmer der Marktentwicklung und -diffusion lassen sich aus den Zukunftsgesprächen ziehen:

- Kosten: Sind sowohl in der Personenmobilität als auch der Logistik zentral
- Nutzende: Für Nutzende ist der Komfort am wichtigsten, dann bestimmen sie die für sie geeigneten Modalitäten
- Möglichkeiten der Nutzung: Hängen stark von Regulationen ab
- Abstellplätze: Die Verbreitung von geteilten E-Trottinetten ist das Resultat, wie gut dieser «Verteilkampf» (v.a. innerstädtisch) gelöst werden kann
- Infrastrukturen: In allen Aspekten, im Sinne von Eignung und Sicherheit von E-Trottinetten sowie Durchgängigkeit («ein Netz», «ein Hub») bis hin zu 220V-Steckdose an Bordsteinkante, ist die Infrastruktur ein Treiber oder Hemmer
- Staatliche Förderungen und Sanktionen: Vor allem günstige, aus Verkehrssicherheits-Sicht problematische, Produkte können grosse Folgekosten (Unfälle, Imageschäden) verursachen, die die Allgemeinheit und Herstellende und nicht Verursachende tragen
- Kommunikation Politik und Behörden: Vermehrt Nutzen statt Schäden betonen
- Umwelt(kosten): Sind nicht in den Nutzungs- und Verkaufspreisen internalisiert
- Business-Modelle: Sind immer mehr datengetrieben, nutzerfreundlicher, kosteneffizienter

5.4.3 Synthese der prospektiven Marktdiffusion

Durch Zusammenführen der Ergebnisse aus den vorangehenden Kapiteln lassen sich aus der Markteinschätzung und den Zukunftsgesprächen die erwartenden Fahrzeugzahlen von E-Trottinetten auf Schweizer Strassen in den nächsten Jahren darstellen (vgl. Abb. 53). Sowohl geteilte als auch private E-Trottinette werden in zehn Jahren, ausgehend von der heutigen Verbreitung mit rund 300'000 aktiv genutzten privaten E-Trottinetten (M3), den Hochpunkt in der Nutzung erreichen. Geteilte E-Trottinette sind noch stärker von den Regulativen abhängig, sodass sich hinsichtlich der Nutzung zwei mögliche Entwicklungen ergeben. Entweder sie etablieren sich im Verkehrssystem oder sind stark rückläufig und werden zunehmend von anderen Verkehrsmitteln verdrängt.

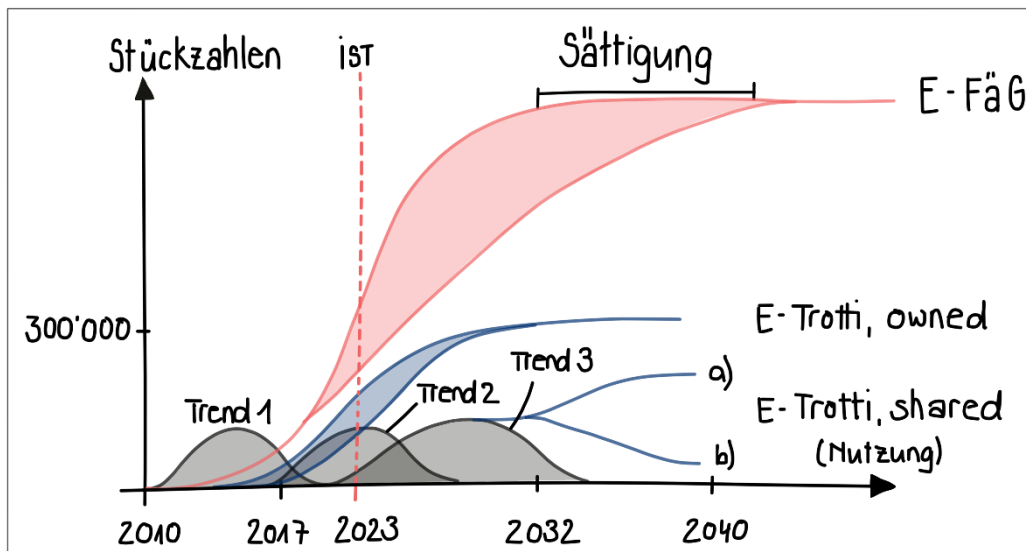
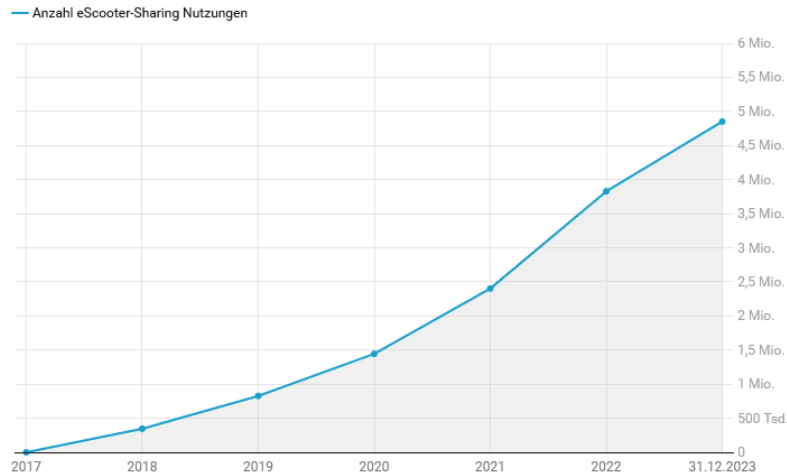


Abb. 53 Mögliche Entwicklung der Fahrzeugzahlen von E-Trottinetten auf Schweizer Strassen.

Die befragten Fachpersonen lieferten in den Zukunftsgesprächen mit ihren Aussagen die Hintergründe, welche Entwicklungen in den nächsten 10 bis 20 Jahren bei E-Trottinetten und anderen elektrischen Kleinstfahrzeugen zu erwarten sind. Das gesamte Verkehrsvolumen durch elektrische Kleinstfahrzeuge wird gemäss der Fachpersonen im Bereich Personenmobilität und Güterlogistik verstärkt wachsen, allerdings ab spätestens 2040 abflachen. Unter der Summenkurve der erwarteten Fahrzeugzahlen lassen sich Entwicklungen für einzelne Fahrzeugkategorien annehmen. Bei den privaten E-Trottinetten wird aufgrund der Fahrzeugoptimierungen erwartet, dass sie mehrheitlich von der Bevölkerung akzeptiert werden. Eine ähnliche Akzeptanzzunahme konnte beispielsweise bei den langsamen E-Bikes als Weiterentwicklung des Velos erkannt werden. Die Zukunftsgespräche ergaben aber auch, dass neben den E-Trottinetten weitere Verkehrsträger wie Hoverboards oder Monowheels kurzfristige «Hypes» (d.h. Glockenkurven) in Bezug auf die Nutzerzahlen aufweisen können und auf den Strassen sichtbar werden. Die einzelnen Fahrzeugentwicklungen, so die Erwartung der Fachpersonen, unterstützen die Gesamtentwicklung der elektrischen Kleinstfahrzeuge und konkurrieren aufgrund des unterschiedlichen Nutzens und der verschiedenen Nutzergruppen kaum.

5.5 Nutzenden-seitige Entwicklungen

Mit einem Fokus auf die Entwicklung von geteilten E-Trottinetten kann zusätzlich die denkbare Entwicklung in Bezug auf die aktiven Nutzenden eingegrenzt werden. In Abb. 54 sind zunächst die Nutzungszahlen, d.h. die Summe der Ausleihen von geteilten E-Trottinetten, ab 2017 dargestellt. 2022 wurden fast vier Millionen Ausleihen durch aktive E-Trottinett-Nutzende getätigt.



Hinweis: Die Fahrzeug-Flotten der Anbieter Bolt, Lime und Tier beinhalten auch einen kleinen Anteil an eBikes (free-floating).

Quelle: CHACOMO Mitglieder • [Daten herunterladen](#) • Erstellt mit [Datawrapper](#)

Abb. 54 Entwicklung Anzahl Nutzungen geteilter E-Scooter (Quelle: [42]).

In den Zukunftsgesprächen wurden die Fachpersonen nach dem zu erwartenden gestifteten Nutzen bei E-Trottinetten befragt. Das Nutzenpotenzial von E-Trottinetten scheint grundsätzlich unbestritten zu sein, wobei verschiedene Nutzungsaspekte für die Zielgruppen erwähnt wurden. E-Trottinette seien ideal für kurze Distanzen, d.h. für die erste und letzte Meile, da sie eine rund dreimal schnellere Geschwindigkeit als Zufussgehende aufweisen. Zusätzlich sind besonders private E-Trottinette im Vergleich kostengünstig und wegen der Handhabbarkeit leicht in das persönliche Mobilitätsverhalten integrierbar. Daneben wurden teilweise auch Motive wie Vergnügen bei der Fortbewegung sowie geringere körperliche Anstrengung erwähnt. Aus dem Bereich «Sharing Economy» geht zudem aus wirtschaftlicher Perspektive hervor, dass die Business-Modelle auf der Denke fussen, «mechanised walking» (private E-Trottinette) zu «monetized walking» (geteilte E-Trottinette) umzulegen. Die Hauptnutzen sind jedoch gemäss der Fachpersonen die Flexibilität der Nutzung, der intermodale kostenlose Gebrauch im ÖV oder die Unimodalität in Kombination mit einer witterungsbedingten Rückfallebene wie z.B. dem ÖV oder dem Auto.

Um ein Verständnis dafür zu bekommen, wie stark die Akzeptanz für Mikromobilität und damit auch E-Trottinette in der Schweizer Bevölkerung über die Zeit zu- oder abnimmt, kann das Barometer Elektromobilität des TCS [45] herangezogen werden. Seit 2019 werden jährlich repräsentative Befragungen (vgl. Tab. 15) durchgeführt, woraus sich eine tendenzielle Entwicklung der aktiven Nutzenden von privaten und geteilten E-Trottinetten ablesen lässt. Der Anteil der Personen, die häufiger das E-Trottinette verwenden möchten, stagniert. Ebenso stagniert der Anteil der Personen, die eine stark ablehnende Haltung gegenüber E-Trottinetten haben. Auf der anderen Seite steigt der Anteil der Personen, die E-Trottinette nutzen.

Tab. 15 Einschätzung der zukünftigen Nutzung von Mikromobilität (z.B. E-Trottinette) [45]

	Total – 2019	Total – 2020	Total – 2021	Total – 2022	Tendenz
deutlich mehr nutzen	27	18	21	20	→
eher mehr nutzen	93	86	88	56	↘
gleich wie heute nutzen	99	83	90	59	↘
eher weniger nutzen	20	22	22	28	↗
deutlich weniger nutzen	13	12	12	3	↘
nutzen Fortbewegungsmittel schon	648	711	691	742	↗

Insgesamt lässt sich daher eine Tendenz zur Konsolidierung der Zielgruppen beobachten, die E-Trottinette für sich als relevantes Verkehrsmittel betrachten und aktiv nutzen. Für Sharing-Nutzende kann aufgrund einer Umsatzprognose für den Schweizer Sharing-Markt eine grobe Anzahl der aktiv Nutzenden hergeleitet werden (vgl. Tab. 16). Mit einer moderaten Zunahme des Umsatzes pro Person ergibt sich eine Zunahme von aktuell 665'000 Nutzenden (ca. 5.75 Nutzungen à CHF 5 pro Nutzenden über das Jahr 2022) auf rund 755'000 im Jahr 2027. Obwohl die absoluten Zahlen mit grosser Vorsicht zu betrachten sind, lassen sich darauf aufbauend qualitative Szenarien in Form von möglichen Entwicklungen formulieren.

Tab. 16 Projektion der aktiven Nutzenden von Sharing-E-Trottinetten in der Schweiz [46]

	Umsatz(-prognose*) CH in Mio. Euro	Umsatz pro Nutzer:in in Euro (gerundet)	Geschätzte aktive Nutzende CH (gerundet)
2017	0	24	-
2018	1	23	60'000
2019	8	24	345'000
2020	12	25	475'000
2021	14	25	565'000
2022	18	27	665'000
2023*	19	27	705'000
2024*	20	27	720'000
2025*	20	28	730'000
2026*	21	28	740'000
2027*	22	28	755'000

5.6 Entwicklungsszenarien E-Trottinette

Aus den bisher im Projekt gewonnen Erkenntnissen wurden folgende Grundannahmen zur Formulierung der denkbaren Entwicklungen getätigt:

- Verfügbarkeit von E-Trottinetten: Zunahme von E-Trottinetten im öffentlichen Raum durch private und geteilte E-Trottinette
- Nutzungsverhalten: E-Trottinette werden in Kombination mit dem ÖV genutzt, die Mitnahme betrifft nur die privaten, nicht die geteilten E-Trottinette
- Verkehrsflächenwahl: E-Trottinett-Nutzende werden aufgrund bestehender bzw. geplanter Gesetzesrevisionen auch in Zukunft auf Veloverkehrsflächen unterwegs sein, wenn solche vorhanden sind

Damit lassen sich zwei mit grosser Wahrscheinlichkeit eintretende Hauptszenarien gemäss Tab. 17 zuhanden der Modellanwendung mit dem jeweiligen Erkenntnisinteresse formulieren.

Tab. 17 Übersicht der Szenarien von E-Trottinette nach ihren Verfügbarkeiten sowie jeweiliges Erkenntnisinteresse

	Verfügbarkeit privat (Anzahl private E-Trottinette, CH)	Verfügbarkeit geteilt (Zugangsdistanz zu geteilten E-Trottinetten, ab Wohnort)	Erkenntnisinteresse an zu erklärender Variablen
Szenario 1 P+ / S+	300'000	100m	• Änderung Modalsplit • Nutzung Veloinfrastruktur
Szenario 1A <i>Zugangs-distanz</i>	300'000	50m	• Änderung Modalsplit • Nutzung Veloinfrastruktur
Szenario 2 P++ / S	500'000	150m	• Änderung Modalsplit • Parkierungsbedarf bei verschiedenen Einrichtungen des täglichen Bedarfs
Szenario 2A <i>Intermodalität</i>	500'000	100m	• Parkierungsbedarf an Bahnhöfen und ÖV-Haltestellen

Das Hauptszenario 1 geht von einer moderaten Entwicklung von privaten und geteilten E-Trottinetten aus. Hier interessiert mit dem Szenario 1A zusätzlich das Zusammenspiel von Sharing-Betrieb und privater Nutzung, weshalb auch eine sehr geringe Zugangsdistanz von 50 m ab dem Wohnort im Siedlungsraum untersucht werden sollte. Im Hauptszenario 2 nehmen private E-Trottinette gegenüber Sharing-Betrieben übermässig zu, was sich in einer mittleren Zugangsdistanz über alle Teilräume von 150 m ausdrücken wird. Zusätzlich interessiert der Aspekt der Intermodalität in dem Unterszenario 2A, wobei hierbei der Parkierungsbedarf an Bahnhöfen und ÖV-Haltestellen modelliert werden soll.

Die dargestellten Entwicklungsszenarien wurden nicht als konsolidierte Szenarien im Modell implementiert, sondern die Paramater Verfügbarkeit mit den Dimensionen Intermodalität und Raumstruktur am Modell gemäss folgendem Kapitel auf ihre verkehrliche Wirkung untersucht.

6 Einflussfaktoren auf die Verfügbarkeit und Nachfrage

Für die folgenden Auswertungen wurde der Fokus auf die Verfügbarkeit der Mobilitätswerkzeuge, sowie auf die Potenziale im tatsächlichen Mobilitätsverhalten gelegt. Die Verfügbarkeit (vergleiche Kapitel 6.1) sowie die Verkehrsmittelwahl (vergleiche Kapitel 6.2) werden im Folgenden ermittelt. Die im Projekt definierten Potenzialabschätzungen sind im Kapitel 6.3 beschrieben, sodass darauf basierend ein Fazit (vergleiche Kapitel Kap. 6.4) gezogen werden kann.

6.1 Besitzmodell

6.1.1 Datengrundlage

Die Modellschätzung erfolgt auf Grundlage der Datenbasis der Umfrage (vergleiche Kapitel 3). Für die Auswertung wurden ausschliesslich die kompletten Datensätze verwendet, die insgesamt aus 1737 Datenpunkten bestehen.

Aufgrund der eingeschränkten Repräsentativität werden die Resultate zusätzlich mit einer weiteren Umfrage der ETH Zürich [40] verglichen. Diese Umfrage bezieht sich, mit einer repräsentativen Stichprobe der Bevölkerung aus dem Jahr 2020, auf das gesamte Stadtgebiet Zürichs.

6.1.2 Modellschätzung

Mit der folgenden Modellschätzung wird der Einfluss verschiedener unabhängiger Variablen, welche weiter unten genauer beschrieben werden, auf die Verfügbarkeit von privaten und geteilten E-Trotтинetten und weiteren Fahrzeugen geprüft.

Für die Modellschätzung wurde ein multivariates Wahrscheinlichkeitsmodell verwendet [47]. Der Vorteil dieses Modells gegenüber anderen Wahrscheinlichkeitsmodellen ist, dass neben der Abschätzung des Einflusses der unabhängigen Variablen auf die Zielgrössen zusätzlich die Einflüsse der abhängigen Variablen untereinander modelliert und abgeschätzt werden können.

Folgende unabhängige (erklärende) Variablen wurden geprüft:

- Alter
- Wohnregion: Deutschschweiz – Romandie (Keine Befragung in anderen Sprachregionen)
- Führerausweis, Verfügbarkeit
- Generalabonnement (GA), Verfügbarkeit
- Arbeitstätigkeit
- Distanz zur nächsten ÖV-Haltestelle von der Wohnadresse
- Haushaltsgrosse
- Universitätsabschluss

Folgende abhängige Variablen wurden geprüft:

- Verfügbarkeit von geteiltem E-Trotтинett
- Verfügbarkeit von eigenem E-Trotтинett
- Verfügbarkeit Velo
- Verfügbarkeit Auto

Die Ergebnisse des Modelles wurden im Anschluss mit einer vorhergehenden Studie der ETH Zürich [40] verglichen. Diese schloss ebenfalls die Einflussfaktoren Alter, Geschlecht, Universitätsabschluss sowie Arbeitstätigkeit ein und untersuchte sie in Bezug auf die Verfügbarkeit von E-Trotтинetten.

6.1.3 Resultate

In Tab. 18 sind die Resultate des Modells aufgelistet. Dargestellt sind u.a. der marginale Effekt der unabhängigen Variablen sowie deren Signifikanz.

Das Alter hat sowohl bei den geliehenen wie bei den eigenen E-Trottinetten eine negative Korrelation. Dasselbe Ergebnis ist bei den Variablen Universitätsabschluss, Besitz eines Fahrausweises und Besitz eines GAs zu erkennen. Bei den beiden letzten Variablen konnte jedoch keine oder nur teilweise eine Signifikanz ermittelt werden.

Beim Geschlecht zeigte sich, dass männliche Personen häufiger ein geliehenes Angebot wahrnehmen oder im Besitz eines E-Trottinettes sind als weibliche Personen. Dasselbe Ergebnis ist für die Variable Arbeitstätigkeit zu erkennen. E-Trottinette werden deutlich häufiger genutzt, wenn die jeweilige nutzende Person arbeitstätig ist.

Bei der Region konnte ein grosser Einfluss der Deutschschweiz gegenüber der Romandie auf den Gebrauch von geliehenen E-Trottinetten festgestellt werden. Hier ist jedoch zu erwähnen, dass die Stichprobengrösse von Personen aus der Westschweiz im Vergleich zu jener aus der Deutschschweiz (314 Personen gegenüber 1462 Personen) gering ausgefallen ist. Das liegt mit grosser Wahrscheinlichkeit daran, dass in der Romandie bisher fast keine (Sharing-)Angebote verfügbar sind. Um belastbare Ergebnisse zu generieren, müssen detailliertere Auswertungen durchgeführt werden.

Beim Vergleich der abhängigen Variablen untereinander zeigt sich eine positive Korrelation zwischen der Verfügbarkeit von geliehenen und eigenen E-Trottinetten. Zudem ist eine negative Korrelation dieser Variablen hinsichtlich der Verfügbarkeit eines Velos erkennbar.

Tab. 18 Marginaler Effekt und Signifikanz der relevanten und ausgewerteten unabhängigen Variablen

Koeffizient	Einfluss geliehenes Trotti- nett	Einfluss eigenes Trottinett	Einfluss Verfügbarkeit Velo	Einfluss Verfügbarkeit Auto
Alter	-0.0106***	-0.0015**	0.0008	0.0018**
Deutschschweiz	0.3180***	-0.0369	0.1654***	0.0017
Männlich	0.1187***	0.0600***	-0.0217	0.0648***
Fahrausweis Auto	-0.0223	-0.0800***	0.1016***	0.6458***
Abo GA	-0.0513*	-0.0168	0.0138	-0.1115***
In Arbeit	0.1337***	0.0469***	0.0338	0.0457*
Dist. ÖV Wohnung	-0.0028	0.0026*	-0.0022	0.0041
Haushaltsgrösse	-0.0267***	0.0019	0.0408***	0.0409***
Universitätsab.	-0.0500*	-0.0745***	0.0880***	-0.0168
Korr. geteilt	-	0.1879**	-0.3356***	0.0062
Korr. privat	-	-	-0.2362***	0.0868
Korr. Velo	-	-	-	0.1694**

* p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001

6.1.4 Vergleich mit der ETH-Studie

Wegen der eingeschränkten Repräsentativität der Umfrage werden die Resultate mit der erwähnten Umfrage der ETH Zürich [40] verglichen. Tab. 19 stellt den Vergleich beider Resultate dar. Generell sind trotz der unterschiedlichen Stichprobe und dem sich unterscheidenden Befragungs-Perimeter ähnliche Ergebnisse erhoben worden. Das Alter hat in beiden Auswertungen einen negativen Einfluss auf die Verfügbarkeit von privaten und geteilten E-Trottinetten. Das Geschlecht (männlich) hat einen positiven Einfluss auf die Verfügbarkeit von geteilten und privaten E-Trottinetten. Ein Universitätsabschluss hat einen geringen, negativen Einfluss bei der ETH-Studie, und einen deutlich negativen Einfluss in der vorliegenden Untersuchung. Der einzige Unterschied besteht bei dem Anstellungsverhältnis. Personen, die einer Arbeitstätigkeit nachgehen, sind in der ETH-Studie generell kaum im Besitz von E-Trottinetten, während in der Projekt-Studie der häufigere Besitz sowie die erhöhte Verfügbarkeit von geteilten E-Trottinetten zu beobachten sind. Der Unterschied ist jedoch gering ausgeprägt.

Tab. 19 Vergleich der eigenen Modellschätzung mit Resultaten der Studie der ETH [40]

Variable	Private e-Trottinette (Projekt-Umfrage)	Geteilte e-Trottinette (Projekt-Umfrage)	Geteilte e-Trottinette (Reck und Axhausen 2021)
Alter			
Geschlecht (männlich)			
Universitätsabschluss			
Arbeitstätig			

6.2 Verkehrsmittelwahl

Neben dem Besitzmodell (vergleiche Kapitel 6.1) ist die Verkehrsmittelwahl zentral für eine Berechnung und Abschätzung der Verlagerungspotenziale. Es wird dabei der Frage nachgegangen, wie die verfügbaren Verkehrsmittel im Rahmen der zurückgelegten Wege und Ausgänge eingesetzt und für welche Wegetypen sie verwendet werden können. Im Folgenden wird auf die Daten eingegangen (vergleiche Kapitel 6.2.1), die Methodik erläutert (vgl. Kap. 6.2.2) und ein Modell mit den verfügbaren Daten geschätzt (vergleiche Kapitel 6.2.3), sowie für verschiedene Szenarien in Bezug auf die Potenzialabschätzungen angewendet (vergleiche Kapitel 0).

Die Modell-Schätzung für die Verkehrsmittelwahl erfolgt mit einem diskreten Entscheidungsmodell. Speziell berücksichtigt werden die Verkehrsmittel «E-Trottinett privat» sowie «E-Trottinett geteilt». Aufgrund des vorhandenen Datensatzes und des Fokus auf den Langsamverkehr werden auch private und geteilte E-Bikes berücksichtigt. Für die Schätzung konnte auf die umfangreiche Arbeit von Daniel Reck [35] zurückgegriffen werden. Insbesondere die repräsentative Umfrage bot eine Grundlage bei der Modellierung der Verkehrsmittelwahl.

6.2.1 Daten

Der Datensatz aus Reck et al. [35] stand für die Forschungsarbeit freundlicherweise zur Verfügung. Der aufwändig erhobene Datensatz umfasst eine repräsentative Stichprobe im Perimeter der Stadt Zürich. Die deskriptive Auswertung der erhobenen Daten ist in Tab. 5 zusammengefasst. Es wurden sieben Verkehrsmittel als Alternativen berücksichtigt. Dazu gehören der ÖV, das Auto, das Velo, das private sowie geteilte E-Bike bzw. E-Trottinett. Tab. 20 listet die für die Modellierung verwendeten Variablen auf.

Tab. 20 Auswertung der erhobenen und relevanten unabhängigen Variablen

Variable	Einheit	Min	1. Qu.	Med.	Mean	3. Qu.	Max
Distanz	km	0.01	1.35	3.01	4.15	5.6	80.28
Zugangs- distanz ÖV	km	0.01	0.29	0.42	0.45	0.56	4.3
e-Bike	km	0	0.13	0.22	0.23	0.33	0.5
e-Trotti- nette	km	0	0.04	0.07	0.09	0.12	0.5
Umsteige- vorgang	#	0	0	1	0.63	1	4
6-9 Uhr (morgens)	Ja/nein	0	0	0	0.19	0	1
21-5 Uhr	Ja/nein	0	0	0	0.09	0	1
Lokales ÖV Abo	Ja/nein	0	0	0	0.4	1	1
Nationales ÖV Abo	Ja/nein	0	0	0	0.04	0	1
Alter	Jahre	19	30	36	37.92	45	65
Geschlecht weiblich	Ja/nein	0	0	0	0.46	1	1
Beschäfti- gung		0	0	1	0.69	1	1

Der beschriebene Datensatz von Reck et al. [35] unterscheidet sich bezüglich Erfassungssperimeter von dem erhobenen Datensatz (vergleiche Kapitel 6.1.1). Er umfasst das Gemeindegebiet der Stadt Zürich inklusive einer repräsentativen Stichprobe. Die in diesem Projekt generierten Daten (vergleiche Kapitel 3) wurden in der gesamten Schweiz erhoben und sind nicht repräsentativ.

6.2.2 Methodik für die Parameterschätzung

Für die Berechnung wurden zu Beginn zwei verschiedene Modellfunktionen angedacht. Die Erste beinhaltet ein MNL-Modell, die zweite Funktion umfasst, ähnlich wie bei Reck et al. [35] ein Mixed Logit Modell. Aufgrund der Modellschätzung und der vorgesehenen Anwendungen fiel der Entscheid zugunsten der einfacheren MNL-Funktion, auch wegen der resultierenden, robusten Parameterwerte und der zukünftig einfacheren Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit. Die Annahme einer grundsätzlichen Unabhängigkeit der erklärenden Variablen als Nachteil des MNL-Modells wurde berücksichtigt.

Zusätzlich war eine Abstimmung mit der späteren Verkehrsmodellanwendung (vergleiche Kapitel 6.3.1) notwendig. Aufgrund der Modellanwendung werden nur Variablen geschätzt, welche auch im Modell integriert sind. Die Variable «Niederschlag» ist beispielsweise nicht im Modell integriert und wurde dementsprechend nicht weiter berücksichtigt. Die Modellschätzung erfolgt mit der an der Universität Leeds von Stephane Hess entwickelten Library «Apollo» [48]. Diese open-source Library erlaubt eine effiziente, parallelisierte Berechnung verschiedener Modelle, wie auch die Integration und Berechnung eigener Modelle.

6.2.3 Resultate der Modellschätzung für die Verkehrsmittelwahl

Die geschätzten MNL-Parameterwerte sind in Tab. 21 aufgelistet. Der adjusted rho-square Wert beträgt 0.40. Die Referenzalternative ist der Fussweg.

Tab. 21 Geschätzte Modellparameter mit dem MNL-Modell

Variable	ÖV		MIV		Velo		E-Bike privat		E-Bike geteilt		E-Trottinett privat		E-Trottinett geteilt	
	Coef.	t.rat.	Coef.	t.rat.	Coef.	t.rat.	Coef.	t.rat.	Coef.	t.rat.	Coef.	t.rat.	Coef.	t.rat.
ASC	-3.374	-45.6	-4.658	0.071	-3.541	0.066	-6.626	0.121	-5.388	0.34	-7.561	0.542	-2.711	0.47
Distanz	1.877	107.0	1.740	0.016	1.382	0.016	1.470	0.020	1.759	0.10	1.551	0.166	1.041	0.070
Distanz^2	-0.032	-24.7	-0.025	0.001	-0.020	0.0012	-0.021	0.001	-0.057	0.011	-0.085	0.026	-0.014	0.002
Zugangs-distanz	-2.520	-48.2							-3.152	0.91			-8.197	2.094
Umsteige-vor-gang	-0.635	-35.9												
6-9 Uhr (morgens)	0.280	6.91	0.014	0.041	0.344	0.037	0.348	0.060	-0.213	0.18	0.294	0.187	0.213	0.25
21-5 Uhr	-0.044	-0.79	-0.058	0.055	0.086	0.051	-0.232	0.095	-0.173	0.21	0.544	0.205	0.349	0.26
Lokales ÖV Abo	1.202	51.8												
Nationales ÖV Abo	1.024	35.2												
Alter	0.003	2.2	0.023	0.001	0.025	0.0013	0.038	0.002	0.012	0.15	-0.035	0.009	-0.080	0.013
Geschlecht (w)	0.074	2.49	-0.236	0.030	-0.148	0.027	0.328	0.048	-1.264	0.006	-0.070	0.144	-1.334	0.23
Beschäftigung	-0.190	-6.0	0.110	0.032	0.157	0.030	0.459	0.055	0.153	0.14	2.557	0.384	0.107	0.21

Wie erwartet beeinflusst die Distanz die Verkehrsmittelwahl stark. Eine erhöhte Zugangs-distanz für geteilte E-Trottinette ist ein wesentlich stärkerer Nachteil für dessen Nutzung (-8.197) als die Zugangs-distanz für öffentliche Verkehrsmittel und geteilte E-Bikes (-2.520 bzw. -3.152). Die Nutzenden von geteilten E-Trottinetten sind nur bereit kurze Distanzen zu gehen, um ein Fahrzeug zu erreichen, während die Nutzenden von Sharing-E-Bikes etwas weitere Distanzen auf sich nehmen. Die Nutzenden öffentlicher Verkehrsmittel sind sogar bereit noch länger zu den Haltestellen zu laufen. Die Gründe für das jeweilige Verhalten werden mit der Erklärung von Reck et al. [35: 9] geteilt: «Erstens können die Resultate mit der räumlichen Verfügbarkeit der verschiedenen Dienste zusammenhängen. Die Verfügbarkeit und Dichte von gemeinsam genutzten Mikromobilitätsdiensten ist im Stadtzentrum besonders hoch, wo auch die meisten Fahrten durchgeführt werden und die Zugangswege relativ kurz sind. Die Aussenbezirke der Stadt sind nur mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu erreichen, da es dort kaum Mikromobilitätsangebote gibt, so dass längere Anfahrtswege berücksichtigt werden müssten. Zweitens werden gemeinsam genutzte E-Scooter für wesentlich kürzere Strecken genutzt als die beiden anderen Verkehrsträger. Daher ist eine Zugangs-distanz von 200 m im Verhältnis zur Gesamtdistanz für geteilte E-Scooter wesentlich höher und stellt somit grössere relative Kosten dar. Drittens können geteilte E-Scooter in Zürich nicht vorreserviert werden. Je länger die Zugangs-distanz ist, desto grösser ist die Unsicherheit bezüglich der Verfügbarkeit für die Nutzer».

Bei den öffentlichen Verkehrsmitteln haben Abonnements einen positiven Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl, während sie durch Umsteigeverbindungen negativ beeinflusst wird. Das Geschlecht und die Beschäftigung sind auf dem 95%-Konfidenzniveau am signifikantesten. Die Identifizierung als Frau hat einen positiven Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl bei öffentlichen Verkehrsmitteln und einen negativen Einfluss bei Autos, geteilten E-Trottinetten und E-Bikes. Die Resultate der Parameterschätzung sind ebenfalls vergleichbar mit der Schätzung von Reck et al. [35].

6.3 Einflussfaktoren auf Verlagerungspotenziale

Während der Projektarbeit wurden vier relevante Einflussfaktoren definiert und vertieft betrachtet. Die Auswertungen sind in den folgenden Unterkapiteln beschrieben. Folgende Kriterien wurden bei den vier Szenarien vertieft untersucht:

1. Zugangsdistanz zwischen dem Startpunkt des Weges und dem nächsten geteilten E-Trottinett
2. Nutzung der Streckentypen, welche im Verkehrsnetz vorhanden sind (Hauptstrasse, Nebenstrasse, etc.)
3. Intermodale Wege kombiniert mit dem ÖV
4. Unterschiede bezüglich Gemeindegrössen und Raumtypen

Für die Prüfung dieser Einflussfaktoren wurde das obige Verkehrsmittelwahl-Modell in der Simulation angewendet.

Abb. 55 zeigt das Untersuchungsgebiet und die für die Potenzialanalysen und Auswertungen definierten Gemeinden. Das Untersuchungsgebiet umfasst die beiden Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft.

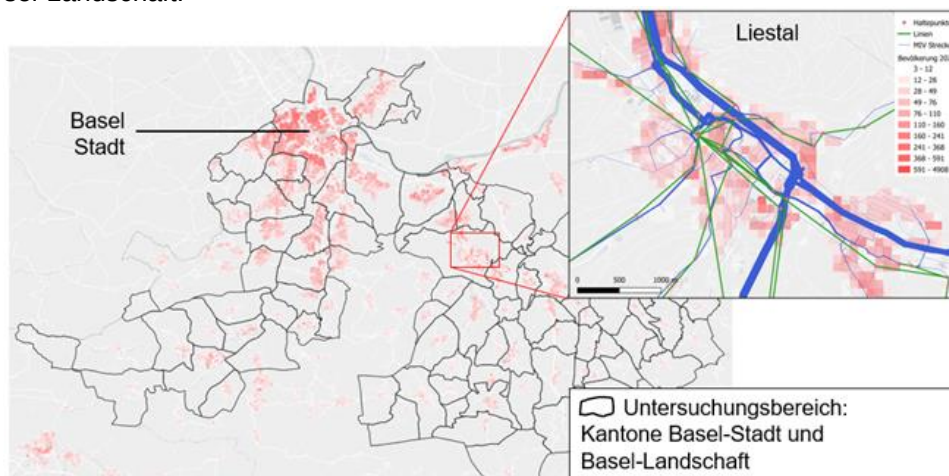


Abb. 55 Das für die Auswertungen definierte Untersuchungsgebiet Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft.

Die Anwendung des Entscheidungswahl-Modells erfolgt auf Basis des kalibrierten aktivitätenbasierten Verkehrsmodells Basel (ABVM Basel). Ziele der Modellanwendung sind Potenzialberechnungen des E-Trottinetts. Wechselwirkungen mit anderen Verkehrsmitteln finden wie auch in anderen grossräumigen Verkehrsmodellen fast ausschliesslich über die Verkehrsmittelwahl statt. Auf Basis der Modellschätzungen wurde eine Modellanwendung als Grundlage für die Potenzialanalysen mit dem ABVM durchgeführt. Im Folgenden wird das ABVM vorgestellt und zusammengefasst.

6.3.1 Aktivitätenbasiertes Verkehrsmodell Basel (ABVM Basel)

Die Grundlage und Methodik des ABVM werden im Folgenden zusammengefasst. Für weiterführende, detailliertere Informationen steht der Schlussbericht des SVI-Projekts 2018/004 [49] zur Verfügung. Das ABVM Basel entstand innerhalb eines Innovationsprojekts der SBB und wurde über verschiedene Aufträge weiterentwickelt. Für die Nachfrageberechnung wird zunächst für jeden «Agenten» (jede Person) der synthetischen Bevölkerung mit entsprechender Beschäftigung ein Arbeits- oder Ausbildungsort durch Anwendung eines Zielwahlmodells zugewiesen. Das ABVM Basel unterteilt in eine primäre (Pendler- und Ausbildungswege) und sekundäre Zielauswahl (verbleibende Zwecke) und modelliert zusätzlich die Eigenschaften der Wegeketten (Definition der Wege, Aktivitätenabfolge und Dauer). Beim Zielwahlmodell kommt ein iteratives Verfahren zur Anwendung, welches die Berücksichtigung von harten Randsummenbedingungen erlaubt [50, 51]. Es werden dementsprechend abhängig von der Kapazität nur so viel Erwerbstätige den Arbeitsplätzen zugewiesen, wie möglich. Beim ABVM wurden weitere neue Modelle wie z.B. das «out-of-home» Modell geschätzt oder auf vorhandene Modelle und Parameter zurückgegriffen. Der Vorteil der vollständigen Informationen über die Person im ABVM erhöht die Flexibilität bei den Entscheidungsmodellen innerhalb der Nachfrageberechnung.

Die Verkehrssimulation im ABVM Basel besteht aus einer MATSim-Simulation mit verschiedenen Modulen. Die verwendete MATSim-Simulation beinhaltet ein Fahrzeugfolgmodell und umfasst die Wahl der Abfahrtszeit, die Routen- und die Verkehrsmittelwahl. Die verwendete Simulation weist aufgrund der diskreten Definition der Personen stochastische Eigenschaften auf. Entsprechend können die Simulationsergebnisse innerhalb einer Bandbreite variieren. Die MATSim-Simulation kann entsprechende Wechselwirkungen zwischen den genannten Parametern abbilden.

Bei der Routenwahl werden das Fahrzeug- bzw. das Personenverhalten sekundengenau und ereignisbasiert abgebildet sowie Staueffekte einzelner Fahrzeuge realitätsnah gezeigt. Zusätzlich werden die unterschiedlichen Zugangszeiten zum Fahrzeug berücksichtigt, welche in Abhängigkeit der geographischen Verortung des Startpunktes und Endpunktes abgeschätzt wurden. Die ÖV-Simulation erfolgt fahrplangenau. Die verschiedenen Bestandteile der ÖV-Wege können dabei separat bewertet und nach dem Routing ausgewertet werden. Der gesamte ÖV-Fahrplan wird simuliert. Dabei können alle Verbindungen und tageszeitlichen Schwankungen abgedeckt werden. Abb. 56 zeigt beispielhaft die berechneten, in Abhängigkeit von der Tageszeit schwankenden Personenzahlen der Ein- und Aussteigenden am Bahnhof Basel SBB. Sie sind fahrplangenau und detailliert abgebildet.

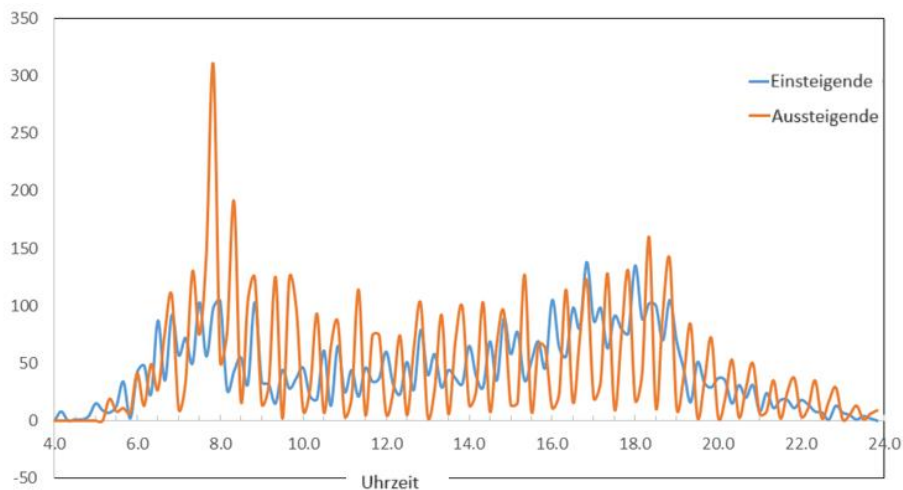


Abb. 56 Tageszeitliche, starke Fluktuation aufgrund des Fahrplans beim Bahnhof Basel SBB.

Im Vergleich zu anderen Studien sind sehr ähnliche Muster bei der Verwendung der Trottinette zu erkennen. Im Folgenden wird zwischen der Modellanwendung in Basel und der Studie von Ballo [37] verglichen. Geteilte und private E-Trottinette decken Wegedistanzen zwischen 1 bis 2 km ab. E-Bikes erreichen höhere Distanzen von 2 bis 6 km ab, wobei in der Modellanwendung sogar bis 12 km möglich sind. Der schematische Vergleich ist in Abb. 57 dargestellt.

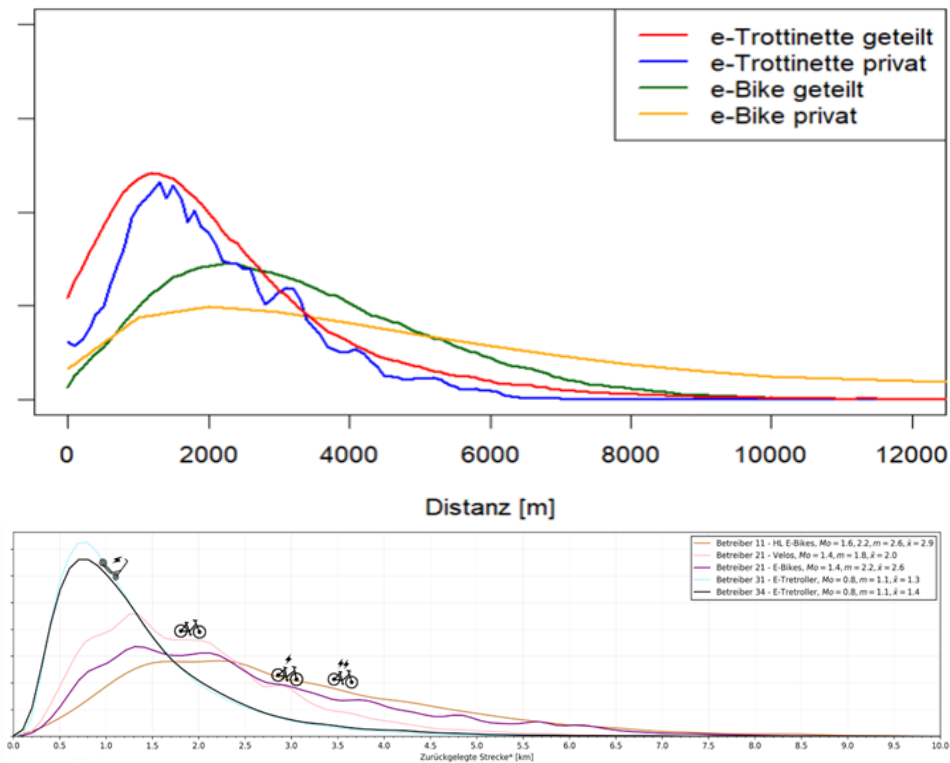


Abb. 57 Schematische Darstellung der Distanzverteilung auf Basis der Modellschätzung (oben) und in einer vergleichbaren Studie von Ballo [37] (unten).

6.3.2 Einfluss der Zugangsdistanz für geteilte E-Trottinette

Für den Einfluss der Zugangsdistanz wurde das Entscheidungswahl-Modell mehrmals mit angepasster Zugangsdistanz (200 m, 150 m, 100 m, 50 m) im ABVM angewendet.

Der berechnete Verkehrsmittelwahlanteil für geteilte E-Trottinette ist in Abb. 58 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass die Zugangsdistanz einen grossen Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl von E-Trottinetten hat, und zwar fast linear im untersuchten Bereich. Abb. 58 ist als Angebot-Nachfrage-Diagramm dargestellt. Es ist zu erkennen, dass bei einer Angebotszunahme, aufgrund der reduzierten Zugangsdistanzen, entsprechend die Nachfrage zunimmt.

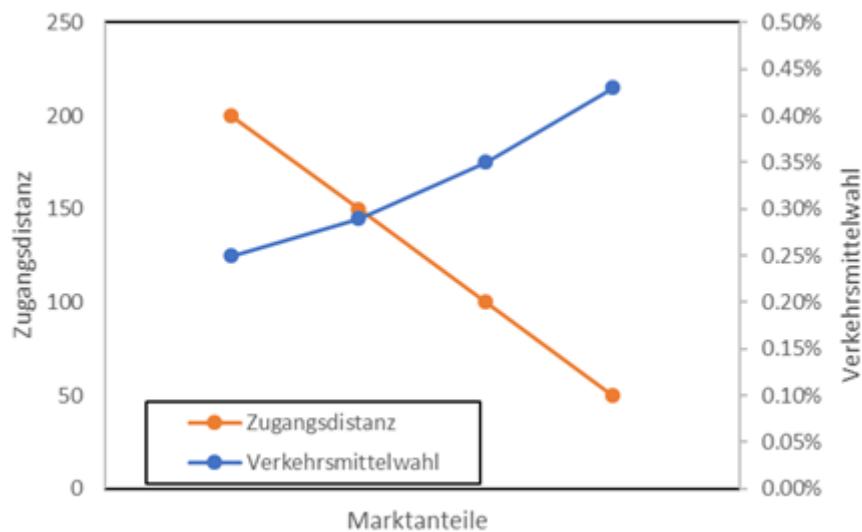


Abb. 58 Angebot-Nachfrage Diagramm für geteilte E-Trottinette in Abhängigkeit der Zugangsdistanz.

6.3.3 Einfluss des Streckentyps auf die Nutzung der zurückgelegten Wege

Mit den folgenden Auswertungen zur Streckentypen-Nutzung wird untersucht, welche Streckentypen wie häufig mit dem E-Trottinett genutzt werden. Die Ergebnisse dienen für detaillierte Sicherheitsüberlegungen und Infrastruktur- sowie Netzplanungen. Bei Hauptverkehrsstrassen und Überlandstrassen ist die Sicherheit aufgrund der höheren Verkehrsbelastungen und Fahrgeschwindigkeiten eingeschränkt. Abb. 59 zeigt die grundsätzliche Verteilung der Streckentypen unabhängig von der Streckenbelastung im Untersuchungsgebiet. Es ist ersichtlich, dass ein Grossteil der Strecken in Quartierstrassen und übrige Strassen und somit untergeordneten Hierarchien zugeordnet ist.

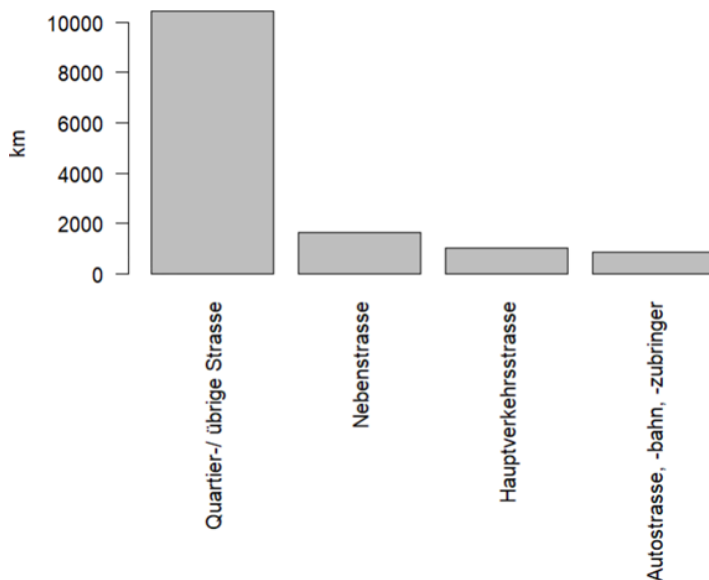


Abb. 59 Anteile der Strassenkategorien im Untersuchungsgebiet, unabhängig von der Streckenbelastung.

Die eigentlichen Belastungen der Streckentypen werden anhand der Modellresultate ausgewertet und sind in Abb. 33 zusammengefasst. Dabei wird für die E-Trottinett-Wege der kürzeste Weg angenommen. Zusätzlich finden keine Routenwahl-Anpassungen aufgrund einer Präferenz für einen Streckentyp statt. In Abb. 60 ist ersichtlich, dass die Mehrheit der privaten oder geteilten E-Trottinette die Quartier- und Nebenstrassen benutzt. Ein Viertel der Distanzen wurde auf Hauptverkehrsstrassen zurückgelegt.

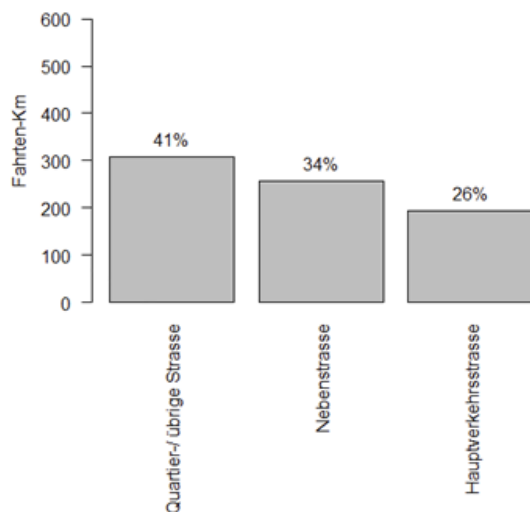


Abb. 60 Streckenanteile auf verschiedenen Strassentypen, welche von E-Trottinetten verwendet werden.

Verschiedene Hinweise bestehen, dass nicht immer die kürzeste Route gewählt wird. Einerseits ist bei den Verkehrsteilnehmenden kein komplettes Wissen über die Länge der Route vorhanden. Andererseits kann es auch sein, dass einige Routen hinsichtlich der Distanz ähnlich lang sind und deswegen die jeweilige Auswahl nicht auf eine bestimmte Strecke limitiert ist. Gerade in städtischen Gebieten ergeben sich potenziell mehrere Routenalternativen durch ein dichtes Netz. Zusätzlich ist die Entscheidung von mehreren externen Variablen abhängig, sodass sie eine gewisse Stochastik beinhaltet.

Im Folgenden wird speziell auf die Eigenschaft der bewussten Vermeidung von Hauptverkehrsstrassen eingegangen. Bereits in der Umfrage (vergleiche Kapitel 3) wurde deutlich, dass Hauptverkehrsstrassen gemieden werden falls Alternativen bestehen. Zusätzlich ist von dem Veloverkehr bekannt, dass Velofahrende ihre Route so auswählen, dass sie hauptsächlich auf Quartierstrassen (Zone 30) fahren können. Dafür werden bewusst Umwege akzeptiert [52]. Gleichzeitig wird die Distanz in einer Zone 30 im Vergleich zu derselben Distanz auf einer Hauptverkehrsstrasse um 16 % kürzer wahrgenommen.

Abb. 61 bildet die Verteilung der Streckentypen-Kilometer mit derselben Wahrnehmungsanpassung (16 %) ab, wie sie für Quartierzonen ermittelt wurde [52]. Es zeigt sich eine starke Annahme der Nutzung von Hauptverkehrs- und Nebenstrassen. Insgesamt ist aber eine deutliche Flexibilität bei der Nutzung unterschiedlicher Strassentypen bezüglich der Routenwahl erkennbar. Die Wahrnehmung der Quartierstrasse im Vergleich zu anderen Strassentypen kann allerdings auf Basis der Umfrage als durchaus positiv angesehen werden. Ob sie den tatsächlichen 16 %, entspricht oder stärker bzw. schwächer ausfällt, ist im Rahmen der Forschungsarbeit nicht abschliessend bestimmbar.

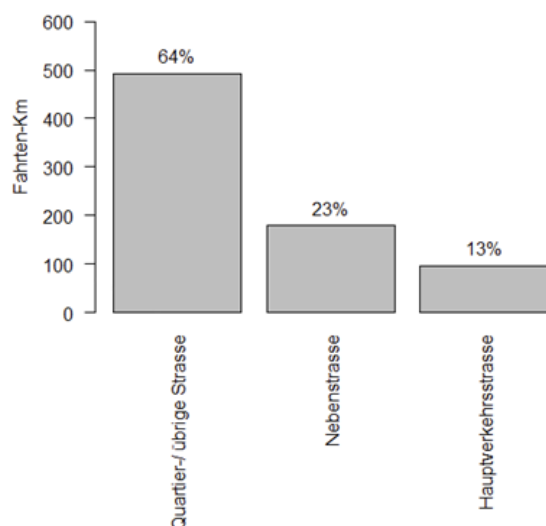


Abb. 61 Anteile, welche von E-Trottinetten verwendet werden, mit angepasster Wahrnehmung für Quartierstrassen.

Aufgrund der bestehenden Flexibilität wurde deutlich, dass ein Spielraum bei der Routenwahl besteht. Diese müsste allerdings aktiv geplant werden kann, damit eine Verlagerung weg von den Hauptstrassen stattfindet. Die Verlagerung kann z.B. durch Signaletik oder grundsätzlich durch Kommunikationsmassnahmen bei den Verleih-Firmen stattfinden.

6.3.4 Einflussfaktor intermodale Wege kombiniert mit ÖV

Ein grosser Vorteil von E-Trottinetten wird in Bezug auf eine mögliche Intermodalität vermutet. Speziell beim ÖV können die Wegeketten mit den E-Trottinetten kombiniert werden. Die Zufahrten zu den Bahnhöfen oder Bus-Stationen können mit dem Fahrzeug effizient zurückgelegt werden, während der ÖV für längere Fahrten das geeignetere Verkehrsmittel ist. Im Gegensatz zur Intermodalität bildet die Verkehrsmittelwahl, welche im Kapitel 6.2 behandelt wurde, das multimodale Verkehrssystem und die Verwendung der verschiedenen Verkehrsmittel-Optionen ab.

In Bezug auf die Intermodalität in Kombination mit dem ÖV wurden die zurückgelegten ÖV-Wege detailliert untersucht. Das beinhaltete einerseits den Zugangsweg zur Haltestelle. Andererseits wurden auch die ÖV-Ketten selbst untersucht und die Möglichkeit die erste Etappe alternativ mit dem E-Trottinett zurückzulegen. Abb. 62 zeigt die Etappenlängen zur ÖV-Haltestelle, bei welcher

die erste Etappe beginnt. Neben der Darstellung der Distanzverteilung des Grundzustandes wurde eine hypothetische Rechnung durchgeführt, um die Zugangswege der gesamten Bevölkerung für einen theoretischen Vergleich zu berechnen. Es zeigt sich, dass die Etappe zur ÖV-Haltestelle in beiden Berechnungen sehr kurz ist. Dies ist auch in den Auswertungen des Mikrozensus Mobilität und Verkehr (2015) ersichtlich. Die Gründe sind auf das dichte ÖV-Netz der Schweiz zurückzuführen. Aufgrund dieser kurzen Distanzen finden die Wege mehrheitlich zu Fuss statt. Mit dem geschätzten Verkehrsmittelwahl-Modell (vgl. Abb. 37) würden lediglich 0.2 % der Wege mit dem E-Trottinette zurückgelegt werden. Dieser Anteil ist vorerst losgelöst von einer Verkehrsmittelwahl, welche intermodale Routen explizit berücksichtigt. Dennoch gibt es keinen speziellen Hinweis auf eine zusätzliche Wahrnehmungsveränderung bei einer Kombination von E-Trottinett und ÖV, welche deutlich über die Wahrnehmung der einzelnen Wege hinausgeht. Zusätzlich ist anzumerken, dass generell beim ÖV die meisten Zugänge gemäss Mikrozensus zu Fuss und nicht mit dem Velo erfolgen. Obwohl das Velo vollständig und schon länger etabliert ist und an Bahnhöfen Abstellplätze geschaffen wurden, fahren gemäss Mikrozensus nur 2.4 % mit dem Velo zur Bahn und 1.0 % der Personen zum Bus/Tram.

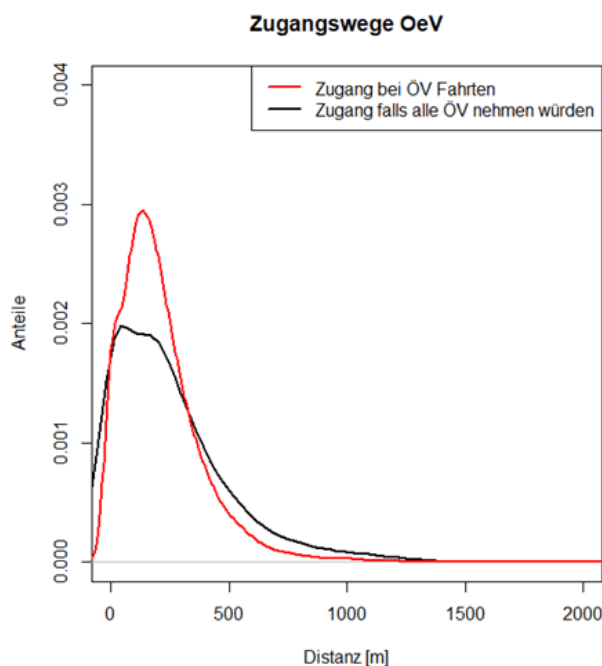


Abb. 62 Zugangsdistancen zu den ÖV-Haltestellen (Dichteverteilung) im ABVM Basel, im Grundzustand und falls alle Verkehrsteilnehmenden den ÖV nehmen würden (hypothetischer Zustand).

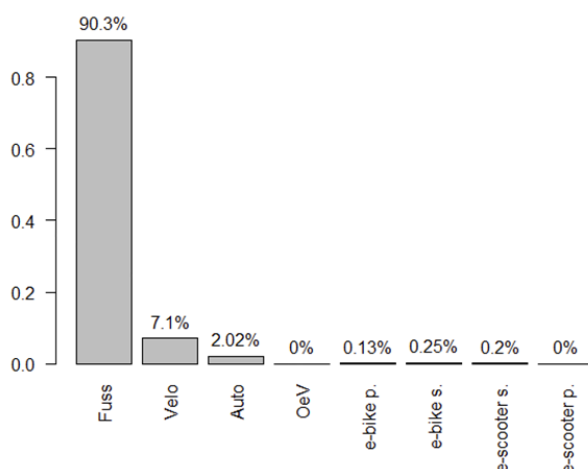


Abb. 63 Verkehrsmittelwahl für die Zugangswege zu den ÖV-Etappen.

Es besteht ebenfalls die Möglichkeit, die erste Etappe des ÖVs mit dem E-Trottinett zurückzulegen. Abb. 64 visualisiert die Wegdistancen der ersten Etappen und deren Verteilung. Es ist ersichtlich,

dass die Etappen länger sind als eine typische E-Trottinette Etappe. Da nur 11 % der Wege mit dem Hauptverkehrsmittel ÖV aus mehreren ÖV-Etappen bestehen und der Verkehrsmittelwahl-Anteil an E-Trottinetten bei diesen Etappenlängen generell sehr tief ist, folgt daraus ein sehr geringer Anteil an E-Trottinetten, die bei Ersatz der ersten Etappe des ÖVs Anwendung finden würden.

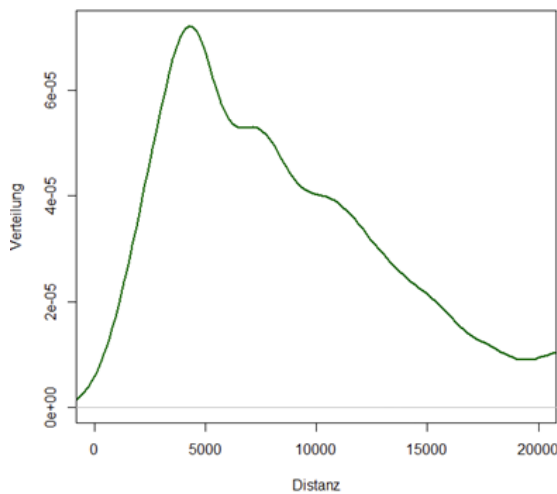


Abb. 64 Wegdistanzen der ersten Etappe des ÖV.

Grundsätzlich ist die berechnete Nachfrage von intermodalen Wegeketten mit dem E-Trottinett sehr gering. Hinzu kommt, dass die Kombination von Wegeketten welche unterschiedliche Tarifsysteme umfassen, mehrheitlich negativ wahrgenommen werden und die Nachfrage vermutlich weiter reduzieren.

Für den Fall, dass geteilte E-Trottinette für die Strecken zu und ausgehend von den ÖV-Haltestellen verwendet werden, sind die Bahnhöfe und Haltestellen mit dem grössten Potential bestimmt worden. Abb. 65 zeigt die Haltestellen mit dem höchsten Parkierungsbedarf, abgeleitet aus der Anzahl der Fahrten zu diesen ÖV-Haltestellen. Bei den ermittelten Haltestellen wurde aufgrund der Anzahl Wege, unter Berücksichtigung der Stochastik im ABVM ein Parkierungsbedarf von ca. 1 bis 20 Fahrzeugen berechnet. Es ist ersichtlich, dass im städtischen Umfeld von Basel der höchste Parkierungsbedarf besteht.

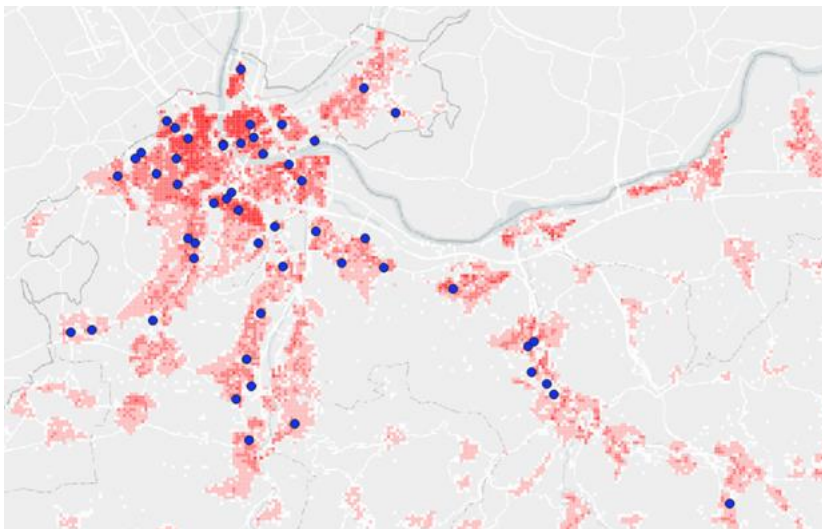


Abb. 65 Haltestellen mit einem Parkierungsbedarf für geteilte E-Trottinette.

6.3.5 Einflussfaktoren Gemeindegrösse und Raumtypen

Es wurden drei Gemeinden mit einer starken Varianz in der Grösse und im Raumtyp gemäss Gemeindetypologie des BFS ausgewertet. Dazu gehören Basel-Stadt mit einer städtischen Prägung, Liestal als städtische Gemeinde einer grossen Agglomeration und Eptingen als ländliche, zentral gelegene Gemeinde. Abb. 66 zeigt die Lage der Gemeinden in der Nordwestschweiz.

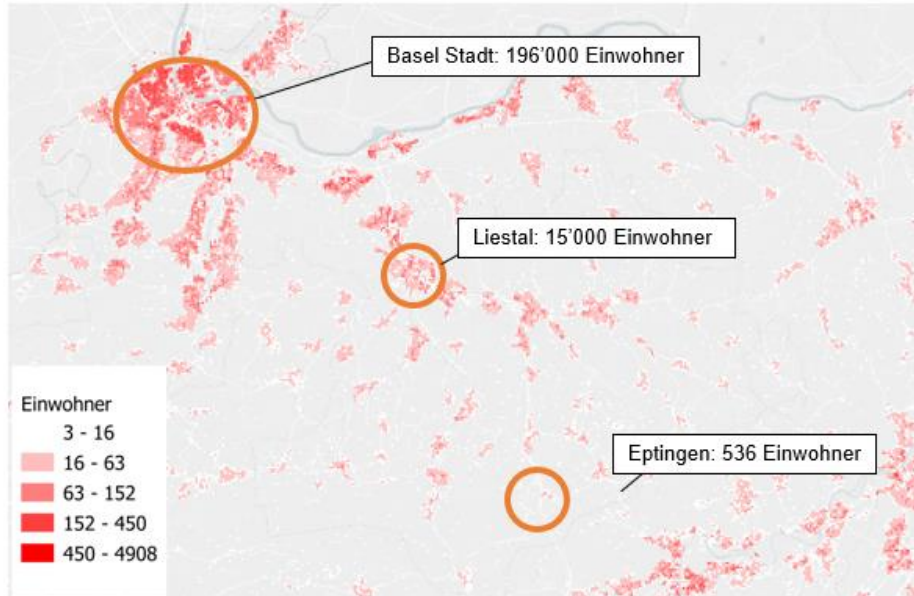


Abb. 66 Lage der Gemeinden in der Nordwestschweiz, sowie die räumlichen Dichten [Einwohner / km²].

Abb. 67 zeigt die Anteile der E-Trottinett-Verwendung in städtischen Umgebungen, unter der Annahme einer gleichbleibenden Zugangsdistanz zum E-Trottinett. Es ist ersichtlich, dass in Basel die höchsten Anteile an geteilten E-Trottinetten vorkommen. Abb. 68 zeigt zusätzlich die durchschnittlich zurückgelegten Wege basierend auf der Modellauswertung für die ausgewählten Gemeinden. Da die Wahl zum E-Trottinett stark von der Wegedistanz abhängt, lassen sich die höheren Anteile in den städtischen Gebieten erklären.

Abb. 69 verdeutlicht den Zusammenhang zwischen der Wahrscheinlichkeit ein E-Trottinett auszuwählen und der Grösse der Gemeinde. Die Wahrscheinlichkeit, ein E-Trottinett zu nutzen (y-Achse) steigt mit der Anzahl der Einwohnenden der Gemeinde (x-Achse, log).

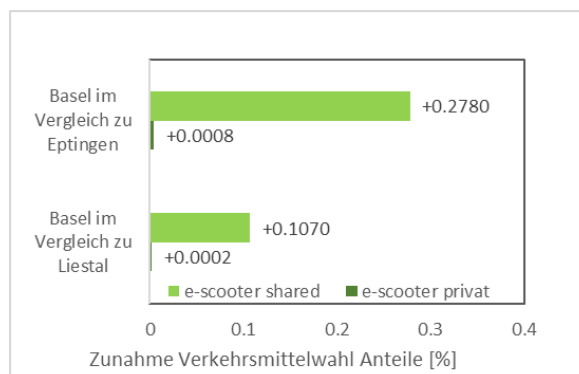


Abb. 67 Relative Zunahme der E-Trottinette in städtischen Umgebungen.

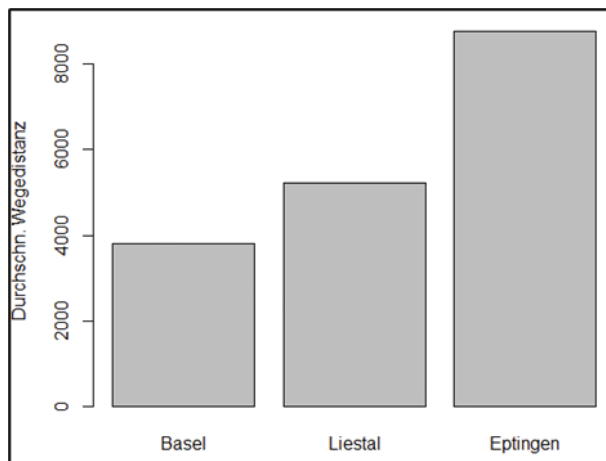


Abb. 68 Durchschnittliche Wegedistanzen in den ausgewählten Gemeinden.

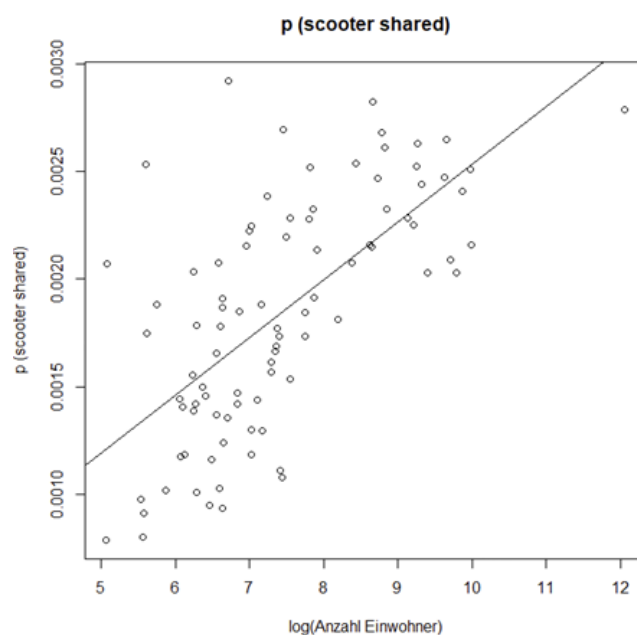


Abb. 69 Die Wahrscheinlichkeit, ein E-Trottinett für die Wegwahl auszuwählen (y-Achse), steigt mit der Anzahl Einwohnenden der Gemeinde (x-Achse, log).

6.4 Fazit Modellauswertung

Die Routenwahl von E-Trottinetten ist flexibel hinsichtlich Alternativrouten, sofern keine grösseren Umwege gefahren werden müssen. Es gibt deutliche Hinweise auf eine Präferenz für Strecken in Tempo-30-Zonen und separierte Velo-Infrastruktur. Der bereits hohe Anteil der Nutzung der Quartierstrassen kann somit weiter erhöht werden. Im Gegenzug kann die Nutzung der Hauptverkehrsstrassen reduziert werden. Die Sicherheit und der Komfort werden dadurch erhöht.

Die Verkehrsmittelwahl wurde detailliert ausgewertet. Generell bestehen sehr geringe Nutzungsanteile des E-Trottinetts im Vergleich zum gesamten Verkehr. Dies ist auch empirisch beobachtbar, weil die E-Trottinette mittlerweile schon länger im Verkehr benutzt werden. Die Mehrheit der E-Trottinette-Fahrten findet gemäss den Berechnungen auf Wegen mit einer Länge zwischen 0.5 und 3 km statt. Zusätzlich ist ein höherer Anteil der Nutzung in den städtischen Gebieten berechnet worden, was sich ebenfalls empirisch bestätigen lässt.

Einzelne Etappen intermodaler Wege können nur zu einem sehr geringen Anteil durch E-Trottinette ersetzt werden. Diese Eigenschaft wird häufig als Vorteil genannt, was jedoch nicht bekräftigt werden konnte. Die Zugangswege zum ÖV sind generell für die Nutzung des E-Trottinetts zu kurz. Das liegt unter anderem an dem sehr dichten ÖV-Angebot in der Schweiz. Abstellflächen bei den Bahnhöfen braucht es vor allem für geteilte E-Trottinette. Der Flächenbedarf ist stark vom Geschäftsmodell abhängig und lässt sich dadurch nicht aufgrund der Modellrechnungen quantifizieren.

7 Synthese: Verkehrsplanerische Bedeutung der E-Trottinette

7.1 Verkehrsplanerische Auswirkungen von E-Trottinetten

Die Nutzung von E-Trottinetten hat in kurzer Zeit stark zugenommen und ist in vielen grösseren Schweizer Städten präsent. Ihr Anteil an der Verkehrsmittelwahl ist jedoch weiterhin sehr gering, da die Gesamtzahl der E-Trottinette im Verhältnis zu allen Verkehrsmitteln sowie der Kreis der Nutzenden klein ist. Gemäss rechtlichen Rahmenbedingungen sind E-Trottinette den Velos gleichgestellt, was eine Mitbenutzung der Veloverkehrsflächen einschliesst, sofern sie die gesetzlichen Zulassungsbedingungen erfüllen. E-Trottinette führen somit trotz ihrer bisher geringen Bedeutung zu einer Zunahme des veloähnlichen Verkehrs.

Die (rechtliche) Behandlung der E-Trottinette als Velos bestätigt sich durch die präferierte Nutzung der Verkehrsinfrastruktur. E-Trottinett-Fahrende fühlen sich auf der Veloverkehrsinfrastruktur am sichersten und nutzen diese, wenn möglich und vorhanden. Im Mischverkehr mit dem motorisierten Verkehr entsteht häufig ein Gefühl von Unsicherheit bei den E-Trottinett-Fahrenden, was häufig zu einem unerlaubten Ausweichen auf das Trottoir führt. Nutzungskonflikte mit sich eingeschränkt fühlenden Zufussgehenden sind die Folge.

Bezüglich genereller Routenwahl bestehen Unterschiede zwischen alltäglichen und nicht alltäglichen Fahrten der E-Trottinett-Nutzenden. Modellrechnungen haben ergeben, dass bei alltäglichen Fahrten Tempo-30-Zonen und vom motorisierten Verkehr getrennte Velo-Infrastrukturen bevorzugt befahren werden. Sofern keine grösseren Umwege entstehen, werden Quartierstrassen den Hauptverkehrsachsen vorgezogen. Bei nicht-alltäglichen Fahrten gibt es nach den Fahrversuchen der Stadt Zürich keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen der vorhandenen Veloinfrastruktur und dem Temporegime. Mehrheitlich werden Strassen mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h befahren. Bei den Versuchen sind allerdings die methodischen Limitationen zu berücksichtigen. So werden einzelne Streckenpunkte vorgegeben. Insbesondere Neulenkende oder weniger Ortskundige verbinden diese Punkte mit der schnellsten oder direktesten Route, was oftmals nicht der potenziell von Häufig-Nutzenden priorisierten Routenwahl für E-Trottinette entspricht. Sie weichen bei Ortskenntnis auf weniger befahrene Strassen aus.

Weitere Unterschiede bei der Nutzung hängen davon ab, in wessen Besitz sich das E-Trottinett (privat/shared) befindet. Während Sharing-E-Trottinette hauptsächlich in Kombination mit dem ÖV (besonders als Zubringer) oder am Abend bzw. in der Nacht im Freizeitverkehr Verwendung finden, werden private E-Trottinette als unimodales Verkehrsmittel benutzt. Abhängig von der Erreichbarkeit mit dem E-Trottinett werden möglichst alle Wege zurückgelegt. Für weitere Strecken sind häufig das Auto oder Motorrad die priorisierte Verkehrsmittelwahl. Dieser Zusammenhang lässt sich auf die allgemeine Wahl des (kombinierten) Verkehrsmittels übertragen. Anders als E-Trottinett-Besitzende nutzen Sharing- sowie Nicht-Nutzende nicht nur das Auto/Motorrad, sondern vielfältige Verkehrsmittel.

Neben der Nutzung sind auch Parkierungsmuster von dem Besitzverhältnis sowie von dem jeweiligen Verleihsystem (stationsbasiert/free-floating) abhängig. Private E-Trottinette beeinflussen die Parkierungssituation kaum, da sie in der Regel nicht im öffentlichen Raum abgestellt werden. Shared-E-Trottinette sind hingegen auf öffentliche Abstellplätze angewiesen. Generell sind Parkierungssysteme für E-Trottinette bisher nicht in der Schweiz normiert. Im E-Trottinett-Verleih hat sich allerdings gezeigt, dass die Parkierung bei stationsbasierten Systemen deutlich geordneter abläuft als bei Free-Floating-Systemen. Im Vergleich mit Velos ist die Parkierungssituation jedoch anspruchsvoller und aufwändiger zu steuern, weil Shared-E-Trottinette nicht den Nutzenden selbst gehören und nahezu ortsunabhängig abgestellt werden können. Das führt teilweise zu Regelverstössen in Form von nicht regelkonform abgestellten E-Trottinetten, die insbesondere den Fussverkehr beeinträchtigen. Die «wilde» Parkierung wird von Zufussgehenden als «grosses Ärgernis» angesehen, was bis heute in einigen Städten zu Ausscheidung von Parkverbotsflächen führt.

Abgesehen von den Nutzungskonflikten wird von einer direkten Förderung der E-Trottinette besonders wegen der Konkurrenz mit dem Umweltverbund abgeraten. So sind die durchschnittlichen Weglängen verglichen mit Velos kürzer (0.5-3 km), was sich auf das Verlagerungspotenzial von anderen Verkehrsmitteln auf E-Trottinette auswirkt. Mit dem E-Trottinett werden hauptsächlich Fusswege und kürzere ÖV-Fahrten (Umweltverbund) ersetzt, während Autofahrten kaum substituiert werden. Eine Förderung des Veloverkehrs durch die Verbesserung der Veloverkehrsinfrastruktur

tur kommt hingegen indirekt auch den E-Trottinetten zugute, indem die Sicherheit und Benutzungsfreundlichkeit erhöht werden. Bei der Förderung des Veloverkehrs sollten daher die speziellen Anforderungen von E-Trottinetten berücksichtigt werden.

Ziel ist ein angemessener Einbezug der E-Trottinette im Gesamtsystem, was nur über die Berücksichtigung der Anforderungen von E-Trottinetten an die Infrastruktur und Netzplanung möglich ist. Fachpersonen aus dem Bereich Mikromobilität bestätigen dabei eine zukünftige Relevanzzunahme. Sie sind sich einig, dass von einer weiteren Zunahme an E-Trottinetten ausgegangen werden kann. Die befragten Personen schätzen besonders das Nutzenpotential als gross und unbestritten ein. Die Fahrzeuge werden sich weiterhin entwickeln und dadurch leichter, langlebiger und für verschiedenste Nutzungen attraktiver werden. Bisherige Nicht-Nutzende sehen hingegen kaum die Option, zukünftig ein E-Trottinett zu nutzen.

Ein entsprechender Einbezug in das Gesamtsystem ist zusätzlich von externen Faktoren wie der Einhaltung von Gesetzen und Regeln sowohl bei der Nutzung als auch bei der Parkierung abhängig. In der Praxis zeigen sich häufige Regelverstösse von E-Trottinette-Nutzenden. Aus der Umfrage (vergleiche Kapitel 3) ergibt sich, dass Zufussgehende E-Trottinette zum Teil als Einschränkung des Fussverkehrs wahrnehmen. Zur Verbesserung der Akzeptanz ist die Einhaltung des Fahrverbots auf Flächen, die dem Fussverkehr vorbehalten sind, eine Grundvoraussetzung. Ein weiterer häufiger Regelverstoss betrifft den Alkoholgrenzwert. Die (nächtliche) Nutzung von Sharing-E-Trottinetten ist häufig mit alkoholisierten Fahrten verbunden, was zu einer Häufung von Unfällen führt. Bei einer überwiegenden Mehrheit aller Unfälle waren die E-Trottinett-Lenkenden alkoholisiert. Auch muss gewährleistet werden, dass E-Trottinette regelkonform parkiert werden und kein Hindernis für andere Verkehrsteilnehmende darstellten. Die Regelakzeptanz muss daher eine wichtige Maxime sein, um den teilweise aufkommenden Druck, Verleihsysteme von E-Trottinetten nicht mehr zuzulassen, zu verringern.

7.2 Anforderungen der E-Trottinette an Infrastruktur und Netzplanung

Die Anforderungen der E-Trottinette an Infrastruktur und Netzplanung sind im Allgemeinen dieselben wie die der Velos. Entsprechend ist der zentrale Nutzungsanspruch der E-Trottinette eine direkte, sichere, durchgehende und attraktive Veloinfrastruktur. Aufgrund der erhöhten Vulnerabilität ist eine solche, möglichst vom motorisierten Verkehr getrennte Infrastruktur für die E-Trottinett-Nutzenden noch wichtiger als für die Velofahrenden. Zudem sollte aufgrund unterschiedlicher Fahrgeschwindigkeiten zwischen Velos, E-Bikes und E-Trottinetten die Fahrbahn breit genug sein, um sicheres Überholen zu ermöglichen.

Eine bedarfsgerechte Veloinfrastruktur reduziert unerlaubtes Ausweichen auf Fussverkehrsflächen und damit verbundene Konflikte. Mischverkehr mit dem Fussverkehr sollte möglichst vermieden werden, da sich Zufussgehende und E-Trottinett-Fahrende unsicher fühlen. Fussverkehrsflächen sind abgesehen von den Personen selbst mit weiteren Gefahren (Unebenheiten, Poller, etc.) für E-Trottinett-Fahrende verbunden. Wenn Mischverkehr mit dem motorisierten Verkehr zum Beispiel aufgrund beispielsweise zu enger Platzverhältnisse nicht vermieden werden kann, sollte für wichtige Verbindungen für E-Trottinette und Velos innerorts eine Geschwindigkeitsbegrenzung von maximal 30 km/h eingeführt werden, um die Sicherheit der E-Trottinett-Nutzenden (und des Veloverkehrs) zu erhöhen.

Für die Nutzung von Velos bzw. (geteilten) E-Trottinetten sind angemessene Parkierungsmöglichkeiten essenziell, die sich von den Anforderungen her nicht gross voneinander unterscheiden. Die Modellrechnungen haben gezeigt, dass Parkierungsmöglichkeiten für geteilte E-Trottinette vor allem in Zentren, an wichtigen Zielorten und an grösseren Bahnhöfen in der Agglomeration benötigt werden. Zudem sollten sie möglichst nah an den zu erreichenden Zielen (z.B. wichtige öffentliche Einrichtungen) und konfliktfrei von der Veloinfrastruktur aus ohne Nutzung von Fussverkehrsflächen erreichbar sein. Eine benutzungsfreundliche Ausgestaltung der Parkierungsflächen hilft dabei das Risiko des unzulässigen Abstellens auf nicht dafür vorgesehene Flächen zu reduzieren, sodass andere Verkehrsteilnehmende nicht mehr behindert oder gefährdet werden. Bezüglich Dimensionierung hat sich eine angemessene Anzahl von 1-20 Abstellplätzen bewährt.

Zusätzlich zu den Anforderungen, die mit denen der Velos übereinstimmen, bestehen spezifische Nutzungsansprüche für eine angemessene E-Trottinett-Nutzung. Aufgrund einer beschränkten Sichtbarkeit wegen der schmalen Silhouette bestehen erhöhte Anforderungen besonders bei Knoten- oder Kreuzungssituationen an die Infrastruktur. Übersichtliche gestaltete Kreuzungen helfen,

dass E-Trottinett-Fahrende nicht in den toten Winkel von Fahrzeugen geraten und weniger leicht übersehen werden.

E-Trottinette haben zusätzlich fahrzeugspezifische Eigenschaften, welche die Anforderungen an die Veloinfrastruktur erhöhen. Unebenheiten und Absätze in der Fahrbahn sorgen aufgrund der kleineren Räder der E-Trottinette für eine deutlich erhöhte Sturz- und Unfallgefahr im Vergleich zum Veloverkehr. Eine ebene Fahrbahnoberfläche ohne Absätze ist die Grundlage für sicheres Fahren. Ausserdem sind Richtungsanzeigen (Handzeichen oder Blinker) und Schulterblicke erschwert oder schlecht durchführbar, weshalb Möglichkeiten zum indirekten Abbiegen für E-Trottinette anzustreben sind. Diese Aspekte sind im Zusammenhang mit der Verkehrssicherheit von zentraler Bedeutung, weshalb das Sicherheitsthema im Folgenden vertieft wird.

7.3 Verkehrssicherheit von E-Trottinetten

E-Trottinette weisen im Vergleich zu anderen Zweirädern ein geringeres Sicherheitsniveau auf. Die kleinen Räder und das stehende Fahren auf einer schmalen Trittpläche beeinträchtigen das Gleichgewicht und die Stabilität. Auch Handzeichen sind äusserst herausfordernd. Der steile Lenkwinkel führt zu deutlich häufigeren Kopf-über-Lenker-Stürzen mit entsprechend gravierenden Auswirkungen wie Kopfverletzungen als mit dem Velo. Zudem ist das Verletzungsrisiko von E-Trottinette-Nutzenden tendenziell höher als bei Velofahrenden, weil kaum Schutzausrüstung wie insbesondere Helme getragen werden. Weiter ist aufgrund der schmalen Silhouette die Sichtbarkeit für andere Verkehrsteilnehmende stark eingeschränkt. Aufgrund der Bauart schlecht erkennbare Scheinwerfer verstärken diesen Effekt.

Im Hinblick auf die Infrastruktur kann aus dem Projekt der Dienstabteilung Verkehr der Stadt Zürich zur Analyse der E-Trottinett-Unfälle [56] geschlossen werden, dass kleine Hindernisse, welche z.B. von Velofahrenden problemlos bewältigt werden können, für E-Trottinett-Fahrende gefährlich sind. Es wurde festgestellt, dass das Trottoir auch aufgrund der Bequemlichkeit befahren wird und weniger aufgrund eines Unsicherheitsgefühls (vergleiche Kapitel 3). Die Motivation für die verunfallten E-Trottinett-Fahrenden, das Trottoir zu benutzen, sollte dementsprechend vertieft abgeklärt werden. Auf jeden Fall zeigen die Ergebnisse, dass sich die E-Trottinett-Nutzenden wenig bewusst sind, dass das Trottoir ebenfalls eine Gefahrenquelle darstellt, nicht nur aufgrund der Zufussgehenden, sondern auch wegen Hindernissen wie Unebenheiten oder Pollern.

8 Handlungsempfehlungen

Aufbauend aus den vorherigen Ergebnissen ergeben sich im Folgenden Handlungsempfehlungen für die E-Trottinett-Planung. Sie bestehen einerseits aus einem einleitenden Text sowie aus konkreten Handlungsempfehlungen für fahrende und abgestellte E-Trottinette. Wichtig zu beachten ist, dass die Förderung von E-Trottinetten immer im Zusammenhang mit der Förderung des Veloverkehrs erfolgen sollte.

8.1 Grundlagen

Auf Grundlage der Ergebnisse der Arbeitspakete 1-5 resultieren für die geordnete, sichere und konfliktarme Nutzung von E-Trottinetten diverse Anforderungen an die Verkehrsinfrastruktur, Netzplanung sowie das Gesamtverkehrssystem. Primär ist eine durchgehende und ebene (hindernisfreie), sichere und attraktive Veloverkehrsinfrastruktur wichtig. Im Mischverkehr mit dem motorisierten Verkehr fühlen sich die E-Trottinett-Nutzenden häufig unsicher, was trotz Regelverstoss häufig zum Ausweichen auf das Trottoir führt. Bei einer Mischnutzung mit dem Fussverkehr fühlen sich die Zufussgehenden sowie teilweise auch die E-Trottinett-Fahrenden unsicher, sodass auch hier ein gewisses Konfliktpotential auftritt. Auf der Veloverkehrsinfrastruktur hingegen fühlen sich die E-Trottinett-Nutzenden sowie die übrigen Verkehrsteilnehmenden weitgehend sicher. Solche Infrastrukturen werden verstärkt genutzt, wenn sie gut erreichbar und klar signalisiert sind. Neben den bekannten Anforderungen des Veloverkehrs an die Veloverkehrsinfrastrukturen sind für E-Trottinette weitere Anforderungen von grosser Bedeutung. Eine ebene, absatzfreie Infrastruktur ist aufgrund der kleinen Räder zentral für eine sichere und angenehme Fahrt. Zudem sind die Handzeichen für Richtungsänderungen sowie der Schulterblick mit E-Trottinetten eingeschränkter als mit dem Velo möglich, weshalb diesbezüglich zusätzliche Massnahmen (z.B. Blinker an den Fahrzeugen) notwendig sein können. Für das Parkieren von geliehenen E-Trottinetten sind weiter zielnahe bzw. erreichbare, geregelte Parkiermöglichkeiten wichtig. Private E-Trottinette werden hingegen meistens mitgenommen und in Innenräumen abgestellt.

E-Trottinette bieten für das Gesamtverkehrssystem und den Umweltverbund noch nicht ausgeschöpfte Potenziale. In Regionen mit weniger guter ÖV-Erschliessung können sie ebenfalls für die Feinerschliessung (erste und letzte Meile) genutzt werden. Andererseits besteht die Gefahr, dass E-Trottinette hauptsächlich für sehr kurze Distanzen als Ersatz zum Fussweg eingesetzt werden. In mit dem ÖV gut erschlossenen Räumen können E-Trottinette als Zubringer zu diesem dienen. Die Verlagerung vom MIV zum ÖV wäre eine gewünschte Folge.

Aus den Erkenntnissen des Forschungsprojekts folgt, dass E-Trottinette unter gewissen Umständen einen Beitrag zu einem effizienteren Gesamtverkehrssystem leisten und daher als Alternative zum MIV im Zusammenhang mit der Verbesserung der Rahmenbedingungen für den Veloverkehr gefördert werden sollten. Da dafür keine zusätzliche Infrastruktur notwendig ist, sondern «lediglich» gewisse Zusatz-Anforderungen an die Velo-Infrastruktur entstehen, welche auch für Velos grundlegend oder mindestens von grossem Nutzen sind, werden auch diese weiter gefördert. Weiterhin werden durch die verbesserte Velo-Infrastruktur schwere Unfallfolgen reduziert.

Im Folgenden sind aufbauend auf obiger Kurzfassung der Ergebnisse aus den einzelnen Arbeitspaketen Handlungsempfehlungen abgeleitet. Die nachfolgenden Tabellen sind auf Grundlage der Forschungsfragen, d.h. nach rollenden und stehenden E-Trottinetten, gegliedert. Mit den drei Spalten zum «Gesamtverkehrssystem», der «Netzplanung» und der «Infrastruktur» sind die drei verkehrsplanerisch relevanten Handlungsebenen adressiert. In den einzelnen Zellen sind wiederum vier Adressaten aufgeführt, die als Empfangende der Handlungsempfehlungen besonders bedeutsam sind. Unter «Regulierung/Zulassung» werden die fahrzeugseitigen Zulassungsaspekte abgedeckt. «Planung/öffentliche Hand» adressiert den Bund, die Kantone sowie die Gemeinden als ausgestaltende Instanzen des Mobilitätsgeschehens (Infrastruktur und Nutzung). Unter «Anbietende/Herstellende» werden Empfehlungen von geteilten und privaten E-Trottinetten festgehalten. Schliesslich wird unter dem Punkt «Forschung» der weitere Forschungsbedarf festgehalten.

8.2 Handlungsempfehlungen: Rollende E-Trottinette

Tab. 22 Handlungsempfehlungen rollende E-Trottinette

Massnahmen Gesamtverkehrssystem	Massnahmen Netzplanung	Massnahmen Infrastruktur
Planung / öffentliche Hand Einbettung ins Gesamtverkehrssystem durch Erleichterung intermodaler Wege (z.B. Mitnahmemöglichkeiten im ÖV, Tarifintegration bei Sharing-Angeboten) verbessern.	Planung / öffentliche Hand Durchgehendes, selbsterklärendes Velowegnetz planen und dabei Weglängen von E-Trottinette ≥ 1.5 km in der (Velo-) Netzplanung explizit berücksichtigen.	Planung / öffentliche Hand Durchgehende, sichere, genügend breite und vom motorisierten Verkehr und Fussverkehr getrennte Veloinfrastruktur, falls Mischverkehr: ≤ 30 km/h. Die Infrastruktur soll eben, gut befahrbar und möglichst stufenlos sein Indirektes Linksabbiegen an Knoten bevorzugen. Querungen insbesondere bei breiten Strassenquerschnitten so gestalten, dass ein Ausweichen auf das Trottoir und Fahren in die Gegenrichtung vermieden wird.
Anbietende / Herstellende Zusammenarbeit mit ÖV / Tarifverbund und weiteren Anbietenden fördern, um v.a. in nachfrageschwachen Zeiten und an nachfrageschwachen Orten das Angebot des ÖVs zu ergänzen.	Anbietende / Herstellende Hinweise zu Routenwahl in App der Sharing-Anbietenden integrieren. Datenlieferung mindestens bei geteilten E-Trottinetten für Städte und Gemeinden sicherstellen, um sie in Netzplanung zu integrieren.	Anbietende / Herstellende Lenkung via Verleihe zur Nutzung der gewünschten Infrastruktur (z.B. kein Trottoirfahren möglich). Bei (legal befahrbaren) geteilten Flächen mit dem Fussverkehr Geschwindigkeit automatisch drosseln.
Regulierung / Zulassung Für freiwilliges Helmtragen sensibilisieren, insbesondere im Sharing-Bereich. Sensibilisieren für zugelassene Fahrzeuge, v.a. private.	Regulierung / Zulassung Bekanntmachung der Rechtslage, dass E-Trottinette auf die Veloinfrastruktur gehören sowie Bewerbung für das E-Trottinett besonders attraktiver Routen.	Regulierung / Zulassung Bekanntmachung bei Kauf und Nutzung von E-Trottinetten der fahrzeugbedingten Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit, z.B. Zusammenhang Radgrösse/-bauart und Befahrbarkeit Niveauunterschiede.
Forschung Technische Anforderungen zur Umsetzung von Geofencing bei privaten E-Trottinetten prüfen. Möglichkeiten für eine erfolgreiche Integration von (geteilten oder auch privaten) E-Trottinetten in Wegeketten zur Reduzierung des Energieverbrauchs bzw. der CO ₂ -Emissionen untersuchen und daraus Anforderungen zur Integration entwickeln. Insbesondere sollte dabei das Potenzial Autofahrende zum Umsteigen auf andere Verkehrsmittel zu bewegen im Vordergrund stehen. Voraussetzungen zur Akzeptanzsteigerung von E-Trottinetten bei Nicht-Nutzenden untersuchen und Massnahmen aufzeigen.	Forschung Routenwahl und Akzeptanz für Umwege genauer untersuchen.	Forschung Nutzungsgründe von verschiedenen Verkehrsflächen besser verstehen. Gründe für das Ausweichen auf Fussverkehrsflächen analysieren (Hintergründe, mögliche Massnahmen zur Vermeidung).

8.3 Handlungsempfehlungen: Parkierte E-Trottinette

Tab. 23 Handlungsempfehlungen parkierte E-Trottinette

Massnahmen Gesamtverkehrssystem	Massnahmen Netzplanung	Massnahmen Infrastruktur
Planung / öffentliche Hand Parkierungsflächen geteilter E-Trottinette als Bestandteil von Mobilitätshubs oder Sharing-Zonen aufnehmen. Parkierungsmöglichkeiten von E-Trottinette in Velostationen fördern. Abstellflächen für E-Trottinette im Zug fördern, um intermodales Mobilitätsverhalten zu begünstigen.	Planung / öffentliche Hand E-Trottinette-Parkierung in Netzplanung aufnehmen (z.B. Sharing-Zonen), besonderes Augenmerk auf Bahnhöfe und ÖV-Haltestellen. Zu- und Wegfahrten zu Parkierungsflächen ohne Störung anderer Verkehrsteilnehmender planen.	Planung / öffentliche Hand Ziernahe Parkierungsflächen, die fahrend, stufenlos und aus allen Fahrtrichtungen direkt erreichbar sind, wobei Konflikte mit anderen Verkehrsteilnehmenden zu vermeiden sind. E-Trottinette-Parkierung in Velo-Normen aufnehmen. Sensibilisierung für korrektes Parkieren und Gefahren falsch parkierter E-Trottinette aufzeigen.
Anbietende / Herstellende Zusammenarbeit bei der Einrichtung von Sharing-Zonen.	Anbietende / Herstellende Sharing-Netze mit festgelegten, ggf. markierten Parkierungszonen planen, insbesondere da, wo Trottoirs nicht vorhanden oder < 2 m (d.h. bei Abstellen E-Trottinette ist Durchgangsbreite < 1.5 m) breit sind.	Anbietende / Herstellende Sensibilisierung und Lenkung zum korrekten Parkieren (z.B. Verbot des Abstellens auf Trottoir, Beweis mittels Foto; Gefencing).
Regulierung / Zulassung Abstellen von E-Trottinette auf Autoparkfeldern (auch zusammen mit Cargobikes) prüfen. Parkiermodus prüfen.	Regulierung / Zulassung	Regulierung / Zulassung
Forschung	Forschung Nutzung und Akzeptanz unterschiedlicher Parkierungsformen analysieren, insbesondere für private E-Trottinette an Verkehrs-drehscheiben. Flächenbedarf für parkierende, geteilte E-Trottinette an Bahnhöfen und ÖV-Haltestellen unter Einbezug der Marktmechanismen der Verleihsysteme ermitteln.	Forschung Pilotprojekte mit neuen Parkierungsflächen (siehe Planung / öffentliche Hand) analysieren (Nutzen, Konflikte, usw.). Anforderungen E-Trottinette an Parkiersysteme entwickeln. Nutzung von Parkierflächen gemeinsam mit dem Velo ermöglichen.

Glossar

Begriff	Bedeutung
FäG (fahrzeugähnliche Geräte)	FäG sind Geräte, welche ausschliesslich durch die Körperkraft der Nutzenden angetrieben werden. Elektrisch angetriebene Geräte wie zum Beispiel E-Trottinette, Hoverboards und Stehroller zählen nicht zu den FäG und müssen gemäss Strassenverkehrsgesetz die Radverkehrsflächen nutzen. (Fussverkehr (admin.ch))
<i>Engins assimilés à des véhicules</i>	<i>Les engins à propulsion électrique tels que les trottinettes électriques, les hoverboards et les gyropodes ne font pas partie des engins assimilés à des véhicules et doivent être utilisés sur les aires cyclables, conformément à la loi fédérale sur la circulation routière. (Mobilité piétonne (admin.ch))</i>
E-Trottinette	Elektrisch betriebenes Fortbewegungsmittel, das in der Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS) geregelt ist und spezifischen Vorschriften unterliegt, um im Strassenverkehr zugelassen zu sein. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit beträgt 20 km/h. Im Hinblick auf die Verkehrsflächennutzung wird es ähnlich wie Fahrräder und langsame E-Bikes (mit einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 25 km/h) behandelt. E-Trottinette können sowohl im Elektronik- und Fahrzeugfachhandel erworben als auch über verschiedene Sharing-Angebote ausgeliehen werden.
<i>Trottinette électrique</i>	<i>En Suisse, ces engins à propulsion électrique sont régis par l'ordonnance concernant les exigences techniques requises pour les véhicules routiers (OETV) et sont soumis à des prescriptions spécifiques pour être autorisés à circuler sur les routes. La vitesse maximale autorisée est de 20 km/h. En ce qui concerne l'utilisation de l'espace routier, les trottinettes électriques sont traitées de la même manière que les vélos et les vélos à assistance électrique lents (dont la vitesse est limitée à 25 km/h). Les trottinettes électriques peuvent être achetées dans des magasins d'électroménager et de véhicules, mais aussi être louées via différentes offres de systèmes en libre-service.</i>
E-Scooter	Synonym für E-Trottinett
E-Tretroller	Synonym für E-Trottinett
Free-Floating	Sharing-System ohne feste Stationen, bei dem die Fahrzeuge wie z.B. E-Trottinette in einem bestimmten Bereich einer Stadt oder Gemeinde abgestellt werden können. <i>Système en libre-service sans stations fixes, dans lequel les véhicules tels que les trottinettes électriques peuvent être garés dans une zone spécifique d'une ville ou d'une commune.</i>
Fahrradstrasse	In der Schweiz, Strasse mit Tempo 30 mit hohem Veloverkehrsaufkommen, auf welcher der Rechtsvortritt aufgehoben ist (für alle Fahrzeuge).
<i>Rue cyclable</i>	<i>En Suisse, rue limitée à 30 km/h avec un nombre élevé de cyclistes, sur laquelle la priorité de droite est supprimée (pour tous les véhicules).</i>
Geofencing	Technologie, die mithilfe von GPS-Koordinaten oder RFID-Signalen eine virtuelle Grenze im Raum zieht, beispielsweise um das Abstellen und die Rückgabe von E-Trottinetten in Verleihsystemen an ungewollten Standorten zu verhindern.
<i>Gardiennage virtuel</i>	<i>Technologie qui, à l'aide de coordonnées GPS ou de signaux RFID, trace une frontière virtuelle dans l'espace, par exemple pour empêcher le stationnement et le retour de trottinettes électriques en libre-service à des endroits non souhaités.</i>
Intermodalität	Nutzung verschiedener Verkehrsmittel auf einem Weg (für einen Zweck, z.B. vom Wohn- zum Arbeitsort)
<i>Intermodalité</i>	<i>Utilisation de différents moyens de transport pour un même trajet (pour un même but, par exemple du domicile au lieu de travail)</i>
Multimodalität	Nutzung verschiedener Verkehrsmittel für unterschiedliche Wege (z.B. E-Trottinett für den Arbeitsweg, Auto für Einkaufswege und Zug für Freizeitwege).
<i>Multimodalité</i>	<i>Utilisation de différents moyens de transport pour différents trajets (par ex. trottinette électrique pour aller au travail, voiture pour aller faire les courses et train pour les trajets de loisirs).</i>
SSV OSR	Signalisationsverordnung <i>Ordonnance sur la signalisation routière</i>
VTS OETV	Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge <i>Ordonnance concernant les exigences techniques requises pour les véhicules routiers</i>

Literaturverzeichnis

Verordnungen

- [1] Schweizerische Eidgenossenschaft (2017), «**Verordnung über die Anerkennung von EU-Genehmigungen und über technische Anforderungen an Motorräder, Leicht-, Klein- und dreirädrige Motorfahrzeuge sowie Motorfahrräder (TAFV 3) vom 16. November 2016**», (Stand am 15. Januar 2017), SR 741.414, www.admin.ch.
- [2] Schweizerische Eidgenossenschaft (2007), «**Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS) vom 19. Juni 1995**», (Stand 1. Juni 2022), SR 741.41, www.admin.ch.

Weisungen und Richtlinien des ASTRA

- [3] Bundesamt für Strassen ASTRA-(2019), «**Vorschriften über Zulassung und Betrieb von Motorfahrrädern, langsamen E-Bikes, E-Trottinetten und Elektro-Rikschas**», (Stand 1. Feb. 2019), *Merkblatt*.

Dokumentation

- [4] M. Rytz und U. Geiser (2019), «**Ratgeber Elektromobile: Sicher mobil sein und bleiben.**», VCS Verkehrs-Club der Schweiz, Bern: 19 S., https://www.verkehrsclub.ch/fileadmin/user_upload/30_ratgeber/48_senioren/PDF_Ratgeber_Elektromobile.pdf.
- [5] R. Baumberger, R. Nenniger, L. Herten und F. Perret (2023), «**Elektrische Mikromobilität: Schlussbericht**», *Städtekonferenz Mobilität*, 4.09.2023. S. 9.
- [6] F. Bauer, J.D. Riley, K. Lewandowski, K. Najafi, H. Markowski J. und Kepros (2020), «**Traumatic injuries associated with standing motorized scooters** », *JAMA Netw Open*, 3(3): e201925. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2020.1925.
- [7] S.N.F. Blomberg, O.C.M. Rosenkrantz, F. Lippert und H. Collatz Christensen (2019), «**Injury from electric scooters in Copenhagen: A retrospective cohort study** » *BMJ Open*, 9(12): e033988. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-033988.
- [8] P. Störmann, A. Klug, C. Nau, R.D. Verboket, M. Leiblein, D. Müller, U. Schweigkofler, R. Hoffmann, I. Marzi und T. Lustenberger (2020), «**Characteristics and injury patterns in electric-scooter related accidents: A prospective two-center report from Germany**» *J. Clin. Med.* 9(5): 1569. DOI: 10.3390/jcm9051569.
- [9] A. Santacreu, G. Yannis, O. de Saint Léon und P. Crist (2020), «**Safe Micromobility** », *International Transport Forum (ITF)*.
- [10] N.K. Dhillon, C. Juillard, G. Barmparas, T.L. Lin, D.Y. Kim, D. Turay, A.R. Seibold, S. Kaminski, T.K. Duncan, G. Diaz, S. Saad, D. Hanpeter, E.R. Benjamin, A. Tillou, D. Demetriades, K. Inaba und E.J. Ley (2020), «**Electric scooter injury in Southern California trauma centers** » *J. Am. Coll. Surg.* 231(1): 133–138. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2020.02.047.
- [11] T.J. Puzio, P.B. Murphy, J. Gazzetta, H.A. Dineen, S.A. Savage, E.W. Streib und B.L. Zarzaur (2020), «**The electric scooter: A surging new mode of transportation that comes with risk to riders**», *Traffic Inj Prev.* 21(2): 175–178. DOI: 10.1080/15389588.2019.1709176.
- [12] K. Huwiler und Y. Achermann Stürmer (2020), «**Elektrische Trendfahrzeuge: Eine Übersicht**», *Beratungsstelle für Unfallverhütung (BFU)*.
- [13] Schweizerische Eidgenossenschaft (2023), «**Unfallstatistik Strassenverkehr 2018-2022**». Bundesamt für Strassen ASTRA. <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/dokumentation/medienmitteilungen/anzeigemeldungen.msg-id-93750.html>.
- [14] Schweizerische Verkehrsstiftung (SVS) (2021), «**E-Scooter: Analyse und Lösungsansätze für eine sinnvolle Einbindung in das Verkehrssystem**», *Bern: 13 S.*
- [15] K. Huwiler (2020), «**E-Trottinette im Strassenverkehr: eine Übersicht**», *Beratungsstelle für Unfallverhütung (BFU)*.
- [16] o. A. (2020), «**Studie zur subjektiven Sicherheit im Radverkehr – Ergebnisse und Datensatz einer Umfrage mit über 21.000 Teilnehmenden**», *FixMyCity*. <https://radwege-check.de/auswertung/>.
- [17] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (2021), «**E-Scooter-Sharing – eine ganzheitliche Bilanz**», *dena-STUDIE*. https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/dena-STUDIE_E-Scooter-Sharing.pdf.
- [18] M. Hanson, M. Chester, C. Cherry und P. Cazzola (2022), «**Analysis: Voi E-Scooter Lifespan**», *Electric Avenue, March 31, 2022*. https://www.voi.com/wp-content/uploads/2023/02/vehicle-lifespan-report_2-pager_final-3.pdf.
- [19] J. Schünemann, N. Schelte, S. Finke und S. Severengiz (2021), «**Life Cycle Assessment of the TIER Mobility e-scooter sharing systems using the TIER V e-scooter**», *Bochum University of Applied Sciences*, 13 S. <https://production.web.cms.tier.exu.dev/uploads/TIER-V-LCA-Publication.pdf>.

- [20] o. A. (2022), «**TIER launches latest 'TIER 6' e-scooter model across Europe**», *Website by Intelligent Transport*, 2. August 2022. <https://www.intelligenttransport.com/transport-news/138256/tier-latest-e-scooter-mode-across-europe/> (aufgerufen am 18.01.2024).
- [21] R. Sacchi und C. Bauer (2023), «**Life cycle inventories for on-road vehicles**», *Paul Scherrer Institut, Villigen*. https://www.mobitool.ch/admin/data/files/marginal_download/file_de/34/vehic-lelca_psi_2023.pdf?lm=1680515567.
- [22] D. Skayne, J. Jeong, J. Brockett, V. Chandola und A. Kreuder (2022), «**Life Cycle Assessment Of Transportation Using Bird's Electric Scooters: Executive Summary**», *Ramboll US Consulting*.
- [23] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (2021), «**E-Scooter-Sharing – eine ganzheitliche Bilanz**», *dena-STUDIE*. https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/dena-STUDIE_E-Scooter-Sharing.pdf.
- [24] P. Christ und P. Cazzola (2020), «**Good to Go? Assessing the Environmental Performance of New Mobility**», *International Transport Forum (ITF), Paris, France*. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/environmentalperformance-new-mobility.pdf>Y3.
- [25] C. Eudaly, D. Saltzman, C. Warner und L. Treat (2018), «**E-Scooter finding report**», *Portland Bureau of Transportation (PBOT)*.
- [26] J. Gubman, A. Jung, T. Kiel und J. Strehmann (2019), «**E-Tretroller im Stadverkehr: Handlungsempfehlungen für deutsche Städte und Gemeinden zum Umgang mit stationslosen Verleihsystemen**», *Agora Verkehrswende, Deutscher Städtetag (DST), Deutscher Städte- und Gemeindebund (DStGB)*.
- [27] T. Gehlert (2021), «**Verkehrssicherheit von E-Scootern**», *Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.*
- [28] E. Rusterholz, A. Erath, M. van Eggermond, J. Bubenhofer, J. Jerković und K. Axhausen (2019), «**Fussverkehrspotenzial in Agglomerationen**», *Bundesamt für Strassen ASTRA, VSS-Forschungsauftrag 2015/006*.
- [29] C. Moser, J. Artho, M. Capillo und V. Bibic (2021), «**Wirkung von Sharing-Angeboten auf Mobilitätsgewohnheiten und -werkzeuge**», *Energieforschung Stadt Zürich, Bericht Nr. 67, Forschungsprojekt FP-1.27*.
- [30] C. Doll, K. Krauss, I. Luchmann, E. Niemeier, N. Quante, J. Ritschny, C. Scherf, J. Schuler und R. Schürmann (2019), «**Verlagerungswirkungen und Umwelteffekte veränderter Mobilitätskonzepte im Personenverkehr**», *Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur*.
- [31] Der Bundesrat (2021), «**Verkehrsflächen für den Langsamverkehr: Bericht des Bundesrates in Erfüllung der Postulate 18.4291 Burkart vom 14. Dezember 2018 und 15.4038 Candinas vom 25. September 2015**», *Bern, 10. Dezember 2021, Schweizerische Eidgenossenschaft*.
- [32] R. Bezzola (2020), «**Raumaneignung durch E-Scooter in der Stadt Zürich: Wahrnehmung und Emotionen**», *Universität Zürich*.
- [33] Transportøkonomisk institutt (TØI) (2021), «**Parking solutions for shared e-scooters**».
- [34] K. Wang, X. Qian, D. Taylor Fitch, Y. Lee, J. Malik und G. Circella (2022), «**What travel modes do shared e-scooters displace? A review of recent research findings**», *Transport Reviews*.
- [35] D. Reck, H. Martin und K.W. Axhausen (2022), «**Mode choice, substitution patterns and environmental impacts of shared and personal micro-mobility**», *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 102, 103134.
- [36] o. A. (2019), «**SPRB – Bruxelles Mobilité: Enquête sur l'usage des trottinettes électriques à Bruxelles**», *Bruxelles Mobilité*.
- [37] L. Ballo (2020), «**Geteilte Mikromobilität in der Schweiz: Schlussbericht**», *Bundesamt für Strassen ASTRA*.
- [38] S. Hróbjartsson (2019), «**Analysis and Modelling of Urban Shared-Mobility Systems through Data Mining**», *Eidgenössische Technische Hochschule Zürich*.
- [39] o. V. (2019), «**Powered Scooter Share Mid-Pilot Evaluation**», *San Francisco Municipal Transportation Agency (SFMTA)*.
- [40] D.J. Reck und K.W. Axhausen (2021), «**Who uses shared micro-mobility services? Empirical evidence from Zurich, Switzerland**», *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 94: 102803.
- [41] D. Reck, H. Haitao, S. Guidon und K.W. Axhausen (2021), «**Explaining shared micromobility usage and mode choice by modelling empirical data from Zurich, Switzerland**», *Transportation Research Part C* 124 102947. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2020.102947>.
- [42] Chacomo (o. J.), «**Zahlen & Fakten zum Shared Mobility Markt Schweiz**», *Website*. https://www.chacomo.ch/de/Zahlen-und-Fakten.php#tab_cc1ef34fc1ba81b73d31d0bd8994e637_4 (aufgerufen am 18.01.2024).
- [43] Fédération des Professionnels Micro-Mobilité (2023), «**Trottinettes électriques: les Français choisissent la montée en gamme sur un marché qui gagne en maturité**», *Medienmitteilung*, März 2023. <https://fpmm.fr/communiqu-de-presse-les-ventes-2022-reflet-dune-forte-montee-en-gamme/>.

-
- [44] Carpathia (2021), «**Digital Commerce Schweiz 2021. Die umsatzstärksten Onlineshops und digitalen Vertriebs-Plattformen**», *Blogpost*. Online verfügbar unter: <https://blog.carpathia.ch/2021/05/20/die-umsatzstaerksten-schweizer-onlineshops-2021/> (abgerufen im August 2022).
-
- [45] gfs.bern (2022) «**TCS-Barometer Elektromobilität**» 2019-2022 <https://www.gfsbern.ch/de/news/tcs-barometer-e-mobilitaet-2022/>.
-
- [46] Statista Mobility Market Insights (2023), «**E-Scooter-Sharing Markt Schweiz**», *Website*. Online verfügbar unter: <https://de.statista.com/outlook/mmo/shared-mobility/gemeinsame-fahrten/e-scooter-sharing/schweiz#umsatz> (abgerufen im Dezember 2023).
-
- [47] A. Henningsen (2022), «**Package 'MvProbit'**», *Version 0.1-10, 07.01.2021* <https://cran.r-project.org/web/packages/mvProbit/mvProbit.pdf>.
-
- [48] S. Hess und D. Palma (2019), «**Apollo: a flexible, powerful and customisable freeware package for choice model estimation and application**», *Journal of Choice Modelling*, 32, September 2019, 100170.
-
- [49] Vitins B.J., Erath A., Fellendorf M. und Arendt M. (2021), «**Aktivitätenbasierte Verkehrsmodelle: Schlussbericht**», *Forschungsbericht SVI 2018/004*.
-
- [50] B.J. Vitins, A. Erath und K.W. Axhausen (2016), «**Integration of a Capacity-Constrained Workplace Choice Model: Recent Developments and Applications with an Agent-Based Simulation in Singapore**», *Transportation Research Record*, 2564 (1), 1–13. <https://doi.org/10.3141/2564-01>.
-
- [51] B.J. Vitins und A. Erath (2023), «**Destination Choice Modeling with spatially distributed Constraints**», *Journal of Transport and Land use*, 16 (1) 241-265.
-
- [52] A. Meister, M. Felder, B. Schmid und K.W. Axhausen (2023), «**Route choice modeling for cyclists on urban networks**», *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 173, 7, 103723.
-
- [53] R. Sacchi und C. Bauer (2023), «**Life-cycle inventories for on-road vehicles**», *PSI, Villigen*.
-
- [54] L. Gebhardt, S. Ehrenberger, C. Wolf und R. Cyganski (2022), «**Can shared E-scooters reduce CO2 emissions by substituting car trips in Germany?**», *Transportation Research Part D*.
-
- [55] Electric Avenue (2022), «**The V5 Scooter Environmental Footprint: Presenting the results of the V5's Life Cycle Assessment in Zurich**», *VOI*.
-
- [56] A. Keller (2023), «**Detaillierte Auswertung der E-Trotti-Unfälle in der Stadt Zürich**», *Präsentation, Tag der Verkehrssicherheit Stadt Zürich, 08.11.2023*.
-

Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Version vom 09.10.2013

Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 08.02.2024

Grunddaten

Projekt-Nr.: VPT_20_05D_01

Projekttitel: E-Trottinette: Verkehrsplanerische Auswirkungen und zukünftige Anforderungen

Enddatum: 30.06.2024

Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

E-Trottinette sind in den letzten Jahren vor allem in der Deutschschweiz als geteilte und private Fahrzeuge im Strassenraum in Erscheinung getreten. In der französisch- und italienischsprachigen Schweiz werden E-Trottinette in geringer Zahl als private Fahrzeuge im Strassenraum genutzt. E-Trottinette fahren sowohl auf Strassen im Mischverkehr wie auch auf Radwegen und Radstreifen. Zum Teil werden Trottoirs und andere Fussverkehrsflächen trotz Fahrverbots befahren. Auf den Fussverkehrsflächen werden Trottinette rollend als Gefahrenquelle und parkiert als Hindernis wahrgenommen. Seit Auftreten von E-Trottinette 2017 dürfte ihre Verbreitung auf gegenwärtig rund 100'000 aktiv genutzte private sowie gut 9'000 geteilte E-Trottinette angestiegen sein. Ein weiteres, wenn auch weniger starkes Wachstum wird von Fachpersonen, die E-Trottinette herstellen, vertreiben oder verleihen, erwartet. Nach ihrer Einschätzung könnten in zehn Jahren bis zu 300'000 private E-Trottinette in der Schweiz genutzt werden und die aktiv E-Trottinett-Nutzenden bei rund 750'000 in fünf Jahren liegen.

E-Trottinette dürfen die gleichen Verkehrsflächen wie Velos benutzen. Da die Bedeutung von E-Trottinette hinsichtlich Zahl der Nutzenden und der im Umlauf befindlichen Anzahl gegenüber den Velos deutlich geringer ist, wird empfohlen, E-Trottinette über die Verbesserung der Veloverkehrsinfrastruktur zu fördern. Diese Förderung des Veloverkehrs kommt den E-Trottinetten zugute, indem höhere Sicherheit und Benutzungsfreundlichkeit ermöglicht werden. Beim Bau von neuen Veloverkehrsinfrastrukturen sollten die speziellen Anforderungen von E-Trottinetten berücksichtigt werden.

Aus den Ergebnissen der Arbeitspakete 1-5 resultieren für die geordnete, sichere und konfliktarme Nutzung von E-Trottinette diverse Anforderungen an die Verkehrsinfrastruktur, Netzplanung sowie das Gesamtverkehrssystem. Primär wird eine durchgehende, sichere und attraktive Veloinfrastruktur benötigt. Im Mischverkehr mit dem motorisierten Verkehr fühlen sich die E-Trottinett-Nutzenden häufig unsicher. Diese Unsicherheit, aber auch Bequemlichkeit, Regelkenntnis und Vermeiden von Umwegen führt trotz Fahrverbot häufig zum Ausweichen auf das Trottoir. Bei einer Mischnutzung mit dem Fussverkehr fühlen sich die Zu-Fuss-Gehenden sowie teilweise auch die E-Trottinett-Fahrenden unsicher. Auf der Radverkehrsinfrastruktur hingegen fühlen sich die E-Trottinett-Nutzenden sowie die übrigen Verkehrsteilnehmenden sicherer. Die Radinfrastrukturen werden genutzt, sofern solche gut befahrbar, ausreichend breit und klar signalisiert sind. Neben den bekannten Anforderungen des Veloverkehrs an die Verkehrsinfrastrukturen sind für E-Trottinette weitere Anforderungen von grosser Relevanz: Eine ebene, absatzfreie Infrastruktur ist aufgrund der kleinen Räder zentral für eine sichere und angenehme Fahrt. Zudem sind die Handzeichen für Richtungsänderungen sowie der Schulterblick mit E-Trottinetten schwieriger als mit dem Velo, weshalb diesbezüglich zusätzliche bauliche Massnahmen (wie z. B. indirektes Linksabbiegen) notwendig sein können. Für das Parkieren von geliehenen E-Trottinetten sind zielnahe und fahrend erreichbare Parkiermöglichkeiten wichtig. Private E-Trottinette werden hingegen meistens mitgenommen und in Innenräumen abgestellt.

E-Trottinette können eine Ergänzung im Gesamtverkehrssystem darstellen: In ÖV-technisch gut erschlossenen Räumen können sie als Zubringer für den ÖV dienen. Dadurch könnte eine gewisse Verlagerung vom MIV zum ÖV erreicht werden. In Zentren könnten sie allenfalls zu einer Entlastung des ÖV bei kurzen Strecken beitragen. In Regionen mit weniger guter ÖV-Erschliessung können E-Trottinette ebenfalls für die Feinerschliessung (erste und letzte Meile) genutzt werden. Andererseits besteht die Gefahr, dass E-Trottinette hauptsächlich für sehr kurze Distanzen als Ersatz zum Fussweg genutzt werden, was aufgrund des höheren Verletzungsrisikos und der Reduzierung von aktiver Bewegung keine positive Auswirkung auf das Gesamtverkehrssystem hätte.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

Zielerreichung:

Die übergeordneten Ziele sind die Untersuchung der verkehrsplanerischen Auswirkungen der E-Trottinette sowie die Ermittlung der diesbezüglichen zukünftigen Anforderungen an die Infrastruktur und Netzplanung. Diese Ziele konnten mit umfangreichen Untersuchungen erreicht werden.

Auch im Bereich der Befragung wurden die Ziele erreicht, betreffend Samplegrösse wurden die Ziele für alle Kategorien sogar übertroffen. Insbesondere konnte auch eine ausreichend grosse Anzahl an Nutzenden von privaten E-Trottinetten erreicht werden, was bisher schweizweit in dieser Grösse noch nicht vorhanden war.

Folgerungen und Empfehlungen:

Aufgrund des geringen Relevanz für das Gesamtverkehrssystem erscheint eine direkte Förderung der E-Trottinette nicht angemessen. Eine Förderung des Veloverkehrs durch die Verbesserung der Veloverkehrsinfrastruktur kommt hingegen indirekt auch den E-Trottinetten zugute, indem höhere Sicherheit und Benutzungsfreundlichkeit ermöglicht werden. Bei der Förderung des Veloverkehrs sollten die speziellen Anforderungen von E-Trottinetten berücksichtigt werden.

Daher wurden Handlungsempfehlungen ausgearbeitet für rollende und parkierende E-Trottinette. Bezüglich Netzplanung und Infrastruktur richten sich diese vor allem an die öffentliche Hand und umfassen eine möglichst ebene, absatzfreie Veloinfrastruktur. E-Trottinette sollten in das Gesamtverkehrssystem integriert werden, wozu auch Sharing-Anbieter und Hersteller eine Rolle spielen, wie auch bei der Lenkung und Sensibilisierung der Nutzenden auf die ihnen zustehenden Flächen, insbesondere um Konflikte mit dem Fussverkehr zu vermeiden. Das gleiche gilt auch bei der Parkierung der Sharing-Angebote, private E-Trottinette benötigen hingegen keine Parkierung, da sie in der Regel mitgenommen werden.

Publikationen:

Schlussbericht

Weitere Artikel (z.B. Strasse und Verkehr, Infoletter Bikesharing), Präsentationen (z.B. Forum Bikesharing, SVI/ASTRA Forschungstagung) sind angedacht.

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Wälti Vorname: Martin

Amt, Firma, Institut: Büro für Mobilität AG

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:

Martin Wälti

Digitalisierungs- und Mobilitäts-Service
Digitalisierungs- und Mobilitäts-Service
Digitalisierungs- und Mobilitäts-Service
Digitalisierungs- und Mobilitäts-Service



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Formular Nr. 3: Projektabschluss

Beurteilung der Begleitkommission:

Beurteilung:

Ziele des Forschungsauftrags waren die Untersuchung der verkehrsplanerischen Auswirkungen der E-FAG sowie die Ermittlung der diesbezüglichen zukünftigen Anforderungen an die Infrastruktur und Netzplanung. In Absprache mit der F&O und der Begleitkommission hat sich die Forschung primär auf die Untersuchung von E-Trottinetten fokussiert (Präzisierung Begrifflichkeit und Einschränkung Untersuchungsgebiet).

Die Forschungsfragen wurden basierend auf Gesprächen mit Fachpersonen (Verwaltung, Forschung, Sharing-Anbieter etc.), einer Umfrage (900 Nutzende von privaten und geteilten E-Trottinetten sowie rund 1'200 übrige Verkehrsteilnehmende, kein Anspruch auf Repräsentativität), einer Modellierung am Beispiel der Region Basel (Untersuchung Einflussfaktoren auf die Nutzung von E-Trottinetten) und von Fahrversuchen in der Stadt Zürich untersucht.

Die Ziele konnten mit der vorliegenden Forschungsarbeit erreicht werden. Die Arbeiten wurden mit hoher fachlicher Fertigkeit und Sorgfalt durchgeführt. Eine grosse Herausforderung stellte die Unterscheidung zwischen neutralen fachlichen Interpretationen aufgrund von Datengrundlagen und der reinen Interpretation (Mutmassung) dar.

Aufgrund der Datenlage war auch keine Aussage zur Nutzung von privaten E-Trottinetten und deren Potenzial möglich.

Die Begleitkommission wurde bei der Erarbeitung des Forschungsauftrages angemessen einbezogen. Deren Inputs (insbesondere auch zur Interpretation der Daten) wurden in die Arbeit aufgenommen. Die Begleitkommission empfiehlt die Publikation des Forschungsberichtes.

Umsetzung:

Der Forschungsbericht ist sehr umfangreich. Die Analysen wurden gründlich und umfangreich durchgeführt. Bei einem umstrittenen und heiklen Thema ist eine neutrale Einordnung der Untersuchungsergebnisse gelungen.

Die Resultate der Forschungsarbeit leisten einen wertvollen Beitrag für eine fachlich fundierte Diskussion insbesondere betreffend

- die Art und Weise der zukünftigen Förderung von E-Trottinetten
- die Weiterentwicklung des Verkehrsnetzes und Infrastrukturangebots
- die Weiterentwicklung von Sharing-Angeboten

Die Forschungsergebnisse werden voraussichtlich auf ein breites Interesse stossen. Publikationen (VSS-Zeitschrift "Strasse & Verkehr", Infoletter Bikesharing) und Präsentationen (Forum Bikesharing, Fachtagung Forschung SV) sind geplant. Die Texte in den Publikationen sind aufgrund des zu erwartenden Medieninteresses jeweils sehr sorgfältig zu formulieren.

weitergehender Forschungsbedarf:

- Aus dem Forschungsbericht ergeben sich folgende Themenfelder mit weiterem Forschungsbedarf:
- Technische Anforderungen zur Umsetzung von Gefährdungen bei privaten E-Trottinetten
 - Möglichkeiten zur Integration von E-Trottinetten in Visibilitäten der Strassenverkehrsinfrastruktur, die CO2-Emissionen (Ausgewählte Umkreisgebiete MIV)
 - Radverkehr und Abgrenzung der Umwege
 - Auswirkungen der Untersuchungen auf andere elektromobilitätsbezogene Bereiche
 - Potenzial privater E-Trottinette und von elektrischen Kleinfahrzeugen generell
 - Technische Vorgaben für Fahrzeuge zur Unfallvermeidung
 - Möglichkeiten zur Abgrenzung von E-Trottinetten (Vermeidung der Nutzung von Fussverkehrsfächern, Organisation Parkierung etc.)
 - Nutzen und Akzeptanz unterschiedlicher Parkierungsformen / Anforderungen an Parkierungsanlagen für geteilte und private E-Trottinette
 - Bewertung von privaten E-Trottinetten und weiteren elektromobilen Kleinfahrzeugen

Einfluss auf Normenwerk:

Die Forschungsarbeit hat keinen direkten Einfluss auf die Normierung respektive kann nicht direkt zur Weiterentwicklung der Normierung verwendet werden. Sie bildet jedoch eine Grundlage für die diesbezüglich notwendigen Diskussionen, wie: Rechtliche Sicherheitsanforderungen (z.B. Helmpflicht), Weiterentwicklung Velo-/Fussverkehrs normierung (z.B. Vorgaben an Randsteine, Dimensionierung Infrastruktur), Ergänzung Parkierungsnormen

Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Vorname:

Amort, Firma, Institut:

Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:

Lukas
Ostermayr

Lukas Ostermayr
o=SNZ Ingenieure und Planer AG,
mailto:lukas.ostermayr@snz.ch
2024.05.21 09:35:00+02:00