



Neue Fortbewegungsmittel im Langsamverkehr: Potenziale, Sicherheit und rechtliche Aspekte

**Nouveaux moyens de transport dans la mobilité douce:
potentiel, sécurité et droit**

**Emerging road users: the potential of different devices,
their safety and related legal aspects**

**AGU Zürich
Kai-Uwe Schmitt
Markus Muser**

**bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung
Karin Huwiler
Mario Cavegn
Simone Studer**

**Dynamic Test Center AG
Bernhard Gerster**

**HSR Hochschule für Technik Rapperswil,
IRAP Institut für Raumentwicklung
Carsten Hagedorn**

**Forschungsprojekt SVI 2016/004 auf Antrag der Schweizerischen
Vereinigung der Verkehrsingenieure (SVI)**

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)



Neue Fortbewegungsmittel im Langsamverkehr: Potenziale, Sicherheit und rechtliche Aspekte

**Nouveaux moyens de transport dans la mobilité douce:
potentiel, sécurité et droit**

**Emerging road users: the potential of different devices,
their safety and related legal aspects**

**AGU Zürich
Kai-Uwe Schmitt
Markus Muser**

**bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung
Karin Huwiler
Mario Cavegn
Simone Studer**

**Dynamic Test Center AG
Bernhard Gerster**

**HSR Hochschule für Technik Rapperswil,
IRAP Institut für Raumentwicklung
Carsten Hagedorn**

**Forschungsprojekt SVI 2016/004 auf Antrag der Schweizerischen
Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Prof. Dr. Kai-Uwe Schmitt

Mitglieder

Mario Cavegn

Prof. Bernhard Gerster

Nathan Gyger

Prof. Carsten Hagedorn

Dr. med. Karin Huwiler

Dr. Markus Muser

Prof. em. Dr. René Schaffhauser †

Simone Studer, Rechtsanwältin

Begleitkommission

Präsident

Urs Gloor

Mitglieder

Dominik Bucheli

Martin Guggi

Maja Ouertani

Michael Rytz

Urs Walter

Bettina Zahnd

Antragsteller

Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)

Bezugsquelle

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

Inhaltsverzeichnis

Impressum	4
Zusammenfassung	7
Résumé	9
Summary	11
1 Einleitung	13
2 Hintergrund	15
2.1 Geräte	15
2.1.1 E-Trendfahrzeuge	15
2.1.2 Exoskelette	17
2.2 Literaturübersicht	18
2.2.1 Internationale Studien betreffend Nutzung und Zulassung von eFäG	18
2.2.2 Studien zu Unfällen und einzelnen Einflussparametern	21
2.2.3 Regulatorische Optionen	23
2.3 Rechtliche Aspekte	29
2.4 Infrastruktur und Normen	32
2.4.1 Lichtraumprofile	33
2.4.2 Projektierungsgeschwindigkeiten	33
2.4.3 Sichtweiten	34
2.4.4 Trennelemente	34
2.5 Fazit Hintergrund	35
3 Expertenbefragung	37
3.1 Konzept	37
3.2 Ergebnisse	38
3.3 Fazit Expertenbefragung	40
4 Konsumentenbefragung	41
4.1 Aufbau	41
4.2 Ergebnisse	41
4.2.1 Epidemiologie, Beschreibung des Samples	41
4.2.2 Nutzungsverhalten	42
4.2.3 Verkehrsflächen	45
4.2.4 Konfliktsituationen, Unfälle, Verletzungen	46
4.3 Fazit Konsumentenbefragung	48
5 Fahrversuche	49
5.1 Zielsetzung und Methodik	49
5.2 Ergebnisse	51
5.3 Fazit Fahrversuche	54
6 Empfehlungen	57
6.1 Einteilung von eFäG	57
6.2 Zulassung von eFäG	61
6.3 Weiterer Forschungsbedarf	62
6.4 Zusammenfassung Empfehlungen	63
Anhänge	65
Glossar	71
Literaturverzeichnis	72

Projektabschluss	75
Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen	78
SVI Publikationsverzeichnis	79

Zusammenfassung

Elektrisch betriebene fahrzeugähnliche Geräte (sogenannte eFäG) sind derzeit im Trend. Im Rahmen dieses Projekts wurden verschiedene Aspekte zu E-Solowheels, E-Trottinets, E-Stehrollern, E-Skateboards und E-Boards untersucht. Ziel war es, das Potential dieser Geräte im Sinne eines Verkehrsmittels (z.B. zur Überwindung der sogenannten „letzten Meile“) zu analysieren und Empfehlungen zur Einteilung und Zulassung dieser Geräte zu erarbeiten.

Neben der Durchführung einer Literaturrecherche wurden bestehende Normen und Regelungen auf ihre Relevanz in Bezug auf diese neuen Geräte untersucht. Des Weiteren wurden eine Experten- und eine (Online-) Konsumentenbefragung durchgeführt.

Es zeigte sich, dass kaum fundierte Studien zum Einsatz dieser Geräte vorhanden sind. Die wenigen vorhandenen Untersuchungen beschäftigen sich vornehmlich mit Zulassungsaspekten und weniger mit verkehrsplanerischen Aspekten. Aussagen zu Unfällen sind nur sehr eingeschränkt verfügbar, da diese Geräte in Unfallstatistiken bisher kaum gesondert erfasst werden.

Aktuell gelten diese Geräte in der schweizerischen Gesetzgebung als Motorfahräder und werden in unterschiedliche Arten eingeteilt, was zur Folge hat, dass auch unterschiedliche Anforderungen (nutzbare Verkehrsflächen, Leistung, technische Anforderungen usw.) gelten. Während beispielsweise E-Stehroller und E-Trottinette auf Radwegen und –streifen verkehren müssen (sofern vorhanden), dürfen E-Solowheel, E-Board und E-Skateboard aufgrund fehlender Typengenehmigung und der Nichteinhaltung der technischen Anforderungen nicht auf öffentlichen Verkehrsflächen benutzt werden.

Die durchgeführte, internationale Online-Umfrage richtete sich an heutige Nutzer solcher Geräte. Das Sample ist in seiner Zusammensetzung mit demjenigen anderer Umfragen vergleichbar, aber deutlich grösser. E-Solowheels waren in der Umfrage am häufigsten vertreten, gefolgt von E-Trottinets. Gemäss Umfrage kauft sich der Nutzer das Gerät selbst und nutzt dieses sowohl als Verkehrsmittel sowie als Freizeitbeschäftigung. Die zurückgelegten Distanzen weisen darauf hin, dass die Geräte auch für das Zurücklegen alltäglicher Strecken, z.B. auf dem Weg zum Arbeitsplatz, eingesetzt werden. Insgesamt wurden wenige Unfälle berichtet; Selbstunfälle und Stürze wurden am häufigsten beschrieben. Die erlittenen Verletzungen waren von geringer Verletzungsschwere, wobei sich die Nutzer in der Regel durch einen Helm und allenfalls durch Handgelenkschützer schützen. Für Fahrräder bestimmte Verkehrsflächen sind die bevorzugte Verkehrsfläche; Fussverkehrsflächen haben für Nutzer eine geringere Priorität.

Um das Fahrverhalten der Geräte besser beurteilen zu können, wurden ergänzende Fahrversuche durchgeführt. Die teilnehmenden Nutzer solcher Geräte haben dabei einen Parcours mit verschiedenen Fahraufgaben absolviert. Als typisch kann eine Fahrgeschwindigkeit zwischen 4 und 5 m/s (rund 14 bis 18 km/h) angenommen werden; dies gilt für alle Geräte. Die Nutzung der Geräte auf heutiger Verkehrsinfrastruktur scheint aus technischer Sicht grundsätzlich vorstellbar; für die meisten Teilnehmenden waren Kurvenfahrten, Abbiegen oder das Überwinden diverser Hindernisse problemlos möglich. Die Fahreigenschaften werden stark durch das Können der Nutzer beeinflusst.

Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen wurden Empfehlungen erarbeitet, wie solche Geräte kategorisiert werden könnten, wenn man sie zur Nutzung im öffentlichen Raum in Betracht zieht. Die in diesem Projekt durchgeführten Umfragen und Versuche haben gezeigt, dass viele der heute bekannten Geräte am ehesten als «velo-ähnlich» betrachtet werden können. Vor diesem Hintergrund wird vorgeschlagen, die Geräte in drei Kategorien zu unterteilen:

- K1: analog FäG bzw. Spielgerät
- K2: analog Velo bzw. Leicht-Motorfahrrad wie langsames E-Bike
- K3: analog schnelles E-Bike (Motorfahrrad)

Ergänzend wurden allgemeine, mehrheitlich technische Vorgaben formuliert, die insbesondere die sichere Benutzung der Geräte im Strassenverkehr gewährleisten sollen. Eine Typengenehmigung und Zulassungsprüfung wird für Geräte der Kategorie K3 vorgeschlagen, während bei Geräten der Kategorien K1 und K2 eine Selbstdекlaration des Herstellers als ausreichend betrachtet wird.

Wenn solche Geräte zugelassen werden sollen, wird für die Zulassung solcher Geräte ein schrittweises Vorgehen empfohlen. Dabei erscheint die Zulassung von Geräten der Kategorie K2 in einem ersten Schritt als sinnvoll.

In nachfolgenden Studien könnte dann der Einfluss von eFäG auf das Verkehrsgeschehen genauer untersucht werden. Die Interaktion zwischen den verschiedenen Verkehrsmitteln und insbesondere der Mischverkehr eFäG und Velo sollte dabei im Vordergrund stehen. Ferner ergeben sich Fragestellungen zu geeigneten Führungsarten (Netzelemente), zur geeigneten statistischen Kategorisierung (z.B. in der Verkehrs- bzw. Unfallstatistik), zum Vollzug wie auch zu praktischen Nutzungsaspekten (z.B. Abstellanlagen für eFäG).

Résumé

La tendance est aux engins assimilés à des véhicules mus par propulsion électrique. Le présent projet s'est ainsi attaché à examiner divers aspects des gyroroues (encore appelées monoroues électriques), des trottinettes électriques, des gyropodes, des planches à roulettes électriques et des hoverboards, dans l'optique d'analyser le potentiel de ces engins comme moyen de locomotion (p. ex. pour parcourir le «dernier kilomètre») et de formuler des recommandations pour la classification et l'admission de ces engins dans la circulation routière.

Pour ce faire, la littérature scientifique à ce sujet a été épluchée, et les normes et réglementations ont été examinées quant à leur pertinence pour ces nouveaux engins. Une enquête auprès d'experts a par ailleurs été menée, et une autre auprès de consommateurs (la seconde, en ligne).

Il s'est avéré que les études fondées portant sur l'utilisation de ces engins sont peu nombreuses. Les quelques rares disponibles se concentrent essentiellement sur les aspects d'admission à la circulation routière, et moins sur les questions de planification du trafic. Les informations relatives aux accidents sont en outre limitées, car ces engins n'apparaissent guère séparément dans les statistiques de l'accidentalité.

Dans la législation suisse actuelle, ces engins sont assimilés à des cyclomoteurs et classés en différents types, si bien qu'ils sont soumis à différentes exigences (surfaces routières sur lesquelles ils sont admis, puissance, exigences techniques, etc.). A titre d'exemple, alors que les gyropodes et les trottinettes électriques doivent circuler sur les pistes et bandes cyclables (pour autant qu'il y en ait), les gyroroues, les hoverboards et les planches à roulettes électriques ne sont pas autorisés à emprunter les surfaces de circulation publiques, faute de réception par type et de respect des exigences techniques.

L'enquête en ligne précitée, menée au niveau international, s'adressait aux utilisateurs de ces engins. En termes de composition, l'échantillon était comparable à celui d'autres enquêtes, mais il était de bien plus grande taille. Il ressort de l'enquête que les gyroroues sont les plus répandues, suivies des trottinettes électriques. Les utilisateurs possèdent en principe leur propre engin, qui sert à la fois de moyen de locomotion et à des fins de loisirs. Les distances parcourues suggèrent que ces engins sont également utilisés sur les trajets quotidiens, p. ex. sur le chemin pour se rendre au travail. Peu nombreux, les accidents répertoriés par l'enquête sont le plus souvent des accidents individuels et des chutes. Les blessures subies sont de faible gravité, étant donné que les utilisateurs de ces engins se protègent en portant généralement un casque et, parfois, des protège-poignets. On trouve ces engins avant tout sur les surfaces de circulation dédiées aux cyclistes, mais beaucoup moins sur celles destinées aux piétons.

Des essais de conduite ont été réalisés afin de mieux évaluer la tenue de route de ces engins. Pour ce faire, les utilisateurs participant à l'étude ont accompli un parcours jalonné de différentes tâches de conduite. Une vitesse de circulation comprise entre 4 et 5 m/s (soit quelque 14 à 18 km/h) est usuelle, et ce pour tous ces engins quel que soit leur type. D'un point de vue technique, l'utilisation de ces engins sur les infrastructures routières actuelles semble envisageable. En effet, la plupart des participants n'ont montré aucun problème à prendre un virage, à obliquer à gauche ou à droite, ou à franchir divers obstacles. Le comportement routier de ces engins dépend fortement du savoir-faire des utilisateurs.

Sur la base des informations ainsi acquises, des recommandations ont été formulées pour la classification de ces engins, dans l'optique de leur utilisation dans l'espace public. Les enquêtes et essais réalisés dans le cadre du présent projet ont montré que nombre des engins connus aujourd'hui peuvent de préférence être «assimilés à des vélos». Cela étant, il est proposé de classer ces engins en trois catégories:

- C1: engins analogues aux engins assimilés à des véhicules ou aux équipements de jeu

- C2: engins analogues aux vélos ou aux cyclomoteurs légers (comme les vélos électriques lents)
- C3: engins analogues aux vélos électriques rapides (cyclomoteurs)

En complément, des exigences générales, majoritairement d'ordre technique, ont été formulées dans le but de garantir notamment une utilisation sûre de ces engins dans le trafic routier. Une réception par type et un contrôle en vue de l'immatriculation sont proposés pour les engins de la catégorie C3, tandis qu'une autodéclaration du fabricant paraît suffisante pour les engins des catégories C1 et C2.

Si ces engins doivent être admis à la circulation routière, il est conseillé de procéder progressivement, en commençant par l'admission des engins de la catégorie C2.

Dans des études ultérieures, l'influence de ces engins sur la circulation pourrait être examinée de plus près. En première ligne, les questions de recherche devraient s'adresser à l'interaction entre les différents moyens de transport et, en particulier, le trafic mixte entre vélos et les engins discutés ici. En plus, des questions concernant la gestion du trafic (éléments du réseau), la catégorisation adéquate dans p.ex. les statistiques de trafic et d'accidents, l'exécution, et des aspects pratiques comme le stationnement sont à discuter.

Summary

Personal light electric vehicles (PLEV) are currently in vogue. Different aspects of e-solowheels (self-balancing cycles), e-kick scooters, Segways, e-skateboards and e-boards were explored within the framework of this project. The objective was to analyse their potential as a means of transport (e.g. to overcome the 'last mile') and provide recommendations for their classification and approval.

Besides reviewing the pertinent literature, the existing standards and regulations were examined with regard to their relevance to these new devices. A survey of experts and an (online) consumer survey were also carried out.

It came to light that there are hardly any substantiated studies on the use of such devices. The few existing studies deal mainly with approval aspects and less with traffic planning concerns. There is only limited accident-related information available, since these devices have to date rarely been recorded separately in accident statistics.

Current Swiss legislation classifies them as mopeds and divides them into separate types, with the result that different requirements apply (permissible traffic areas, performance, technical requirements etc.). While, for example, Segways and e-kick scooters must operate on cycle paths and in cycle lanes (if available), e-solowheels, e-boards and e-skateboards may not be used in public traffic zones due to a lack of type approval and failure to comply with technical requirements.

The international online survey targeted current users of such devices. In its composition, the sample is comparable to other surveys but much larger. E-solowheels were most frequently represented in the survey, followed by e-kick scooters. The survey found that users generally purchase the device themselves and use it both as a means of transport and for leisure purposes. The travelled distances also suggest that the devices are used for everyday journeys, e.g. commuting to work. Few accidents were reported overall; the most frequently described were single-vehicle accidents and falls. The injuries sustained were of minor severity, with users normally wearing a helmet for protection and, at best, wrist protectors. The preferred traffic areas are those intended for bicycles; pedestrian traffic zones are of lower priority.

Additional tests were performed in order to better assess the driving behaviour of these devices. The participating users completed a course incorporating various tasks. A travelling speed of between 4 and 5 m/s (around 14 to 18 kph) can be assumed as typical; this applies to all devices. From a technical point of view, the use of the devices in today's traffic infrastructure seems fundamentally feasible; most users were capable of driving curved lines, turning corners or overcoming various obstacles without any problems. The driving characteristics are strongly influenced by the device-handling abilities of the users.

Based on these findings, recommendations were developed on how such devices could be categorised with respect to their potential use in public spaces. The surveys and experiments conducted in this project show that many of the devices known today are best described as 'bicycle-like'. In view of this, we propose splitting them into three categories.

- C1: analogue vehicle-like or recreational device
- C2: analogue bicycle or light moped such as a slow e-bike
- C3: analogue fast e-bike (moped)

Furthermore, general and primarily technical specifications have been drafted to ensure in particular the safe use of these devices in traffic. Type approval and approval testing is recommended for C3 vehicles, while self-declaration by the manufacturer is considered sufficient for categories C1 and C2.

If such devices are to be approved for use, a step-wise approval process is recommended. In a first step, the approval of category C2 devices would seem advisable.

Following this, the influence of such devices on traffic should be monitored in more detail. The interaction between PLEV and other road users, particularly bicycles, is of particular interest. Furthermore, research should address aspects concerning suitable routing and road configuration, aspects regarding statistical categorization of PLEV (in traffic or accident statistics, respectively), as well as practical aspects of using PLEV (e.g. the need for infrastructure to park PLEVs).

1 Einleitung

Das hohe gesellschaftliche Bedürfnis nach Bewegung im Raum, die heutigen Siedlungsstrukturen und eine zunehmende Urbanisierung führen dazu, dass Mobilität insbesondere in Agglomerationen von erheblicher Relevanz ist. Neben den heute üblichen Formen der Mobilität kommen vermehrt auch neue Formen zum Einsatz bzw. bestehende Mobilitätsmuster verändern sich. Hierbei kommt dem oftmals als „Langsamverkehr“ bezeichneten Verkehrssegment, das sich u.a. aus Fussgängern, Velofahrern und Nutzern anderer Geräte bzw. Mobilitätshilfen zusammensetzt, eine grosse Bedeutung zu. Das Zurücklegen von kurzen bis mittellangen Strecken steht in diesem Segment im Vordergrund.

Verschiedene technische (Weiter-)Entwicklungen unterstützen Änderungen des Mobilitätsverhaltens bzw. der Mobilitätsansprüche. Hierzu gehört auch die steigende Verbreitung von elektrisch betriebenen Fahrzeugen und Geräten. In den letzten Jahren ist eine Vielzahl solcher Geräte auf den Markt gekommen, die den Nutzern eine einfache und körperlich weniger anstrengende Fortbewegung versprechen. Ferner finden sich Entwicklungen, die auf den Erhalt bzw. das Wiedererlangen der Mobilität abzielen und ihren Ursprung teilweise im Bereich der Rehabilitation haben; Exoskelette seien hier als Beispiel genannt.

Derzeit ist die Nutzung solcher elektrisch betriebenen Fahrzeuge und Geräte auf öffentlichen Strassen in der Regel nicht gestattet. Es wird jedoch diskutiert, ob bzw. in welchem Rahmen solche Fahrzeuge zukünftig allenfalls zugelassen werden könnten. Eine Zunahme solcher elektrisch betriebenen Geräte und deren Nutzung auf öffentlichen Strassen könnten verschiedene Auswirkungen auf die heutigen Verkehrssysteme haben, bei deren Planung bisher nicht von solchen Nutzern ausgegangen wurde.

Die Herausforderung an ein Verkehrssystem für verschiedene Klassen von Nutzern ist multifaktoriell; die Formulierung von Anforderungen und möglichen Massnahmen daher komplex. Sie wird zusätzlich durch die Tatsache erschwert, dass die Entwicklung hinsichtlich dieser Elektrofahrzeuge sowohl in technischer wie gesellschaftlicher Hinsicht noch nicht abgeschlossen ist. Bisher gibt es nur wenige wissenschaftlich fundierte Studien zum Fahrverhalten und daraus abgeleiteten Anforderungen solcher Geräte. Ferner fehlen klare Nutzerprofile, durch die die Bedürfnisse definiert werden können. Es kann davon ausgegangen werden, dass die ersten Populationen an Nutzern inhomogen sind – die Kaufentscheidungen reichen von technischem Interesse bis zu einer individuellen Nutzenanalyse.

Ziel des hier durchgeführten Forschungsprojekts war es, eine Grundlage zur Thematik der elektrisch betriebenen Geräte bereitzustellen. Neben einer Zusammenfassung bereits publizierter Arbeiten wurden Umfragen und Fahrversuche durchgeführt. Darauf aufbauend wurden Empfehlungen, insbesondere hinsichtlich der Zulassungsbedingungen solcher Fahrzeuge erarbeitet. Dieser Bericht fasst die Erkenntnisse des Projekts zusammen.

2 Hintergrund

2.1 Geräte

Es findet sich eine Vielzahl an elektrisch betriebenen Geräten, die als «Trendfahrzeuge» bezeichnet werden können. Die Entwicklung solcher Geräte ist sehr dynamisch und kontinuierlich werden neue oder überarbeitete Modelle vorgestellt bzw. auf den Markt gebracht. Die jeweils verfügbaren Technologien im Bereich der Batterien bzw. Akkumulatoren beeinflussen die Innovation. Derzeit ist der Markt entsprechend dynamisch und somit etwas unübersichtlich. Zudem ist die Abschätzung schwierig, welche der angebotenen Geräte nur kurzzeitig von Interesse sind und welche einen langfristigeren Einfluss haben werden.

2.1.1 E-Trendfahrzeuge

Derzeit gibt es keine einheitliche Bezeichnung für die Gruppe der hier untersuchten Fahrzeuge bzw. Geräte. Im Englischen werden die Fahrzeuge oftmals als „personal light electric vehicles (PLEV)“ bezeichnet; im Deutschen finden sich Ausdrücke wie Elektrokleinstfahrzeuge oder E-Trendfahrzeuge. In Anlehnung an die in der Schweiz verwendete Bezeichnung der fahrzeugähnlichen Geräte (FäG), werden die Geräte in diesem Bericht zusammenfassend als eFäG bezeichnet. Als eFäG werden hier elektrisch betriebenen Fahrzeuge bzw. Geräte verstanden, wobei E-Bikes nicht Bestandteil dieses Projekts sind. Als eFäG werden hier ausschliesslich Geräte zur Benutzung durch eine Person (einplätzig) betrachtet; Fahrzeuge zur Benutzung bzw. Beförderungen von mehreren Personen waren nicht Bestandteil dieses Projekts (solche sind aber nicht auszuschliessen).

Tab. 1 stellt die in diesem Projekt betrachteten eFäG vor. E-Solowheel, E-Stehroller und E-Board können als „selbstbalancierend“ bezeichnet werden und unterscheiden sich dadurch von E-Skateboard und E-Trottinett.

Zur konkreten Verbreitung der einzelnen Geräte gibt es momentan keine verlässlichen Angaben. eFäG werden über verschiedene Vertriebskanäle verkauft, wobei sich der Markt durch viele Anbieter auszeichnet und stark segmentiert ist. Es finden sich diverse spezialisierte Anbieter, die nur einen Gerätetyp vertreiben, teilweise produzieren Anbieter auch eigene Geräte (z.B. E-Skateboards) oder modifizieren/individualisieren kommerzielle Modelle. Viele eFäG werden über den Onlinehandel verkauft. Von einem grossen Schweizer Onlinehändler, der viele der hier betrachteten eFäG im Angebot hat, wurde mitgeteilt, dass E-Boards die Verkaufszahlen bei weitem dominierten, gefolgt von E-Trottinetts, E-Solowheels und E-Skateboards. Es würden ca. zehnmal mehr E-Boards als E-Solowheels verkauft. Grundsätzlich scheint dies plausibel zu sein, wenn man berücksichtigt, dass ein E-Board bereits ab ca. 250 CHF verkauft wird, während für E-Solowheels ein Preis ab ca. 1000 CHF anzunehmen ist. Es ist jedoch zu beachten, dass sich bei den Angaben um die Verkaufszahlen eines Schweizer Onlinehändlers handelt und unklar ist, welcher Käuferanteil die Geräte über diesen Kanal beschafft. Verschiedene Nutzer haben erklärt (siehe auch Kap. 4), dass sie das Gerät im Ausland oder über spezialisierte Händler gekauft hätten.

Tab. 1 Die in dieser Studie betrachteten Fahrzeuge



E-Solowheel (E-Unicycle, Monowheel)



E-Stehroller (Segway)



E-Board (Smartwheel oder Hoverboard)



E-Skateboard



E-Trottinett

Da anzunehmen ist, dass ein grosser Anteil der hierzulande genutzten eFÄG im Ausland produziert und dann importiert wurden, liesse sich die Anzahl der verkauften Geräte wahrscheinlich recht gut aus der Importstatistik des Zolls abschätzen. Dies bedingt jedoch, dass die eFÄG in der Statistik eigens ausgewiesen werden. Im Jahr 2017 wurde durch die Eidgenössische Zollverwaltung daher eine entsprechende Kennziffer eingeführt, so dass es zukünftig möglich sein wird, die Anzahl der importierten eFÄG zu ermitteln.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass im Rahmen dieses Forschungsprojekts fünf verschiedene Gruppen von eFÄG adressiert wurden. Über deren Verbreitung in der Schweiz gibt es derzeit keine gesicherten Zahlen. Es ist anzunehmen, dass E-Boards absolut gesehen am häufigsten verkauft werden; wobei unklar bleibt, welche Nutzergruppe diese Geräte kauft bzw. welche Vertriebskanäle bevorzugt verwendet werden. In diesem Zusammenhang erwähnenswert ist, dass sich eFÄG-Nutzer bereits in verschiedenen Interessensgruppen organisiert haben. Hierbei scheinen sich insbesondere die Nutzer von E-Solowheels und E-Stehrollern zu gruppieren.

2.1.2 Exoskelette

Im Bereich der Rehabilitation kommen Exoskelette zum Einsatz. Patienten können mit Hilfe solcher Exoskelette verschiedene Bewegungsmuster (wieder) erlernen. Ferner finden Exoskelette Verwendung, mit denen sich Personen mit eingeschränkter Mobilität im Alltag besser bewegen können; dank Exoskeletten können Personen beispielsweise aufstehen oder kurze Strecken gehen. Zudem wurden Exoskelette vorgestellt, die Personen (u.a. mit Muskelschwäche) beim Gehen unterstützen; ein Motor hilft hierbei, den Oberschenkel anzuheben (*Abb. 1*).

Des Weiteren finden sich Exoskelette, die Gesunde unterstützen. In diesem Zusammenhang wurden insbesondere Systeme präsentiert, die in der Arbeitswelt interessant sind. Das Heben von Lasten oder das Arbeiten in ermüdender Körperhaltung könnte durch solche Exoskelette erleichtert werden (*Abb. 2*).

Einige der in Abbildungen *Abb. 1* und *Abb. 2* dargestellten Exoskelette wurden bereits von rund 10 Jahren vorgestellt, andere sind neuere Entwicklungen. Die Verfügbarkeit bzw. die Relevanz im Alltag ist derzeit unklar; die Verbreitung von Exoskeletten, insbesondere für Anwendungen ausserhalb der Rehabilitation, scheint heute noch sehr gering zu sein. Ein Einsatz von Exoskeletten im Sinne einer Nutzung im Strassenverkehr ist heute nicht absehbar. Von den aktuell verfügbaren Geräten scheint (noch) keines für eine breite Nutzung ausgelegt und verfügbar zu sein. Exoskelette standen daher nicht im Fokus dieses Projekts; sie wurden in die Betrachtungen zur Zulassung im Strassenverkehr nicht weiter einbezogen.



Abb. 1 Exoskelette. Obere Reihe: Ekso GT, z.B. für Patienten mit neurologischen Ausfällen. Bildquelle: www.eksobionics.com. Untere Reihe: Honda/Asimo Stride Management Assist, für Personen mit Muskelschwäche. Bildquelle: www.asimo.honda.com



Abb. 2 Exoskelette. Oben links: Cray, German Bionic Systems, Bildquelle: www.germanbionic.de. Oben rechts: Hyundai Iron Man Suit HIMSU, Bildquelle: www.thedrive.com. Unten links: Honda/Asimo Bodyweight Support Assist, Bildquelle: www.asimo.honda.com.

2.2 Literaturübersicht

Ähnlich der in dieser Studie gewählten Methoden wurden auch in anderen Ländern Befragungen und Fahrversuche mit eFäG durchgeführt. Nachfolgend wird insbesondere auf drei Studien – aus Neuseeland [25], Australien [26] und Belgien [27] eingegangen. Die wichtigsten Erkenntnisse dieser Studien werden zusammengefasst. Es ist zu berücksichtigen, dass diese Arbeiten in verschiedenen Ländern und somit vor dem Hintergrund einer anderen Gesetzgebung und Strasseninfrastruktur durchgeführt wurden. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Schweiz ist dadurch eingeschränkt.

2.2.1 Internationale Studien betreffend Nutzung und Zulassung von eFäG

In einer für Neuseeland erstellten Studie [25] werden Ansatzpunkte für Regulierungen von eFäG diskutiert und folgende Schlussfolgerungen gezogen:

- EFäG können die Auswahl an Transportmöglichkeiten vergrössern, was positive Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit und auf das Verkehrsaufkommen (Verkehrsfluss bzw. Verkehrsbehinderungen/Stau) haben kann.
- Aufgrund der verfügbaren Literatur und den Unfalldaten ist bei zunehmender Nutzung der in dieser Übersicht beschriebenen e-Fahrzeuge nicht notwendigerweise mit einer Zunahme an Unfällen mit Fussgängern zu rechnen.
- Die Geschwindigkeit ist eine bessere Determinante der Sicherheit als die Leistung der Geräte.
- Einschränkungen des Nutzerverhaltens sind ein wichtiger Aspekt, um negative Auswirkungen auf andere Verkehrsteilnehmer zu reduzieren.

Die Autoren empfehlen, folgende Aspekte in Betracht zu ziehen:

- Die Geräte sind basierend auf ihrer möglichen Geschwindigkeit zu klassifizieren.
- Die Konsistenz in den Fahrzeugkategorien, Standards und Regelungen ist zu maximieren (wobei hier die Konsistenz im Rahmen der australischen Gesetzgebung gemeint ist).

- Es sind harmonisierte Höchstwerte für die Grösse und das Gewicht dieser Geräte anzustreben.
- Es sollte ein Bezug zum künftigen EU-Sicherheitsstandard bestehen und/oder ein harmonisierter Standard entwickelt werden.
- Es ist keine obligatorische Registrierung der Geräte einzuführen.
- Es ist ein effizientes System zum Anhalten zu verlangen, inkl. Bremsen und/oder Motorenkontrolle.
- Die elektrifizierten Geräte sind im Rahmen der Unfallerrfassung zu erfassen.
- Es soll eine Höchstgeschwindigkeit (motorenunterstützt) für elektrifizierte Geräte festgelegt werden.
- Für Geräte, die auf Fusswegen unterwegs sind, sind maximale motorenunterstützte Geschwindigkeit und Grösse festzulegen.
- Es soll eine Höchstgeschwindigkeit von 15 km/h für die Nutzung der Geräte auf Fusswegen definiert werden.
- Es ist allen elektrifizierten Geräten die Nutzung von Fusswegen zu erlauben, wenn ein gedrosselter Geschwindigkeitsmodus eingeschaltet oder die Motorenunterstützung ausgeschaltet ist.
- Es ist eine minimale Geschwindigkeit für Geräte festzulegen, die die Strasse nutzen dürfen. Laut Autoren wäre das für elektrifizierte Geräte (mit Ausnahme von Mobilitätshilfen) mindestens 15 km/h.
- Für Geräte mit einer maximalen Geschwindigkeit von 15 km/h ist kein Mindestalter zu definieren; das Mindestalter für schnellere Geräte ist demjenigen von E-bikes anzupassen.
- Ein Führerausweis ist nur für die Nutzer von Geräten zu verlangen, die auf der Strasse zugelassen sind und eine gewisse Geschwindigkeit überschreiten können.
- Bezüglich Helmobligatorium sind folgende Aspekte zu bedenken: Alter der Nutzer sowie Stabilität und mögliche Geschwindigkeit der Geräte.
- Verhalten, welches Konflikte mit den anderen Verkehrsteilnehmern minimiert, ist weiter zu fördern.
- Informationsblätter zu Sicherheitsaspekten sollten durch Lieferanten und Verkäufer abgegeben werden.
- Es ist eine allfällige Anpassung der Verkehrswege (z.B. bei Hindernissen oder schlechter Qualität der Oberfläche) anzustreben.
- Elektrifizierte Geräte, die primär von Personen mit eingeschränkter Mobilität genutzt werden oder dafür vorgesehen sind, sind in die Definition von Mobilitätshilfen einzuschliessen.
- Eine Nutzung durch mobilitätseingeschränkte Personen ist zuzulassen, wenn E-Trottinette und/oder E-Stehroller nicht für die Öffentlichkeit zugelassen werden.

In einer australischen Studie [26] wurde – vor dem dortigen nationalen Hintergrund – ein Rahmen für die Beurteilung neuer Regulierungen für eFäG entwickelt. Die grössten Sicherheitsrisiken dieser Gefährte bestehen demnach in einer Kollision mit anderen Fahrzeugen bzw. mit Fussgängern. Aufgrund von Simulationen gehen die Autoren davon aus, dass das Verletzungsrisiko von Fussgängern bei Kollisionen mit einem dieser Gefährte ähnlich ist wie bei einer Kollision mit einem Velo.

Wenn für diese Geräte eine neue Kategorie geschaffen wird, sollten gemäss dieser Studie Standards entwickelt werden, die die folgenden Punkte beinhalten:

- Sicherheit des Elektro- oder Verbrennungsmotors
- Warnvorrichtung (Glocke oder Horn)
- Lichter und Reflektoren
- Steuerung und Manövrierbarkeit
- Genauigkeit und Ansprechbarkeit der Geschwindigkeitskontrolle
- Bremssystem
- Geschwindigkeitsbeschränkung
- Berücksichtigung von menschlichen Aspekten

Zudem sollten laut den Autoren der australischen Studie folgende Vorschriften erlassen werden:

- Helmtragepflicht
- Verbot jeglicher Verwendung von Mobiltelefonen (auch Freisprechanlagen)
- Absolutes Alkoholverbot
- Mindestalter von 12 Jahren; bis zum Alter von 16 Jahren müssen Fahrer von einer erwachsenen Person beaufsichtigt werden

Des Weiteren sollten folgende Überlegungen gemacht werden:

- Training, Tests und Lizenzierung für Fahrer, insbesondere bei Zulassung von Geräten mit höherer Geschwindigkeit auf Strassen
- Anforderungen bezüglich Registrierung und Versicherung
- Angemessener Vollzug der obigen Regelungen

Für den Fall, dass die Geräte zugelassen werden, schlagen die Autoren folgende Bedingungen bezüglich Geschwindigkeit vor: Auf Fusswegen und gemeinsam genutzten Wegen eine maximale Geschwindigkeit von 12 km/h, auf separaten Spuren, Radwegen und Strassen von 25 km/h. Auf Fusswegen und gemeinsam genutzten Wegen hätten Fussgänger Vortritt.

Eine dritte, umfassende Studie stammt aus Belgien [27]. Im Rahmen dieser Studie wurden u.a. auch Umfragen und Fahrversuche durchgeführt. Die Autoren ziehen in ihrer Beurteilung zu eFäG folgende Schlussfolgerungen:

- E-Stehroller und E-Trottinett können relativ schnell und einfach genutzt werden. Dennoch wird eine kurze Einführung als hilfreich beurteilt. Andere, wie beispielsweise das E-Solowheel, benötigen demgegenüber mehr Unterstützung beim Erlernen des Umgangs. Die Lernphase mit erhöhtem Risiko könnte durch einen besseren Zugang zu professionell begleiteten Kursen verkürzt werden. Solche Kurse bieten zudem Interessierten die Möglichkeit, ein Gerät vor einem allfälligen Kauf auszuprobieren. Für die Zukunft sollte auch ein einheitlicher Inhalt der Kurse in Betracht gezogen werden.
- Mit Ausnahme der Überwindung von Kanten durch ein E-Board sind die getesteten Geräte technisch in der Lage, die häufig im Verkehr vorkommenden Manöver durchzuführen und die geläufigen Hindernisse zu überwinden. Solange die Nutzer die Eigenschaften der Geräte kennen und sich entsprechend verhalten, sind die Geräte nicht per se für eine Nutzung im öffentlichen Raum ungeeignet.
- Die Stabilität auf diesen Geräten hängt stark mit einem guten Unterhalt der Strassen und der Gestaltung der Infrastruktur zusammen. Wenn die multimodale Nutzung der Verkehrswege durch Einbezug elektrifizierter Geräte gefördert werden soll, müssten allenfalls Anpassungen der Infrastruktur wie beispielsweise abgeschrägte Trottoirränder und ein Monitoring von Schlaglöchern auf Velowegen und Trottoirs in Betracht gezogen werden.
- Den Autoren des Berichts scheint das ungenügende Wissen der Bevölkerung zu den elektrifizierten Geräten eine wichtige Gefahrenquelle zu sein. Die Diskrepanzen zwischen den Vorurteilen der Bevölkerung und der Wahrnehmung der Nutzer führen dazu, dass diese Gruppen Gefahren unterschiedlich einschätzen, wodurch das Unfallrisiko ansteigen kann. Die Bevölkerung über die Möglichkeiten dieser Geräte zu informieren oder auch die Geräte in der theoretischen Ausbildung der Autofahrer zu thematisieren, könnte daher zur Verhinderung von Unfällen beitragen.
- Auch die Nutzer selber waren bezüglich Vorschriften (z.B. Geschwindigkeitsbeschränkungen, Beleuchtung) nicht immer ganz auf dem Laufenden. Die Autoren empfehlen daher, die Information allen leicht zugänglich zu machen, beispielsweise auf einer Webseite oder bei den Verkäufern.
- Die Autoren empfehlen den Nutzern dieser Geräte, einen Helm und Schutzausrüstung für das Handgelenk, den Ellbogen und das Knie zu tragen, insbesondere bei selbst-balancierenden Geräten. Der Umgang mit dem Gerät

sollte vorzugsweise auf einem verkehrsfreien Gelände geübt werden, wenn möglich in Begleitung. Auch sollte das Passieren von üblichen Hindernissen im Strassenverkehr geübt werden, bei Bedarf empfiehlt sich zudem die Teilnahme an einem Kurs. Insbesondere nachts und bei schlechter Sicht wird das Tragen einer Leuchtweste empfohlen, und je nach Ausrüstung des Geräts ist auch eine zusätzliche Beleuchtung ratsam. Zudem scheint eine akustische Warnvorrichtung wie eine Glocke sinnvoll.

2.2.2 Studien zu Unfällen und einzelnen Einflussparametern

In der Schweiz liegen keine Daten zur Unfallhäufigkeit mit elektrifizierten Geräten vor. Auch international ist die Datenlage eher dürrtig. Eine der wenigen Datenbanken, in der entsprechende Informationen enthalten sind, ist die US-amerikanische Unfalldatenbank der Spitäler, NEISS. In die Datenbank fliessen die Meldungen von etwa 100 repräsentativen Spitälern zu Unfällen im Zusammenhang mit Konsumgütern (z.B. Mikrowellenofen, Verlängerungskabel) oder bei Freizeit- oder Sportaktivitäten ein. Die Datenbank enthält einen speziellen Code für motorisierte fahrzeugähnliche Geräte (5042, Scooters/Skateboards, powered). Der Code umfasst verschiedene Geräte wie E-Trottinette und E-Boards, es sind allerdings auch Geräte mit Verbrennungsmotor enthalten. Eine Analyse der Datenbank für die Jahre 2011 bis 2015 ergab mehr als 47'000 Unfälle in dieser Zeitperiode [28]. Nachfolgend werden verschiedene Aspekte dieser Analyse hervorgehoben.

Unfälle mit E-Trottinett

Die US-amerikanische Unfalldatenbank NEISS war Grundlage für eine Analyse der Unfälle mit motorisierten Scootern/Trottinetten [29].

Von 1. Juli 2003 bis 30. Juni 2004 wurden rund 10'000 Notfallkonsultationen in US-amerikanischen Spitälern auf motorisierte Scooter zurückgeführt, 37% davon auf elektrifizierte Geräte. Zwei Drittel der Verunfallten waren jünger als 15 Jahre; von ihnen waren etwa 42% mit einem elektrifizierten Scooter unterwegs. Bei etwa einem Viertel der Verletzungen handelte es sich um Knochenbrüche, rund 8% hatten eine Gehirnerschütterung oder sonstige Schädelverletzungen. In je rund einem Drittel der Fälle war der Kopf-Hals-Bereich bzw. die untere Extremität betroffen, in einem Viertel die obere Extremität. Rund 5% der Verunfallten wurden hospitalisiert.

Rund 42% der Verunfallten trugen zum Zeitpunkt des Unfalls einen Helm. Bei 10 von 11 Fällen ohne Helm hätte die Verletzung laut Autoren durch einen Helm verhindert werden können oder wäre weniger schwer ausgefallen.

Bei fast 95% der Verunfallten handelte es sich um die Person, die das Gerät nutzte, bei weniger als 1% um Fussgänger. Als Unfallursachen wurden der Fahrer und die Infrastruktur in je 35%, das Gerät in 20% registriert.

Von 1998 bis 2004 wurden 49 Todesfälle in Zusammenhang mit einem motorisierten Scooter gemeldet. Aus verschiedenen Gründen kann keine Hochrechnung auf die gesamte USA gemacht werden, diese Zahl dient lediglich als Anhaltspunkt. Auch konnte in diesen Fällen nicht sicher bestimmt werden, wie viele dieser Personen ein elektrifiziertes Gerät benutzt hatten. In allen Fällen war die verstorbene Person diejenige, die das Gerät gefahren hatte.

In einer anderen Arbeit [30] wurden Unfälle mit einem motorisierten oder nicht-motorisierten Scooter bei Kindern im Alter von 2 bis 12 Jahren untersucht. Von 2002 – 2006 haben in den USA hochgerechnet ca. 15'750 Unfälle mit einem motorisierten und rund 185'000 Unfälle mit einem nicht-motorisierten Scooter zu einer Notfallkonsultation in einem Spital geführt. Rund 7% der Unfälle mit einem motorisierten Scooter wurden als schwerwiegend beurteilt, was mehr als dreimal mehr ist als bei den nicht motorisierten Scootern.

Dies wurde als Folge des höheren Anteils an Verletzungen der Hüfte und der unteren Extremität sowie von Gehirnerschütterungen interpretiert; letztere machten bei motorisierten Scootern rund 10% der Verletzungen aus.

Unfälle mit E-Boards

Eine Hochrechnung für die USA [28] ergab für das Jahr 2015 mehr als 2'200 Unfälle mit diesem Gerät. Mit dem Erscheinen der E-Boards auf dem Markt wurde eine starke Zunahme von Unterarmbrüchen festgestellt.

Auch in einer Analyse der kanadischen Daten [31] stellten Knochenbrüche der oberen Extremität den häufigsten Verletzungstyp bei Unfällen mit E-Boards dar. Alle anderen Unfallfolgen wie Verletzungen der Weichteile, Gehirnerschütterungen oder Verstauchungen wurden deutlich seltener registriert.

Verschiedene weitere Studien beschreiben Fallserien von Patienten, die mit einem E-Board verunfallt waren (z.B. [32], [33], [34], [35], [36], [37]). Diese Studien wurden an unterschiedlichen Spitalabteilungen durchgeführt, Fokus waren muskulo-skelettale Probleme (hauptsächlich Knochenbrüche) bei Kindern und Jugendlichen. Auch in den Fallserien waren Knochenbrüche der oberen Extremität die häufigste Verletzung. Mehrere Studien ([33], [35], [37]) erwähnten als häufigsten Unfallmechanismus bei diesen Verletzungen den Sturz auf die ausgestreckte Hand. Zudem wurde eine sonst selten vorkommende Form von Knochenbrüchen der Finger festgestellt, bei welcher eine vergleichsweise aufwändige Therapie notwendig ist. Diese sind zum Teil auf unsachgemässen Gebrauch des Geräts zurückzuführen, bei dem das Kind auf dem Board sitzt und sich an der Radabdeckung festhält. Dabei kann es zu einem Einklemmen der Finger zwischen Rad und Radabdeckung kommen.

Auch Verletzungen bei Kindern, die das E-Board nicht selber genutzt haben, werden beschrieben [37]. Dabei handelt es sich um Kollisionen mit Nutzern eines E-Board oder um Situationen, in denen ein E-Board über den Arm oder das Bein eines Kindes gerollt ist.

Sofern in den Studien Präventionsmöglichkeiten diskutiert werden, werden hauptsächlich das Tragen von Helmen und von Gelenkschonern (z.B. Handgelenk und Ellenbogen) sowie auch ein verbessertes Design der Radabdeckung diskutiert.

Unfälle mit E-Stehroller

Bei den Studien zu Unfällen mit einem E-Stehroller handelt es sich vor allem um (Einzel-) Fallbeschreibungen und um Beschreibungen des Patientenguts verschiedener spezialisierter Kliniken.

Bei 86 Patienten, die nach einem Unfall als E-Stehroller-Fahrer in einem Traumazentrum in Wien behandelt wurden, war eine Fraktur am Unterarm (Speiche) die häufigste Diagnose (12 Patienten). Ebenfalls relativ häufig wurden Verletzungen der Menisken und Prellungen des Brustkorbs diagnostiziert. 14 der 86 Patienten wurden hospitalisiert, hauptsächlich wegen Knochenbrüchen [38].

41 Patienten, die in einem Traumazentrum in Washington, DC behandelt wurden, waren als Fahrer eines E-Stehrollers gestürzt, einige von ihnen nach einer Kollision mit einem fixen Objekt. Zehn Personen wurden hospitalisiert, darunter vier wegen eines Schädel-Hirn-Traumas für mindestens 24 Stunden auf der Intensivstation. Ihre Verletzungen wurden in drei Fällen als schwer, in vier als mässig und in drei als leicht beurteilt. Mehrere der hospitalisierten Patienten wiesen multiple Verletzungen auf. Zehn der 31 nicht hospitalisierten Patienten hatten einen Knochenbruch [39].

In weiteren Artikeln werden auch schwere Verletzungen wie verschiedene Knochenbrüche (z.B. Schienbein [40], Oberschenkelhals [41]), Prellungen, Hirnblutungen und weitere [42] beschrieben. Eine Übersicht über mehrere dieser Studien findet sich in [43].

Sicherheit von selbstbalancierenden Geräten

In zwei Simulations-Studien wurde das Risiko von Verletzungen bei Kollisionen untersucht. In einer ersten Studie [44] wurden Simulationen für Fussgänger und Benutzer von ein- bzw. zweirädrigen selbstbalancierenden Geräten in Kollisionen mit Motorfahrzeugen durchgeführt. Die Geschwindigkeit der selbstbalancierenden Geräte betrug bis zu 3 m/s, diejenige der Motorfahrzeuge 10 – 20 m/s. Insgesamt zeigte sich für die Benutzer von ein- oder zweirädrigen Geräten im Vergleich zu den Fussgängern kein höheres Risiko einer schweren Kopfverletzung.

In der zweiten Studie [45] wurden die Auswirkungen durch den Aufprall des Kopfes auf den Boden untersucht. Die Geschwindigkeit der selbstbalancierenden Geräte betrug 1 - 4 m/s, diejenige der Motorfahrzeuge 10 – 25 m/s. Die Simulationen zeigten, dass das Risiko eines Schädel-Hirn-Traumas mit zunehmender Geschwindigkeit des Motorfahrzeugs wie auch des selbst-balancierenden Geräts ansteigt.

In einer Studie in Deutschland [46] wurden auch Crash-Tests durchgeführt: Eine Kollision eines E-Stehrollers bei einer Geschwindigkeit von 15 km/h mit einem stehenden Fussgänger und eine seitliche Kollision mit einem stehenden Auto. Die Kollision mit dem Fussgänger kann bei beiden Beteiligten zu schweren Verletzungen an Kopf, Hals und Brust, beim Fussgänger zudem zu Verletzungen an Bein und Becken führen. Allerdings kann eine Kollision zwischen einem Fussgänger und einem Velofahrer bei vergleichbarer Geschwindigkeit zu ähnlichen Verletzungen führen. Bei der Kollision mit dem Auto zeigten sich als Folge der Kollision hohe Halsbelastungen, die zu schweren Verletzungen führen können.

Auswirkungen auf die (subjektive) Sicherheit von Fussgängern

Aus Befragungen im Rahmen der neuseeländischen Arbeit ergab sich, dass einige Fussgänger diese Geräte wegen ihrer Geschwindigkeit, aber auch wegen der Geräuschlosigkeit der Motoren, als Gefahr für ihre Sicherheit empfinden. Allerdings fühlten sich viele von ihnen wohler, nachdem sie Erfahrungen mit den Geräten sammeln konnten und besser über deren Eigenschaften (z. B. dass selbst-balancierende Geräte im Schritttempo gefahren werden können) Bescheid wussten.

2.2.3 Regulatorische Optionen

In der Studie aus Neuseeland [25] werden regulatorische Optionen als ein Ansatz zur Förderung der Sicherheit ausführlich diskutiert. Gemäss den Autoren dieser Studie [25] können Regulierungen allerdings auch unerwünschte Auswirkungen haben: Hohe Anforderungen an Nutzer von Mobilitätshilfen könnten beispielsweise dazu führen, dass mobilitätseingeschränkte Personen diese Geräte nicht nutzen können und dadurch in ihrer Mobilität und in ihrer Lebensqualität eingeschränkt wären.

Als mögliche Ebenen zur Regulierung dieser Geräte bieten sich die Geräte, die Nutzer sowie die Umgebung an. In den folgenden Abschnitten werden die verschiedenen Optionen mit ihren Vor- und Nachteilen gemäss dem neuseeländischen Bericht beschrieben.

Geschwindigkeit

Mit zunehmender Geschwindigkeit steigt das Unfall- wie auch das Verletzungsrisiko, und Geschwindigkeitsunterschiede zwischen Nutzern führen zu Konflikten und abnehmendem Wohlbefinden. Tiefere Limits können bei gemischt genutzten Verkehrswegen besser geeignet sein, an engen Stellen etc., höhere Limits hingegen können vorteilhaft sein, wenn z.B. grössere Distanzen zurückgelegt werden sollen, oder bei gemischtem Verkehr [25].

Die Geschwindigkeit kann auf Ebene der Geräte oder über Geschwindigkeitsbeschränkungen gesteuert werden. Wie wichtig Geschwindigkeitslimits auf Ebene der Geräte sind, hängt davon ab, welche Geschwindigkeitsbeschränkung auf Fusswegen gilt

und welche Geräte auf welchen Wegen zugelassen werden. *Tab. 2* zeigt die Vor- und Nachteile verschiedener möglicher Geschwindigkeitsbegrenzungen auf Ebene der Geräte.

Tab. 2 Vor- und Nachteile verschiedener Geschwindigkeitsbeschränkungen. Die Tabelle fasst die entsprechenden Studie aus Neuseeland zusammen [25]

Geschwindigkeit	Vorteile	Nachteile
10 km/h	<ul style="list-style-type: none"> Grösste Sicherheit in Interaktionen mit Fussgängern. 	<ul style="list-style-type: none"> Die meisten Geräte können schneller fahren. Beschränkung ist schwierig sicherzustellen, wenn viele Geräte importiert werden. Durchsetzung ist abhängig von verfügbaren Ressourcen. Geschwindigkeitsbegrenzung auf diesem Niveau berücksichtigt nicht, dass die Geräte potentiell auch auf Strassen genutzt werden können.
25 km/h	<ul style="list-style-type: none"> in Einklang z.B. mit EU- und australischen Richtlinien für Pedelecs. konsistent mit den Möglichkeiten vieler Geräte. 	
35 km/h	<ul style="list-style-type: none"> umfasst mehr Geräte verbessert die Konkurrenzfähigkeit bezüglich Reisezeit 	<ul style="list-style-type: none"> In Mischverkehr (in dem diese Maximalgeschwindigkeit am besten geeignet wäre) werden elektrifizierte Geräte als weniger sicher beurteilt als Fahrräder.
kein Limit	<ul style="list-style-type: none"> Einfachster Ansatz 	<ul style="list-style-type: none"> Um Schäden zu minimieren, müssten in dieser Situation evt. Geschwindigkeitslimits festgesetzt werden, die aber je nach verfügbaren Ressourcen begrenzt durchsetzbar sind. Fahrer tendieren eher dazu, in Anwesenheit von anderen Verkehrsteilnehmern in einer ihnen sicher erscheinenden Geschwindigkeit zu fahren, anstatt auf eine Geschwindigkeitsanzeige zu achten. Viele Länder begrenzen die maximale motor-assistierte Geschwindigkeit für E-bikes.

Leistung

Die Leistung des Motors hat einen Einfluss auf die mögliche Beschleunigung und Geschwindigkeit eines Geräts, selbstbalancierende Geräte benötigen aber einen Teil der Motorenleistung zur Sicherung der Stabilität. Mehr Leistung bedeutet daher bei diesen Geräten mehr Sicherheit. Einschränkungen der Motorleistung würden die maximale Geschwindigkeit der Geräte limitieren.

Die Autoren empfehlen, die Leistung bei selbst-balancierenden Geräten bei deutlich über 300 W (dies entspricht der aktuellen Regelung in Neuseeland) oder gar nicht zu begrenzen. Bei Zulassung von selbstbalancierenden Geräten auf Fusswegen könnte die Sicherheit durch eine Begrenzung der möglichen Beschleunigung erhöht werden. Allerdings wird die Beschleunigung in den Herstellerinformationen in der Regel nicht angegeben. *Tab. 3* fasst die in der Studie genannten Vor- und Nachteile einer Leistungsbeschränkung zusammen.

Zur Verdeutlichung des Aspekts der Motorleistung zeigen die nachfolgenden Abbildungen wie sich der Leistungsbedarf der verschiedenen eFäG-Typen zusammensetzt. Es handelt sich hier um eigene überschlagsmässige Berechnungen, die exemplarisch für eine Situation bei konstanter Fahrt und eine Situation mit beschleunigter Fahrt bzw. der Fahrt in einer Steigung durchgeführt wurden. Als Ausgangslage der zugrundeliegenden Berechnungen wurde eine Person von 75 kg Gewicht angenommen und für die selbstbalancierenden eFäG ein Vorlagewinkel von 10° angesetzt. Der Rollwiderstand ist

mit 20 Promille der Gewichtskraft und das Gewicht des eFäG mit handelsüblichen Werten angesetzt worden.

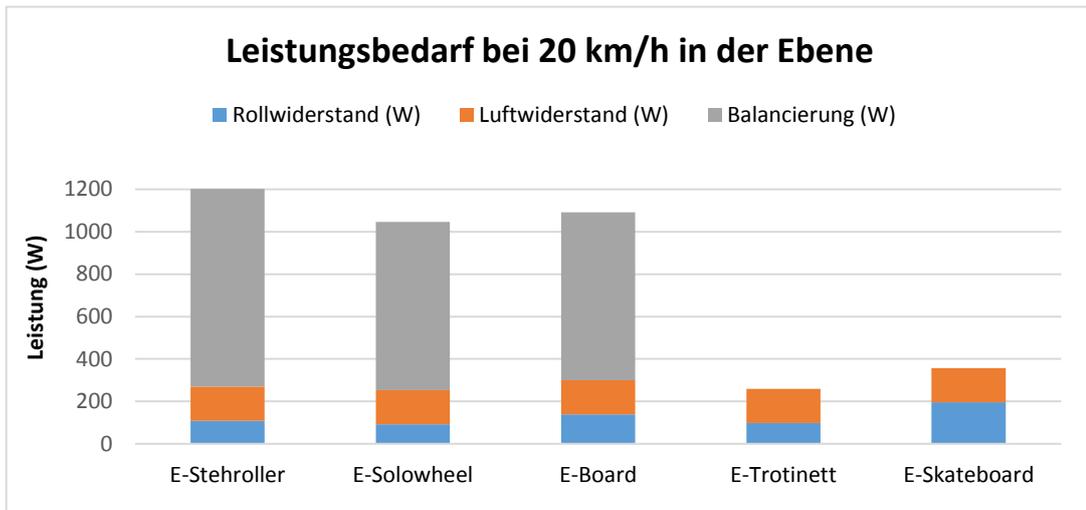


Abb. 3 Beispielhafte Verteilung des Leistungsbedarfes verschiedener eFäG

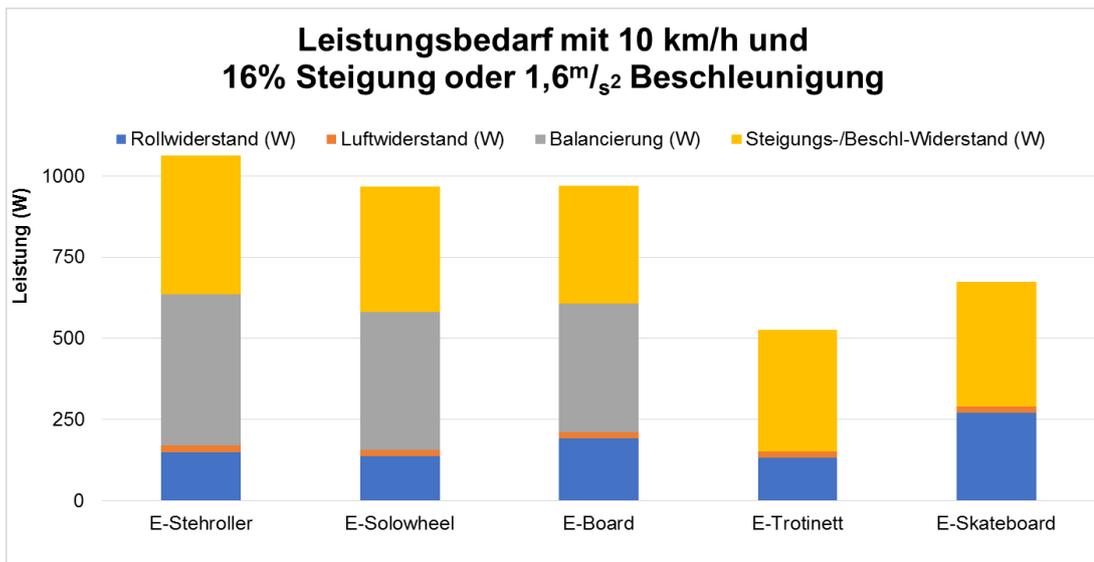


Abb. 4 Leistungsbedarf zur Bewältigung einer Steigung oder zum Beschleunigen eines eFäG

Tab. 3 Vor- und Nachteile von Leistungsbegrenzungen nach [25]

Leistung	Vorteile	Nachteile
250 W	<ul style="list-style-type: none"> • Wäre eher geeignet, wenn eine maximale Geschwindigkeit unter 25 km/h besteht und/oder wenn die Geräte nur auf Fusswegen zugelassen sind. 	<ul style="list-style-type: none"> • Würde die Auswahl stark einschränken, da die meisten anderen Länder die Leistung für viele Geräte nicht einschränken und viele Geräte eine höhere Leistung haben. • Mobilitätshilfen und selbst-balancierende Geräte müssten ausgeschlossen werden.
750 W	<ul style="list-style-type: none"> • Würde praktisch alle Geräte mit Ausnahme des E-Stehrollers umfassen. 	<ul style="list-style-type: none"> • E-Stehroller müssten bei einer Zulassung anders klassiert werden.
1500 W	<ul style="list-style-type: none"> • Einfach, da ein einziger Grenzwert für alle Geräte. • Wäre genügend auch für selbstbalancierende Geräte. • Auch Mobilitätshilfen könnten in diese Kategorie eingeschlossen werden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Berücksichtigt potentiell gefährliche Geschwindigkeiten für E-Trottinette und E-Skateboards nicht. Sollte darum nur gemeinsam mit einem Geschwindigkeitslimit erwogen werden.
keine Limit	<ul style="list-style-type: none"> • Wäre konsistent mit den meisten anderen Ländern. • Würde Unsicherheit bei Anbietern und Konsumenten reduzieren. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sollte nur gemeinsam mit einem Geschwindigkeitslimit erwogen werden.

Abmessungen und Gewicht

Für die Geräte bewegt sich die maximal erlaubte Breite in verschiedenen Ländern zwischen 65 cm und 85 cm. Dies soll die Nutzung der Geräte auf Fusswegen ermöglichen, ohne Probleme für andere Nutzer dieser Wege zu bereiten.

Schwerere Objekte richten bei Kollisionen grössere Schäden an als leichtere. Andererseits kann höheres Gewicht auch mit redundanten Sicherheitssystemen der Geräte zusammenhängen. In verschiedenen Ländern liegt das maximal zugelassene Gewicht der elektrifizierten Geräte zwischen 20 kg und 70 kg. Gewichtsbeschränkungen erhöhen die Sicherheit anderer vulnerabler Verkehrsteilnehmer, schränken aber unter Umständen die Auswahl der Geräte ein.

Bremsen

Bezüglich Bremsen existieren verschiedene nationale und internationale Standards. Bei kleinen Rädern können unter Umständen keine Radbremsen angebracht werden. Geräte mit kleinen Rädern sind daher motorgebremst, wie auch die selbst-balancierenden Geräte. Mit zunehmender Grösse und Geschwindigkeit der Geräte kommen auch andere Bremssysteme wie Scheibenbremsen zur Anwendung.

Beleuchtung, Warngeräusche und weitere Systeme

Eine Beleuchtung gibt den Nutzern eine höhere Sichtbarkeit im Verkehr. Die Batterie könnte auch weitere Systeme (Navigation, Wetter, etc.) betreiben.

Elektrifizierte Geräte werden akustisch nur schlecht wahrgenommen, was v.a. für sehbehinderte Fussgänger ein Problem sein kann. Allerdings sind auch die nicht-elektrifizierten Versionen dieser Geräte fast lautlos. Sollte ein konstantes Geräusch für E-Fahrzeuge verlangt werden, sollte das laut Autoren allenfalls auch für die nicht-elektrifizierten Geräte in Betracht gezogen werden.

Registrierung

Registrierungen dienen dazu, Gesetze durchzusetzen, die Sicherheit aufrecht zu erhalten und Gebühren einzuziehen. Sie ermöglichen auch, Informationen über die Fahrzeugflotte zu bekommen, die Inhaber über Sicherheitsaspekte zu informieren oder bei Rückrufen zu kontaktieren, und einen adäquaten Zustand der Geräte sicherzustellen. Andererseits kann eine obligatorische Registrierung auch eine Hürde darstellen, und sie führt zu administrativem Aufwand und Kosten für die Eigentümer.

Mobilitätseinschränkungen

Wenn die meisten oder alle der diskutierten Geräte auf Fusswegen zugelassen werden, gibt es für mobilitätseingeschränkte Personen bei der Auswahl eines Geräts keine Einschränkungen. Möchte eine in ihrer Mobilität eingeschränkte Person ein Gerät nutzen, das auf Fusswegen nicht zugelassen ist, müsste allenfalls eine Ausnahme in Betracht gezogen werden.

Die Betrachtung dessen, was eine Mobilitätshilfe ist, verändert sich. Gewisse Geräte (z.B. E-Trottinette mit einem Sitz) werden heute auch als kostengünstigere Alternativen zu den konventionellen Mobilitätshilfen genutzt.

Alter

Es gibt wenige Informationen dazu, welche kognitiven Fähigkeiten benötigt werden, um eFäG zu fahren, und in welchem Alter diese vorhanden sind. Untersuchungen zur Entwicklung von Kindern und Jugendlichen und ihrem Verhalten beim Velofahren haben gezeigt, dass die motorischen und kognitiven Fähigkeiten mit zunehmendem Alter zwar zunehmen, dass Jugendliche aber oft mehr Risiken eingehen als jüngere Kinder.

Ebenfalls ist bisher nicht bekannt, welcher Zusammenhang zwischen der altersbedingten Abnahme der motorischen, sensorischen und kognitiven Fähigkeiten einerseits und der Leistung als Fahrer besteht.

Für Geräte mit einer Maximalgeschwindigkeit von 15 km/h ist nach Meinung der Autoren der neuseeländischen Studie [25] ein Mindestalter nicht sinnvoll, da Kinder auch mit nicht-motorisierten Trottinetts mit ca. 15 km/h unterwegs sind.

Allgemein werden Kinder ab 10 Jahren als geeignet für selbständiges Radfahren im Verkehr betrachtet. Ein Mindestalter von 14 Jahren wäre liberaler als Mindestalter 16 und würde möglicherweise zu mehr eigenständigen Fahrten führen (im Vergleich zu Transporten in einem Auto). Es wäre aber wahrscheinlich schwieriger durchzusetzen, da 14-Jährige typischerweise keinen Fahrausweis mitführen (In Neuseeland kann der Lernfahrausweis mit 16 Jahren erworben werden). 16 Jahre könnte das Mindestalter für nicht überwachte Fahrten mit diesen Geräten sein. In dieser Altersklasse werden eher offizielle Dokumente mitgeführt, wodurch eine Identifikation eher möglich ist.

Im Bericht werden mögliche Varianten diskutiert. Unterschiedliche Alterslimits könnten eingeführt werden für langsamere (bis 15 km/h) beziehungsweise schnellere (bis 25 km/h) Geräte oder für die überwachte beziehungsweise nicht überwachte Nutzung der Geräte (v.a. als Orientierung und Unterstützung von Eltern und Betreuungspersonen). Ausnahmen könnten für die Nutzung abseits von Strassen auf organisierten und überwachten Touren gemacht werden.

Ein oberes Alterslimit wird als nicht notwendig beurteilt. Dies in der Annahme, dass über 75-jährige Personen, die diese Geräte nicht mehr sicher nutzen können, von sich aus auf eine traditionelle drei- oder vierrädrige Mobilitätshilfe wechseln würden.

Führerschein

Die Einführung eines Führerscheins könnte die Sicherheit erhöhen, da dadurch sichergestellt wird, dass die Nutzer die Verkehrsregeln kennen und gewisse Voraussetzungen zur sicheren Nutzung erfüllen.

Die Einführung eines Führerscheins könnte insbesondere für Nutzer schneller Geräte sinnvoll sein, falls keine Geräte-Geschwindigkeitsbegrenzungen festgelegt werden.

Helme

Eine Ausweitung der Helmtragepflicht für schnelle E-Bikes auf Geräte mit ähnlicher Leistung und Nutzung könnte nach [25] die individuelle Sicherheit steigern. Andererseits kann eine Helmtragepflicht den Wechsel auf diese Geräte und damit den Modal Shift bremsen. Wird ein Helmobligatorium nur für die motorisierten Geräte eingeführt (und nicht bei den nicht-motorisierten Geräten), wird es schwierig zu beurteilen, ob ein Nutzer beispielsweise eines Skateboards einen Helm tragen müsste oder nicht.

Auch bei Überlegungen zur Helmtragepflicht sollten Aspekte wie Alter der Nutzer, Stabilität und Geschwindigkeit der Geräte berücksichtigt werden.

Orte der Nutzung und entsprechende Geschwindigkeiten

Bezüglich der Nutzung auf Fusswegen werden Befürchtungen vor allem dann geäussert, wenn die Geräte schneller unterwegs sind als die Fussgänger. Ein Ansatz könnte die Beschränkung der Geschwindigkeit sein; ein anderer – ergänzender oder alternativer – anhand ihrer möglichen Geschwindigkeit diejenigen Geräte zu definieren, die auf Fusswegen genutzt werden dürfen. Dabei wären zwei Ansätze denkbar: Nur Geräte zuzulassen, die die maximal zugelassene Geschwindigkeit auf Fusswegen nicht überschreiten können, oder alle Geräte zuzulassen, die Mechanismen zur Geschwindigkeitskontrolle haben oder deren Motor ausgeschaltet werden kann. Der erste Ansatz beinhaltet eher leichtere, weniger starke Geräte wie E-Board u.a., der zweite auch andere Geräte.

Gemäss dem neuseeländischen "Pedestrian planning and design guide" bewegt sich die grosse Mehrheit der Fussgänger mit einer Geschwindigkeit von 2.9 km/h – 6.5 km/h. Ältere Fussgänger sind demnach mit ca. 4.4 km/h unterwegs, Jogger mit 10 km/h – 12 km/h, Läufer mit 14 km/h. In Singapur beispielsweise ist die Geschwindigkeit für alle Personen, die "auf Rädern" unterwegs sind, auf Fusswegen auf 15 km/h begrenzt.

Geräten, die eine Geschwindigkeit ähnlich wie Velos erreichen (ca. 15 km/h und mehr; z.B. E-Stehroller, E-Solowheel, grössere E-Trottinets), könnte die Nutzung des Strassenrands, des Velostreifens oder von Velowegen erlaubt werden. Diese Geräte werden eher für Transporte als zum Vergnügen genutzt.

Die sichere Geschwindigkeit auf gemischt genutzten Wegen hängt auch von Faktoren wie den Dimensionen der Wege oder der Nutzerdichte ab. Eine breite Inkraftsetzung von Geschwindigkeitsbeschränkungen auf gemischt genutzten Wegen bedingt ausreichende Ressourcen für die Durchsetzung der Regelung. Die Geschwindigkeit auf gemeinsam genutzten sowie Velo-Wegen ist beispielsweise in Singapur für alle Personen "auf Rädern" auf 25 km/h begrenzt.

Während beispielsweise tiefe Geschwindigkeitsbeschränkungen für Fussgänger mit einer Einschränkung der Mobilität am angenehmsten sind, sind höhere Geschwindigkeiten für diejenigen, die ein elektrifiziertes Gerät als Transportmittel nutzen, von Vorteil.

Information und Schulung

Informations- und Schulungsmassnahmen werden sowohl für die Nutzer als auch für die breite Bevölkerung als sinnvoll beurteilt. Allgemeine Informationsmassnahmen würden es

anderen Verkehrsteilnehmern ermöglichen besser abzuschätzen, wo sie welche Geräte erwarten können und wie sie mit diesen interagieren sollten.

Für die Nutzer können je nach genutztem Gerät Informationen zu Regulierungen (erlaubte Nutzungsflächen, Vortrittsflächen etc.), zu Einschränkungen der Geräte, zu sicherem Fahrverhalten und Techniken (Positionswechsel, Bremsen etc.) sowie zu rücksichtsvollem Verhalten relevant sein. Die Information wird idealerweise auf verschiedene Arten verbreitet, z.B. über Plakate, schriftliche Unterlagen, Videos, Nutzermanuale oder online verfügbare Materialien. Auch Trainingsmodule könnten sinnvoll sein.

Infrastruktur

Für Geräte mit kleinen Rädern wie beispielsweise E-Board oder E-Trottinette ist ein ebener Untergrund besonders wichtig. Am meisten Probleme machen den Nutzern solcher Geräte Trottoirkanten und ein schlechter Unterhalt von Fusswegen.

2.3 Rechtliche Aspekte

Die Analyse der rechtlichen Aspekte stützt sich auf folgende Gesetze und Verordnungen [1-8]:

- Bundesgesetz über Fuss- und Wanderwege (FWG) vom 4. Oktober 1985 (Stand am 1. Februar 1996)
- Verordnung über Fuss- und Wanderwege (FWV) vom 26. November 1986 (Stand am 1. Juli 2008)
- Strassenverkehrsgesetz (SVG) vom 19. Dezember 1958 (Stand am 1. Januar 2018)
- Signalisationsverordnung (SSV) vom 5. September 1979 (Stand am 1. Januar 2016)
- Verkehrsregelnverordnung (VRV) vom 13. November 1962 (Stand am 7. Mai 2017)
- Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS) vom 19. Juni 1995 (Stand am 1. Juli 2017)
- Verordnung über die Zulassung von Personen und Fahrzeugen zum Strassenverkehr (VZV) vom 27. Oktober 1976 (Stand am 1. Oktober 2016)
- Verordnung über die Typengenehmigung von Strassenfahrzeugen (TGV) vom 19. Juni 1995 (Stand 15. Januar 2017)

sowie auf folgende weitere Unterlagen [22-24]:

- Merkblatt des Bundesamts für Strassen ASTRA: Zusammenstellung der wichtigsten Vorschriften über Zulassung und Betrieb von Elektro-Motorfahrrädern (Stand 15. Januar 2017)
- Merkblatt des Bundesamts für Strassen ASTRA: Zusammenstellung der wichtigsten Vorschriften für gewisse Elektro-Fahrzeuge (Stand 15. Januar 2017)
- Stadtpolizei Zürich: Merkblatt Strassenverkehr – Trendfahrzeuge

Im SVG werden fahzeugähnliche Geräte (FäG) im Zusammenhang mit der Haftung und Versicherung von verursachten Schäden erwähnt. Eine Definition von FäG erfolgt nicht im SVG, sondern in Art. 1 Abs. 10 VRV. Gemäss diesem Artikel sind FäG mit Rädern oder Rollen ausgestattete Fortbewegungsmittel, welche ausschliesslich durch die Körperkraft des Benützers angetrieben werden. Während Rollschuhe, Inline-Skates, Trottinette oder Kinderräder als Beispiele genannt werden, wird definiert, dass Fahrräder und Rollstühle keine FäG sind.

In den Art. 50 und 50a werden die Verkehrsregeln für Benützer von FäG weiter definiert. Für die Benützer von FäG gelten die für Fussgänger anwendbaren Verkehrsregeln (Art. 50a Absatz 1). FäG dürfen auf den Verkehrsflächen des Fussverkehrs, auf Radwegen, auf der Fahrbahn in Tempo-30-Zonen und Begegnungszonen sowie auf der Fahrbahn von

Nebenstrassen mit geringem Verkehrsaufkommen ohne Trottoir sowie ohne Fuss- und Radwegen als Verkehrsmittel verwendet werden. Bei der Benutzung von FäG muss die Geschwindigkeit und die Fahrweise stets den Umständen und den Besonderheiten des Geräts angepasst werden. Auf Fussgänger muss Rücksicht genommen werden und es ist diesen der Vortritt zu gewähren. Beim Überqueren der Fahrbahn muss im Schritttempo gefahren werden.

Der Vortritt für Fussgänger oder Benutzer eines FäG an Fussgängerstreifen ohne Verkehrsregelung wird in Art. 6 VRV geregelt. Diese haben Vortritt, wenn sie sich bereits auf dem Streifen befinden oder davor warten und ersichtlich die Fahrbahn überqueren wollen.

EFäG werden mit einem Motor unterstützt und können daher nicht als FäG bezeichnet werden. Die in diesem Bericht untersuchten eFäG gelten als Motorfahräder (Art. 18 VTS) wenn sie alle Anforderungen dieser Fahrzeugart einhalten und können wie folgt aufgeteilt werden (Fahrzeug-Subart):

- Wenn E-Trottinette u.a über Rahmen, Lenkstange, Gabeln und Räder, die genügend stark gebaut sind, verfügen, gelten sie nach Art. 18 Bst. b VTS als Leicht-Motorfahräder, d.h. als einplätzigige Fahrzeuge mit höchstens 0.5 kW Motorleistung, einer ohne menschliche Muskelkraft – also mit reiner Motorleistung – erreichbaren sog. bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit bis 20 km/h sowie einer allfälligen Tretunterstützung, die bis höchstens 25 km/h wirkt. Ausnahmen zur Anzahl der Plätze für Leicht-Motorfahräder sind unter Ziff. 1 bis 4 des Art. 18 Bst. b VTS geregelt.
- Elektro-Stehroller werden in Art. 18 Bst. d aufgeführt. Sie werden als einplätzigige, selbstbalancierende Fahrzeuge mit elektrischem Antrieb und einer Motorleistung von insgesamt höchstens 2.00 kW, die zu einem wesentlichen Teil für das Halten der Balance des Fahrzeugs eingesetzt wird, einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von höchstens 20 km/h und einer allfälligen Tretunterstützung, die bis höchstens 25 km/h wirkt, definiert. Sie müssen u.a. über eine Typengenehmigung verfügen und mit einem Mofa-Kontrollschild und Fahrzeugausweis versehen sein.
- E-Solowheel und E-Board sind ebenfalls selbstbalancierende Geräte und könnten daher als Elektro-Stehroller gelten. Weil sie aktuell über keine Typengenehmigung verfügen und/oder die technischen Anforderungen nicht einhalten, sind sie bisher nicht zugelassen und dürfen aktuell nicht auf öffentlichen Verkehrsflächen benutzt werden.
- E-Skateboard werden nicht ausschliesslich durch die Körperkraft des Benützers angetrieben. Sie verfügen nicht über eine Lenkstange, sind nicht selbstbalancierend und können aufgrund der aktuellen rechtlichen Anforderungen (technisch, Leistung, Ausstattung usw.) nicht als Motorfahräder eingeteilt werden. Sie gelten somit weder als FäG noch als Motorfahrrad und dürfen nicht auf öffentlichen Verkehrsflächen benutzt werden.

Die unterschiedlichen Eigenschaften der oben aufgeführten eFäG haben zur Folge, dass unterschiedliche Regelungen bezüglich Verkehrsflächen dieser Geräte anwendbar sind. E-Solowheel, E-Board und E-Skateboard dürfen aufgrund fehlender Typengenehmigung und/oder der Nichteinhaltung der technischen Anforderungen nicht auf öffentlichen Verkehrsflächen benutzt werden. E-Trottinett und E-Stehroller sind bezüglich Verkehrsregeln den Fahrrädern gleichgestellt (Art. 42 Abs. 4 VRV). Benutzer dieser Geräte müssen somit, wenn vorhanden, die Radwege oder Radstreifen nutzen (Art. 46 Abs. 1 SVG) und können für Fussgänger bestimmte Verkehrsflächen nur nutzen, wenn eine Zusatztafel «Radfahrer gestattet» vorhanden ist (Art. 64 Abs. 6 SSV).

Gemeinsam ist allen eFäG, dass sie auf Flächen, die dem Fussverkehr vorbehalten sind (Trottoirs und Fusswege) grundsätzlich nicht fahren dürfen; eine Ausnahme gilt beispielsweise für Stehroller bei Vorhandensein der Zusatztafel "Radfahrer".

Im Folgenden werden die gesetzlichen Rahmenbedingungen (nicht Abschliessend) von FäG, Fahrrädern und ausgewählten Motorfahrrädern dargestellt. Für gehbehinderte Personen gelten zum Teil Ausnahmen, auf die aber nicht eingegangen wird.

Tab. 4 Gesetzliche Rahmenbedingungen (nicht abschliessend) von FäG, Fahrrädern und ausgewählten Motorfahrrädern

Fahrzeug	Trottinett, Skateboard,...	Fahrrad	E-Bike (langsam), E-Trottinett	E-Bike (schnell)	E-Stehroller (Segway,...)
Fahrzeugart/subart	Fahrzeugähnliche Geräte (FäG)	Fahrräder	Motorfahrräder/ Leicht-Motorfahrräder	Motorfahrräder	Motorfahrräder/ Elektro-Stehroller
Verkehrsregeln	Fussgänger	Fahrräder	Fahrräder	Fahrräder	Fahrräder
Typengenehmigung	nein	nein	nein	ja	ja
Zulassungsprüfung	nein	nein	nein	ja	ja
Versicherungsvignette, Kontrollschild, Fahrzeugausweis	nein	nein	nein	ja	ja
Mindestalter	kein	kein (<6 Jahre auf Hauptstrassen nur unter Aufsicht (≥16 Jahre))	≥14 Jahre	≥14 Jahre	≥14 Jahre
Fahrausweis	Ohne	Ohne	<16 Jahre Kat. M/G	>14 Jahre Kat. M/G	<16 Jahre Kat. M/G
Beleuchtung fest angebracht	nein (aber Beleuchtung bei Bedingungen nach Artikel 50a Absatz 4 VRV notwendig am Gerät oder Benützer)	Nein (aber Beleuchtung bei Bedingungen nach Artikeln 41 SVG, 30 und 39 VRV notwendig)	Ja 178a VTS	Ja 179a VTS	Ja 178a VTS
Helm	nicht obligatorisch	nicht obligatorisch	nicht obligatorisch	obligatorisch	nicht obligatorisch
Bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit	Ohne	Ohne	20 km/h / 25 km/h (Tretunterstützung)	30 km/h / 45 km/h (Tretunterstützung)	20 km/h
Leistung Motor	Ohne Motor	Ohne Motor	Max. 0.5 kW	Max. 1.0 kW	Max. 2.0 kW
Breite	Ohne	Max. 1.00 m	Max. 1.00 m	Max. 1.00 m	Max. 1.00 m
Gesamtgewicht	Ohne	Ohne	Max. 200 kg	Max. 200 kg	Max. 200 kg
Fussgängerflächen	Befahren erlaubt	Befahren verboten, ausser Zusatztafel "Radfahrer gestattet"	Befahren verboten, ausser Zusatztafel "Radfahrer gestattet"	Befahren verboten, ausser Zusatztafel "Radfahrer gestattet"+ ausgeschaltetem Motor	Befahren verboten, ausser Zusatztafel "Radfahrer gestattet"
Velostreifen	Befahren verboten	Befahren obligatorisch, wenn nicht vorhanden Strasse	Befahren obligatorisch, wenn nicht vorhanden Strasse	Befahren obligatorisch, wenn nicht vorhanden Strasse	Befahren obligatorisch, wenn nicht vorhanden Strasse
Radweg	Befahren erlaubt	Befahren obligatorisch, wenn nicht vorhanden Strasse	Befahren obligatorisch, wenn nicht vorhanden Strasse	Befahren obligatorisch, wenn nicht vorhanden Strasse	Befahren obligatorisch, wenn nicht vorhanden Strasse
Durchfahrt bei Verbot für Motorfahrräder:	Befahren erlaubt	Befahren erlaubt	Befahren erlaubt	Befahren mit ausgeschaltetem Motor erlaubt	Befahren erlaubt

2.4 Infrastruktur und Normen

In der Schweiz erfolgen die Projektierungen auf der Grundlage der Gesetze und Schweizer Normen. Da die Anforderungen der Normen aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nicht immer erfüllt werden können, haben einige Kantone auch ergänzende Richtlinien erarbeitet. Aber weder in den Richtlinien der Kantone noch in den Schweizer Normen wird das Thema der eFäG behandelt, da diese in der Schweiz gegenwärtig nicht auf öffentlichen Verkehrsflächen benutzt werden dürfen.

Eine Zulassung von eFäG könnte sich an den Anforderungen der Schweizer Normen für den Fussverkehr und FäG oder an den Anforderungen für den leichten Zweiradverkehr orientieren. Eine Orientierung an anderen Fahrzeugkategorien erscheint nicht zielführend, entsprechend wurden die Normen nur hinsichtlich der Anforderungen einerseits für den Fussverkehr und FäG sowie andererseits für den leichten Zweiradverkehr ausgewertet. Folgende Normen wurden herangezogen:

- SN 640 060 Leichter Zweiradverkehr (Stand 1995)
- SN 640 064 Führung des leichten Zweiradverkehrs auf Strassen mit öffentlichem Verkehr (Stand 2001)
- SN 640 070 Fussgängerverkehr, Grundnorm (Stand 2009)
- SN 640 075 Fussgängerverkehr – Hindernisfreier Verkehrsraum (Stand 2014)
- SN 640 200a Geometrisches Normalprofil – Elemente (Stand 2003)
- SN 640 201 Geometrisches Normalprofil – Grundabmessungen und Lichtraumprofil (Stand 1992)
- SN 640 202 Geometrisches Normalprofil – Erarbeitung (Stand 1992)
- SN 640 213 Entwurf des Strassenraumes – Verkehrsberuhigungselemente (Stand 2000)
- SN 640 238 Fussgänger- und leichter Zweiradverkehr – Rampen, Treppen und Treppenwege (Stand 2008)
- SN 640 240 Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr (Stand 2003)
- SN 640 241 Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr – Fussgängerstreifen (Stand 2016)
- SN 640 273a Knoten – Sichtverhältnisse in Knoten in einer Ebene (Stand 2010)
- SN 640 568 Passive Sicherheit im Strassenraum – Geländer (Stand 2013)

Die Normen zum geometrischen Normalprofil wurden zum 30. Juni 2018 vom VSS zurückgezogen und zur Überarbeitung weitergegeben. Während dieser Zeit wird die vorherige Norm bestätigt.

Aus den Normen leiten sich folgende Anforderungen an die Infrastruktur ab:

- Strassen- und Trottoirbreiten aus den Lichtraumprofilen mit Grundmassen, Umfeldzuschlägen beim Fussverkehr, Sicherheitszuschlägen sowie geschwindigkeitsabhängigen Bewegungsspielräumen und Überholzuschlägen in Abhängigkeit von Gefälle und Steigung
- Projektierungsgeschwindigkeiten
- Sichtweiten
- Anforderungen an die Sicherheit

FäG werden in den Normen nur am Rande thematisiert, spezifische Aussagen finden sich in den Normen nicht: Lichtraumprofile für FäG lassen sich aus den Normen nicht ableiten. Die Höhen der Fussgängerrückhaltessysteme (SN 640 568 Passive Sicherheit im Strassenraum – Geländer) sind auf Fussgänger ausgelegt – beispielsweise Geländerhöhen je nach Einsatzbereich zwischen 1.0 und 1.3 Meter. Die grösseren Höhen bei Benutzung von FäG und sich daraus ergebende Anforderungen an beispielsweise Geländerhöhen oder Lichtraumprofil werden in den Schweizer Normen gegenwärtig nicht behandelt.

2.4.1 Lichtraumprofile

Die Schweizer Normen zum geometrischen Normalprofil sind die Grundlage zur Erarbeitung und zur Bemessung von Strassenquerschnitten. Die SN 640 201 (Stand 1992) beschreibt den Weg zur Festlegung von Fahrbahnbreiten als iterativen Prozess, innerhalb dessen die Normalprofile auf Richtigkeit zu testen und zu optimieren sind. Für diesen Prozess müssen für die einzelnen Verkehrsmittel die Lichtraumprofile zugrunde gelegt werden.

Beim Fussverkehr wird zwischen Standardlichtraumprofil und erweitertem Lichtraumprofil unterschieden. Beim Radverkehr gibt es keine Unterscheidung sowohl nach Alter als auch neuer Norm zwischen Fahrrad, langsamem und schnellem E-Bike.

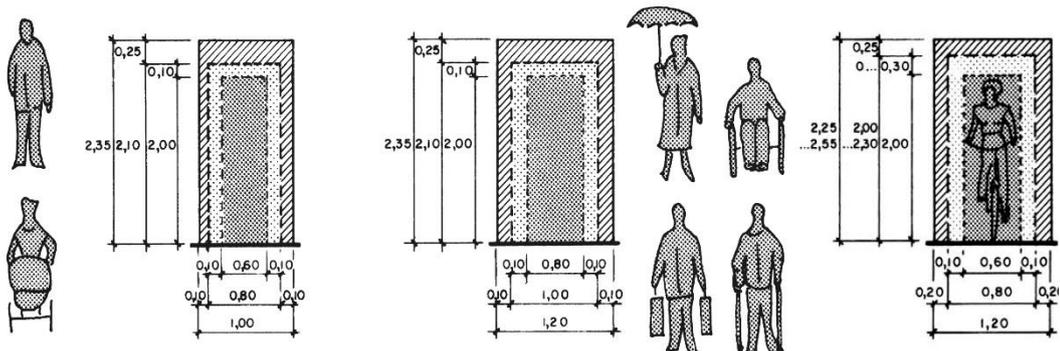


Abb. 5 Lichtraumprofile Fussverkehr Standard (links), erweitert (Mitte) und Radverkehr (rechts) gemäss SN 640 201 (Stand 1992)

Die Breite der Gehfläche bestimmt die Qualität des Gehkomforts. Der Gehkomfort hängt vor allem von der Möglichkeit ab, sich beim Begegnen, Nebeneinandergehen oder Überholen frei und ohne Behinderung bewegen zu können. Flächen für den Aufenthalt sind darin noch nicht eingerechnet. Gemäss Grundnorm Fussverkehr (SN 640 070, Stand 2009) setzt sich die Trottoirbreite aus der nötigen Grundbreite (lichte Breite) und den beiden seitlichen Umfeldzuschlägen zusammen.

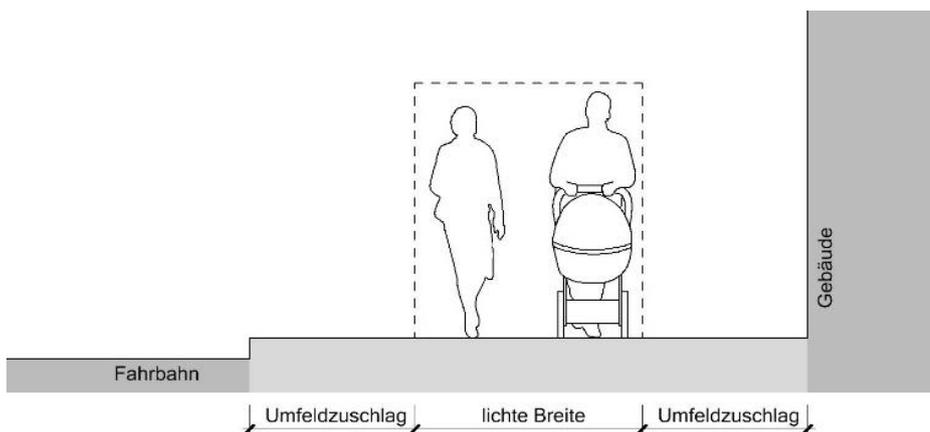


Abb. 6 Lichte Breite und Umfeldzuschläge gemäss SN 640 070 (Stand 2009)

2.4.2 Projektierungsgeschwindigkeiten

Für den Radverkehr wird gemäss SN 640 060 eine Projektierungsgeschwindigkeit von 30 km/h angesetzt. Für Routen mit wenig Durchgangsverkehr und auf Radwanderwegen kann

die Projektierungsgeschwindigkeit in Abschnitten ohne Neigung auf 20 km/h reduziert werden. Die Projektierungsgeschwindigkeit ist in Steigungen und Gefällen entsprechend der folgenden Abbildung anzupassen.

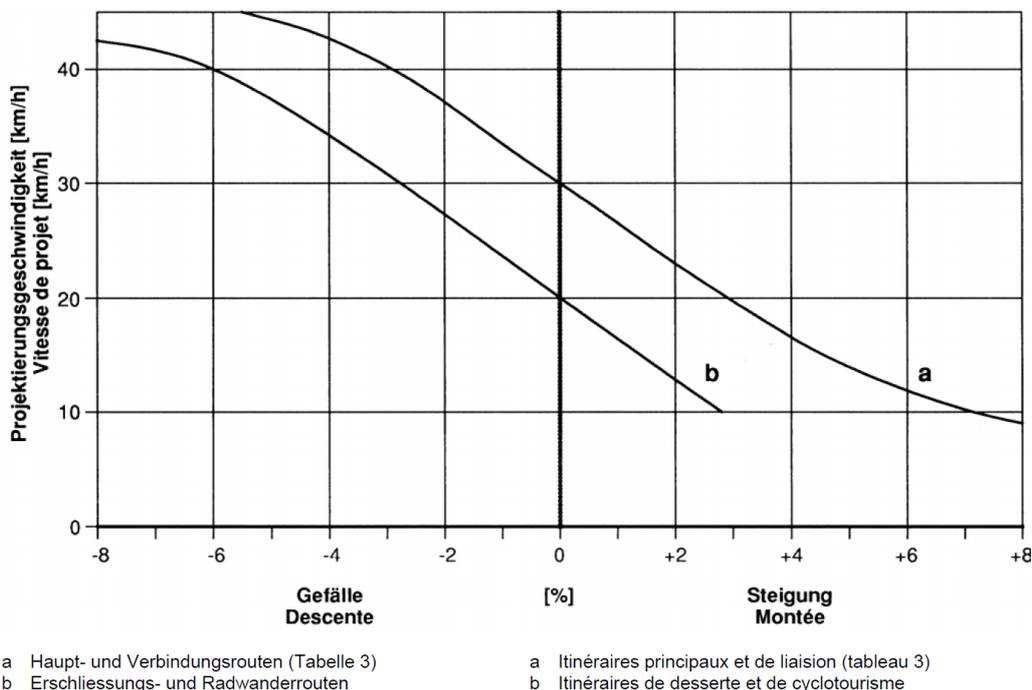


Abb. 7 Projektierungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Längsneigung gemäss SN 640 060 (Stand 1995)

Beim Fussverkehr variiert die Gehgeschwindigkeit gemäss SN 640 070 je nach Alter der Gehenden und in Abhängigkeit von Topographie und Verkehrszweck zwischen 2.5 und 5.5 km/h. Für FäG wird keine Geschwindigkeit genau angegeben. FäG werden schneller als Fussgänger eingestuft. Im Verkehrsgeschehen wird nach der Grundnorm Fussgängerverkehr das Tempo von FäG unterschätzt.

2.4.3 Sichtweiten

Die Sichtweiten sind der wichtigste sicherheitstechnische Nachweis im Knotenpunkt. Der Nachweis der Sichtlinie S und des Sichtfeldes erfolgt nach SN 640 273a.

Die Knotensichtweite ist der Abstand zwischen der Fahrstreifenachse des vortrittbelasteten Fahrzeuges und den vortrittsberechtigten Fahrzeugen. Diese Sichtweite ist abhängig von der Zufahrtsgeschwindigkeit.

Bei Knoten mit Gehweg muss eine Gesamtsicht des Verkehrs möglich sein. Dabei müssen für Fussgänger und FäG auch die Sichtweiten eingehalten werden. Der Fussgängerverkehr und die FäG werden dabei mit einer Geschwindigkeit von 20 km/h berücksichtigt. Bei Neigungen grösser 3% erhöhen sich die Sichtweiten.

Bei Knoten mit Radweg hängen die erforderlichen Knotensichtweiten auf den Radweg von der Längsneigung der vortrittsberechtigten Strasse ab. Für den leichten Zweiradverkehr wird eine Geschwindigkeit von 30 km/h zugrunde gelegt.

2.4.4 Trennelemente

Um sich sicher im Verkehrsraum bewegen zu können, sind Menschen mit Behinderung auf abgegrenzte Verkehrsräume angewiesen. Grundsätzlich sollen dafür Trottoirs vorgesehen werden. Diese Trottoirs sind mit Trennelementen von angrenzenden Fahrbahnen zu

trennen. Mit dem weissen Stock, mit den Füßen und für den Blindenführhund müssen die Trennelemente erkennbar und interpretierbar sein. Einsetzbar sind Randabschlüsse, Trennstreifen und Abschränkungen. In der SN 640 075 wird die Eignung von Trennelementen beschrieben und Höhen definiert. Bei Auffahrten (Trottoirüberfahrten, Auffahrten für gemeinsame Rad- und Fusswege etc.) können niedrige vertikale Randabschlüsse (Höhe = 30 mm), aber auch schräge niedrige Randabschlüsse (Höhe = 40 mm) sowie schräge Randabschlüsse (Höhe = 60 bis 80 mm, aus Sicherheitsgründen für den Veloverkehr sollte 60 mm nicht überschritten werden) zum Einsatz kommen.

2.5 Fazit Hintergrund

Als eFäG werden hier elektrisch betriebene Geräte zur Benutzung durch eine Person (einplätzig) verstanden, wobei E-Bikes nicht Bestandteil dieser Untersuchung waren. E-Solowheel, E-Stehroller und E-Board können als „selbstbalancierend“ bezeichnet werden und unterscheiden sich dadurch von E-Skateboard und E-Trottinett. Über die Verbreitung von eFäG in der Schweiz gibt es derzeit keine gesicherten Zahlen. Derzeit scheinen E-Boards absolut gesehen am häufigsten verkauft zu werden; unklar bleibt welche Nutzergruppe diese Geräte kauft bzw. welche Vertriebskanäle bevorzugt verwendet werden.

Ein Einsatz von Exoskeletten im Sinne einer Nutzung im Strassenverkehr ist heute nicht absehbar. Von den aktuell verfügbaren Geräten scheint (noch) keines für eine breite Nutzung ausgelegt und verfügbar zu sein. Exoskelette standen daher nicht im Fokus dieses Projekts; sie wurden in die Betrachtungen zur Zulassung im Strassenverkehr nicht weiter einbezogen.

Literatur und wissenschaftliche Studien zum Einsatz von eFäG – insbesondere E-Solowheel, E-Board und E-Skateboard - sind kaum vorhanden. Ein Grund dafür ist sicherlich, dass diese drei Geräte weltweit nur mit Ausnahmen auf öffentlichen Strassen und Wegen genutzt werden dürfen (z.B. einzelne Staaten der USA wie Kalifornien). Die wenigen Untersuchungen beschäftigen sich vornehmlich mit Zulassungsaspekten und weniger mit verkehrsplanerischen Aspekten. Aussagen zu Unfällen sind nur sehr eingeschränkt verfügbar, da diese Geräte in amtlichen Unfallstatistiken bisher kaum gesondert erfasst werden.

EFäG werden mit einem elektrischen Motor unterstützt und gelten somit nicht als FäG. Die in diesem Bericht untersuchten eFäG gelten als Motorfahräder (Art. 18 VTS), wenn sie alle Anforderungen dieser Fahrzeugart erfüllen. Die Einteilung der Motorfahräder in Fahrzeug-Subarten (Motorfahräder wie schnelle E-Bikes, Leicht-Motorfahräder wie E-Trottinett oder Elektro-Stehroller, vgl. Art. 18 VTS) hat u.a. zur Folge, dass unterschiedliche rechtliche Anforderungen anwendbar sind. Zum Beispiel müssen Fahrer von schnellen E-bikes (Motorfahrädern) einen Helm tragen und dürfen für Fussgänger bestimmte Verkehrsflächen nur mit ausgeschaltetem Motor befahren, wenn eine Zusatztafel «Radfahrer gestattet» vorhanden ist. Demgegenüber müssen Fahrer von Leicht-Motorfahrädern (wie E-Trottinetts) und von Elektro-Stehrollern (wie Segways) keinen Helm tragen und dürfen für Fussgänger bestimmte Verkehrsflächen mit laufendem Motor befahren, wenn eine Zusatztafel «Radfahrer» vorhanden ist.

Aktuell dürfen E-Solowheel, E-Board und E-Skateboard aufgrund fehlender Typengenehmigung und/oder der Nichteinhaltung der gesetzlichen Anforderungen auf öffentlichen Verkehrsflächen nicht benutzt werden (auch nicht auf für Fussgänger bestimmten Verkehrsflächen).

Gemeinsam ist allen eFäG, dass sie auf Flächen, die dem Fussverkehr vorbehalten sind, (Trottoirs und Fusswege) grundsätzlich nicht fahren dürfen; eine Ausnahme gilt beispielsweise bei Vorhandensein der Zusatztafel "Radfahrer". Zudem dürfen gehbehinderte Personen diese Flächen auch mit solchen Geräten benutzen (43a Abs. 1 VRV). Schnelle E-Bikes können diese Flächen nur mit ausgeschaltetem Motor benutzen.

Wenn E-Solowheel, E-Board und E-Skateboard zugelassen werden sollen, muss geklärt werden, ob sie weiterhin in der Fahrzeugart Motorfahräder (zumindest für E-Solowheel und E-Board) eingeordnet werden sollten oder ob eine neue Fahrzeugart für eFÄG geschaffen werden sollte. Wählt man diesen Weg, wird eine umfangreiche Überarbeitung der Gesetzgebung erforderlich.

Wenn alle in diesem Bericht diskutierten eFÄG einer bestehenden Fahrzeugart zugeordnet werden können, dann müssen alle Anforderungen auch übertragbar sein bzw. die Anforderungen dieser Fahrzeugart (aktuell Motorfahräder) müssen angepasst werden. Ausnahmeregelungen sollten möglichst vermieden werden, da sie den Vollzug erschweren und für die Nutzer unübersichtlich sind.

Ob eFÄG tatsächlich zukünftige Verkehrsmittel darstellen, kann auf Grundlage der recherchierten Literatur nicht abschliessend beurteilt werden. Dass jedoch ein Interesse an neuen Fortbewegungsmitteln besteht, zeigen u.a. verschiedene Sharing Konzepte, die derzeit implementiert werden. Per Smartphone-Applikation kann ein Nutzer ein eFÄG, beispielsweise ein E-Trottnett, in seiner Nähe finden, entriegeln und anschliessend benutzen. In Zürich wurde durch die Firma LimeBike ein solches Konzept lanciert. Obschon die zur Verfügung gestellte Trottnett-Flotte offenbar sehr rege genutzt wurde (die Flotte wurde bereits nach einer kurzen Testphase starkt aufgestockt), hat der Betreiber Anfang des Jahres 2019 angekündigt alle Geräte zurückzuziehen, da die Verkehrssicherheit derzeit nicht gewährleistet werden kann.

Dass sich nicht immer alle Konzepte und Trends – von Inline-Skates bis E-Bikes – durchsetzen, zeigt die Vergangenheit. Derzeit haben sich nur die E-Bikes als Verkehrsmittel mit nennenswertem Aufkommen etabliert. Erste Untersuchungen von Bike-Sharing-Konzepten zeigen ferner, dass solche Konzepte nur zu einer geringen Verlagerung von Fahrten des motorisierten Individualverkehrs hin zum E-Bike führen. Im 2018 veröffentlichten Forschungsbericht „Shared Economy und der Verkehr in der Schweiz“ wird der Substitutionseffekt von Bike-Sharing auf 5-25% geschätzt [48]. Ähnliche Grössenordnungen wären wohl auch bei Sharing-Konzepten mit eFÄG zu erwarten. Es besteht weiterhin Forschungsbedarf, solche neuen Konzepte wissenschaftlich zu begleiten und so die Potentiale von eFÄG besser eingrenzen zu können.

3 Expertenbefragung

Bei Themen, zu denen wenig wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse vorliegen, kann eine grundsätzliche Einschätzung durch Experten hilfreiche Ansatzpunkte liefern. Basierend auf ihrer Kenntnis und Erfahrung geben Experten dabei Auskunft; es handelt sich somit um ein qualitatives Verfahren. Für hier relevante Themenkreise – Sicherheit, Zulassung, Verkehrswege und Verkehrsplanung, Recht – wurden Experten kontaktiert und befragt.

3.1 Konzept

Analog der Delphi-Methode (einem systematischen Befragungsverfahren) wurden strukturierte Interviews mit eingeladenen Fachpersonen durchgeführt. In Anbetracht der Neuartigkeit der hier untersuchten Geräte gibt es derzeit kaum „eFäG-Experten“ im engeren Sinne; als Experten fungieren daher Personen, die relevante Interessengruppen vertreten und sich daher mit der Thematik auseinandersetzen sowie ausgewiesene Experten mit Bezug zum Strassenverkehr, Verkehrsplanung bzw. Verkehrssicherheit. Als Grundlage der Interviews wurde ein Leitfaden entwickelt. Dieser Leitfaden wurde als Raster für die Interviews verwendet, es wurden je nach Experte einzelne Elemente vertieft oder ausgelassen.

Der Leitfaden umfasste folgende Aspekte:

- 1) Kurze Erklärung des Projekts einschl. der Definition der hier adressierten eFäG.
- 2) Fragen nach bestehenden Erfahrungen bzw. eigenen Kenntnissen zu eFäG.
 - Wurden/Werden eigene Projekte/Aufträge durchgeführt? Bestehen konkrete Erkenntnisse bzw. Ergebnisse aus entsprechenden Forschungsarbeiten? Sind andere laufende Projekte bekannt?
- 3) Fragen nach Erwartungen in Bezug auf eFäG sowie die Verkehrsnachfrage.
 - Sind eFäG ein nachhaltiger Trend? Welche Geräte dürften zukünftig eine wichtigere Rolle spielen? Für welche Fahrzwecke werden/könnten eFäG eingesetzt werden? Wie wird die zukünftige Entwicklung eingeschätzt?
- 4) Fragen mit Bezug zur Sicherheit.
 - Welche Risiken für eFäG-Nutzer und andere Verkehrsteilnehmer bestehen? Welche Verletzungen/Unfälle werden antizipiert? Sind Präventionsmassnahmen notwendig?
- 5) Fragen nach Anforderungen an eFäG.
 - Welche technischen, konstruktiven Merkmale sind für eine Zulassung erforderlich? Welche technischen Aspekte erscheinen relevant und sollten reguliert werden?
- 6) Fragen zum Kontext Verkehrswege.
 - Welche Verkehrsflächen sollten von eFäG benutzt? Welchen Anforderungen sollten diese Verkehrsflächen genügen?
- 7) Fragen zu rechtlichen Aspekten.
 - Wie sollten eFäG aus rechtlicher Sicht behandelt werden? Wie sind die Geräte einzustufen (z.B. im Vergleich zu anderen Fahrzeugen oder nach einzelnen Merkmalen wie (maximaler) Geschwindigkeit, Leistung, Gewicht)? Sind Vorgaben für Nutzer zu machen (z.B. Mindestalter)?
- 8) Ergänzende Kommentare bzw. Informationen.

Die Auswertung der Interviews erfolgte wie bei der Delphi-Methode üblich qualitativ. Als Experten wurden folgende Personen befragt (in alphabetischer Reihenfolge):

- Stephan Cottier, Präsident Swiss Wheelers (Association of Electric Unicycle Users)
- Ramon Lehmann, Vereinspräsident Skatepark Steffisburg
- Klaus Machata Kuratorium für Verkehrssicherheit (KFV), Österreich, Vice-President FERSI (Forum of European Road Safety Research Institutes)
- Eva Schmidt, Hindernisfreie Architektur – Die Schweizer Fachstelle
- Nicolas Saramon, Händler für eFäG, Genf
- Ciaran Simms, Trinity College Dublin, Irland, Präsident IRCOBI (Intern. Research Council on Biomechanics of Injury)
- Stevan Skeledzic, Leiter Sicherheit beim Kanton Zürich
- Erich Willi, Fussverkehrsbeauftragter der Stadt Zürich
- Ceri Woolsgrove, European Cycling Federation, Belgien

Des Weiteren fand ein Austausch mit Experten der nationalen schwedischen Forschungsstelle für Strassenverkehr (VTI - Swedish National Road and Transport Research Institute) und der deutschen Bundesanstalt für Strassenwesen (Bast) sowie mit dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) statt. In diesem Zusammenhang erfolgte u.a. die Teilnahme an einer Sitzung beim BMVI in Berlin, an der die Zulassung von Elektrokleinstfahrzeugen (die vom BMVI vorgeschlagene Bezeichnung für eFäG) mit Vertretern verschiedener Organisationen, vor allem Vertretern von technischen Prüfinstituten, diskutiert wurde.

3.2 Ergebnisse

Es zeigte sich, dass die interviewten Personen zwar auf die Thematik der eFäG sensibilisiert waren, aber bisher nur wenige der Experten konkrete Erfahrungen gesammelt haben. Spezifische Kenntnisse über Unfälle und Verletzungen mit eFäG lagen beispielweise nur aus Österreich vor. Die Thematik wird von den Experten allgemein als relevant betrachtet, aber in der Schweiz nicht unbedingt als dringlich wahrgenommen, da diese Geräte im Alltag noch nicht sehr präsent seien. Händler bzw. Vertreter von Nutzern sehen hingegen einen Bedarf an einer sinnvollen Regelung, da die Anzahl der Geräte zunehmend sei. Die derzeitige Lage und die Handhabung durch die Polizei (teilweise geduldet, teilweise geahndet) sei unbefriedigend. Ferner gehen die Experten davon aus, dass zukünftig weitere eFäG bzw. Weiterentwicklungen heutiger Geräte auf den Markt kommen werden und andere wieder verschwinden. Das Umfeld wird derzeit als sehr dynamisch eingeschätzt.

Die meisten Experten vertraten die Ansicht, dass einzelne eFäG im Zusammenhang mit der Überwindung der sogenannten «letzten Meile» ein gewisses Potential hätten. Dies gilt insbesondere für Geräte die (z.B. im öffentlichen Verkehr) leicht zu transportieren sind wie e-Trotinetts und e-Solowheels. Wenige gegenteilige Meinungen hielten die Geräte (insbesondere E-Boards) grundsätzlich für reine Spiel-/Spasngeräte. Im Gegensatz zum Velofahren wurde der aktiven Nutzung von eFäG kein wesentlicher Gesundheitsaspekt beigemessen, so dass – im Gegensatz zum Velo – aus dieser Perspektive keine Notwendigkeit einer gezielten Förderung der eFäG-Nutzung ausgemacht wurde. Unterschiedlichste Vermutungen wurden dahingehend geäußert, aus welchem Personenkreis sich die eFäG-Nutzer rekrutieren könnten, d.h. ob bzw. wie sich der Modal Split durch eFäG ändern würde. Eine merkliche Veränderung des Modal Splits wird aber nicht erwartet.

Es wurde ferner hervorgehoben, dass etwaige Regelungen zu eFäG nicht zum Nachteil von Personen mit eingeschränkter Mobilität ausfallen sollten. Es sei wichtig zwischen eFäG und Hilfsmitteln für Menschen mit eingeschränkter Mobilität zu unterscheiden. Aktuell werden eFäG nicht als Fortbewegungsmittel für ältere Personen und/oder Personen mit eingeschränkter Mobilität angesehen. Unklar ist, in welchem Umfang dies überhaupt möglich ist, da manche Geräte entsprechende Fähigkeiten des Nutzers erfordern.

Der teilweise relativ geringe Preis der eFäG könnte hingegen eine Chance darstellen, dass diese als Hilfsmittel zur Mobilität eingesetzt werden.

Ferner wurde geäußert, dass sich Ältere, Sehbehinderte oder Personen mit eingeschränkter Mobilität durch eFäG auf dem Trottoir verunsichert fühlen könnten und/oder sich vor einer Kollision fürchteten. Mehrere Experten haben grundsätzlich zum Ausdruck gebracht, dass Drittpersonen durch eFäG nicht geschädigt werden dürfen.

Viele Experten haben darauf hingewiesen, dass die Geschwindigkeit der eFäG bzw. die Geschwindigkeitsdifferenz verschiedener Verkehrsteilnehmer relevant ist. Daher wird allgemein ein Mischverkehr zwischen eFäG und Fussverkehr kritisch betrachtet; diesbezüglich wurde das grösste Konfliktpotential gesehen. Eine Nutzung von Fussverkehrsflächen käme nur in Frage, wenn sich die eFäG-Nutzer wie Fussverkehr verhielten (Schrittgeschwindigkeit, kein abrupter Richtungswechsel, kein abruptes Bremsen). Auch sollten eFäG für andere Personen gut als solche zu erkennen sein.

Etwaige Unfall- bzw. Verletzungsrisiken wurden ähnlich bewertet wie bei Velos, d.h. primär wird von Selbstunfällen ausgegangen. Fremdgefährdung könne im Rahmen von Kollisionen erfolgen. Es wurde erwartet, dass die Schwere von etwaigen erlittenen Verletzungen im Zusammenhang mit der Geschwindigkeit der Geräte steht.

Entsprechend wurden verschiedene Meinungen betreffend der Zulassung der Geräte bzw. der für die Geräte geeigneten Verkehrsflächen geäußert. Teilweise wurde eine Unterscheidung in schnelle und langsame eFäG angeregt, wobei die langsamen Geräte auf Fussverkehrsflächen genutzt werden dürften, während schnelle Geräte als Velo eingestuft würden. Andere würde die Geräte grundsätzlich nur auf Velowegen zulassen, eine Zulassung für die Strasse wird kritisch gesehen. Allenfalls in 30 km/h-Zonen wäre eine Nutzung der Strasse vorstellbar, sonst sei die Geschwindigkeitsdifferenz zu anderen Verkehrsteilnehmern zu hoch. Des Weiteren wurde von einigen Befragten hervorgehoben, dass für eine Zulassung idealerweise Vorschriften erlassen werden sollten, die von verschiedenen Herstellern erfüllt werden und die die Geräte nicht unnötig verteuern.

Im Zusammenhang mit einer möglichen Zulassung wurde zudem darauf hingewiesen, dass die Verkehrsflächen breit genug sein müssten. Bei einer Zulassung als Velo sollte also die Veloinfrastruktur den Ansprüchen der eFäG-Nutzer genügen, so dass diese nicht auf das Trottoir ausweichen.

Auch ein Zweirichtungsverkehr auf Trottoirs wurde als potentiell kritisch hervorgehoben.

Im Falle einer Zulassung sollte gewährleistet sein, dass die eFäG-Nutzer ihr Gerät beherrschten. Einerseits wurden Einteilungen nach Masse, Leistung oder bauartbedingter Höchstgeschwindigkeit vorgeschlagen, andererseits wurde angemerkt, dass eine technische Einschränkung (z.B. hinsichtlich Gewicht oder Abmessung) schwierig sei, da sie der dynamischen Entwicklung schnell hinterherhinken würde oder Weiterentwicklungen blockieren würde. Angeregt wurde ein Mindestalter für die Nutzung von eFäG.

In Deutschland sind Diskussionen und Entwürfe zur Zulassung von eFäG bereits recht weit fortgeschritten. Da diese Geräte nicht unter die entsprechende EU-Verordnung fallen, sind etwaige Vorgaben national zu regeln. In Deutschland wird derzeit angestrebt, eFäG in einer bzw. zwei eigenen Fahrzeugkategorien zu etablieren, die sich u.a. durch technische Merkmale wie die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit oder dem Vorhandensein eines Lenkers bzw. einer Haltestange differenzieren. Grundsätzlich soll für die Zulassung eine fahrdynamische Prüfung der Geräte erforderlich sein, bei der technische Mindestanforderungen im Mittelpunkt stehen (u.a. Anzahl der Bremsen, Bremsleistung, Fahrstabilität, Zustandserkennung). Wenngleich die Durchführung einer solchen Zulassungsprüfung im Rahmen von Fahrversuchen grundsätzlich möglich ist, ist noch ungeklärt, wer in solchen Versuchen das Gerät fahren soll, da die Fähigkeiten des Nutzers hierbei durchaus zum Tragen kommen könnten. Die Nutzung der Geräte auf Gehwegen wird abgelehnt, stattdessen sollen Velowege oder teilweise auch Strassen als Verkehrsfläche genutzt werden. Die erarbeiteten Vorschläge liegen den Projektpartnern

vor, sind jedoch noch nicht öffentlich und werden derzeit diskutiert; der zeitliche Verlauf des entsprechenden parlamentarischen Prozesses kann nicht abgeschätzt werden.

3.3 Fazit Expertenbefragung

Die Befragung verschiedener Experten lieferte erwartungsgemäss keine einheitliche Einschätzung. Ein recht breiter Konsens besteht dahingehend, dass eFäG – sollten sie sich als alltagstauglich erweisen und entsprechende Verbreitung finden – ähnlich wie Velos zu betrachten wären und daher im Falle einer Zulassung eher nicht auf Fussverkehrsflächen verkehren sollten. Wenngleich eine Gefährdung Dritter (beispielsweise durch Kollisionen mit eFäG) nicht auszuschliessen ist, wird jedoch davon ausgegangen, dass Selbstunfälle dominieren werden. Obschon grundsätzlich antizipiert wurde, dass eine Zulassung solcher Geräte mit der Definition technischer Anforderungen einhergeht, bestehen zu Art und Umfang der erforderlichen Vorgaben keine breit abgestützten, konkreten Vorstellungen.

4 Konsumentenbefragung

4.1 Aufbau

Um Erfahrungen, Einschätzungen und Erwartungen der Konsumenten zu eruieren, wurde eine Umfrage unter eFäG-Nutzern durchgeführt. Es wurde eine Online-Umfrage entwickelt, die Informationen zum Nutzungszweck, den Nutzungsgewohnheiten, aber auch zu etwaigen Unfällen bzw. kritischen Situationen umfasste. Der vollständige Fragebogen findet sich im Anhang. Die Implementierung der Umfrage erfolgte über die Software Survey®. Es ist zu beachten, dass der Fragebogen derart gestaltet wurde, dass Teilnehmende einzelne Fragen auch mit der Antwort «weiss nicht»/«keine Antwort» abschliessen konnten, wenn diese beispielsweise für das verwendete Gerät nicht relevant waren. Fragen konnten auch übersprungen werden. Somit ergibt pro Frage eine unterschiedliche Anzahl erhaltener Antworten. Ausgehend von einer zentralen Startseite, konnten Teilnehmende die Umfrage auf Deutsch, Französisch oder Englisch beantworten.

Die Umfrage wurde im Zeitfenster von August bis Oktober 2017 durchgeführt. Die Rekrutierung von Teilnehmenden erfolgte über die den Projektpartnern zur Verfügung stehenden Kommunikationskanäle: es wurden Personen direkt auf die Umfrage aufmerksam gemacht, es wurde über die Websites der Partner zur Teilnahme aufgerufen und der Link zur Umfrage wurde in Social Media Foren gepostet.

4.2 Ergebnisse

4.2.1 Epidemiologie, Beschreibung des Samples

Insgesamt wurde der Fragebogen von 252 Personen ausgefüllt. 120 Personen haben die französische Version ausgefüllt, 68 Personen haben die Umfrage auf Deutsch beantwortet und 64 Personen auf Englisch. 151 dieser Personen haben angegeben, dass sie ihr eFäG vornehmlich in der Schweiz benutzen; im Folgenden wird diese Gruppe als „CH-Nutzer“ bezeichnet. 69% der CH-Nutzer haben die französische Version des Fragebogens ausgefüllt, 29% die deutsche.

Wie *Tab. 5* zeigt, wurde die Umfrage vor allem von E-Solowheel-Nutzern beantwortet. E-Trottinets waren unter CH-Nutzern häufiger anzutreffen als im gesamten Sample; es fällt auf, dass von 50 E-Trottinett-Nutzern 46 zu den CH-Nutzern zählen. E-Boards sind in der Umfrage nur als Einzelfälle aufgetreten.

Die Umfrage wurde vor allem von Männern beantwortet (233 Männer, 9 Frauen, 10 keine Antwort). Der durchschnittliche Nutzer war rund 42 Jahre alt; Nutzer von E-Skateboards und E-Boards waren jünger als der Durchschnitt.

Das Sample der hier vorliegenden Umfrage entspricht hinsichtlich Alter und Verteilung der Geräte demjenigen ähnlicher Umfragen (z.B. aus Belgien [27]). Bei Rekrutierung über vergleichbare Kommunikationskanäle wurde ein ähnliches – aber deutlich grösseres – Sample erstellt. Obschon E-Boards häufig verkauft wurden, konnten deren Nutzer mit der Umfrage offenbar nur schlecht erreicht werden. Die wenigen vorhandenen Antworten von Nutzern dieses Geräts lassen die Vermutung zu, dass E-Boards primär von Kindern bzw. Jugendlichen verwendet werden. Die Nutzergruppe unterscheidet sich damit deutlich von denjenigen anderer Geräte.

CH-Nutzer machen einen grossen Anteil des Samples aus; dies erlaubt Aussagen mit einem Bezug zu Verhältnissen in der Schweiz. Die soziodemographischen Merkmale der Gruppe der CH-Nutzer unterscheiden sich dabei nicht signifikant vom gesamten Sample.

93% der Teilnehmenden haben ihr Gerät selbst gekauft. In der Regel wird das eFäG im Originalzustand benutzt. Falls das Gerät modifiziert wurde, wurde angegeben, dass vor

allem ein besserer Akku eingebaut wurde, dass eine Beleuchtung bzw. Reflektoren angebracht wurden, dass andere Räder/Rollen verwendet wurden (insbesondere bei E-Skateboards) oder dass die Haftung/Reibung auf der Standfläche verbessert wurde. Ferner wurde von einigen E-Solowheel-Nutzern angegeben, dass ein Tragegriff montiert wurde, um den Transport zu erleichtern; gewisse Modelle bieten dies mittlerweile standardmässig an.

Tab. 5 Datensample

	Alle Geräte	E-Solowheel	E-Skateboard	E-Trottinett	E-Stehroller	E-Board
Alle Nutzer:						
Anzahl Antworten [n]	252	152	17	50	26	7
[%]	100	60.32	6.75	19.84	10.32	2.78
Alter ± SD	41.82 ± 12.35	42.20 ± 11.99	39.94 ± 9.59	43.72 ± 11.53	41.13 ± 14.53	15.75 ± 2.87
CH-Nutzer:						
Anzahl Antworten [n]	151	77	7	46	16	5
[%]	100	50.99	4.64	30.46	10.60	3.31
Alter ± SD	41.61 ± 12.63					

4.2.2 Nutzungsverhalten

Fast 70% der Umfrageteilnehmenden gaben an, ihr Gerät fast täglich zu benutzen. Weitere rund 25% benutzen ihr Gerät mehrmals pro Monat. Insgesamt haben also vor allem Personen an der Umfrage teilgenommen, die das eFäG regelmässig benutzen. Dies gilt in besonderem Masse für E-Stehroller, die zu rund 81% täglich genutzt werden, aber nicht für E-Boards, die nur einige Mal im Jahr genutzt werden. Es ergibt sich somit der Eindruck, dass mit Ausnahme der E-Boards alle Geräte für die Alltagsmobilität eingesetzt werden (Tab. 6, Abb. 8).

Bei schlechten Witterungsverhältnissen, insbesondere bei Niederschlag, werden die Geräte erwartungsgemäss weniger häufig genutzt. Bei E-Stehrollern ist diese Abnahme jedoch geringer als bei anderen Geräten, d.h. E-Stehroller werden von ihren Nutzern auch bei schlechtem Wetter verwendet (Tab. 6).

Auf die Frage nach der an einem typischen Nutzungstag zurückgelegten Distanz wurden unerwartet hohe Werte angegeben (Abb. 9). Selbst wenn man annimmt, dass manche der Nutzer ihr Gerät an einzelnen Tagen für längere „Ausfahrten“ nutzen, lässt das Ergebnis doch vermuten, dass eFäG – mit Ausnahme der E-Boards – für das Zurücklegen grösserer Strecken geeignet sind und entsprechend genutzt werden. Dies umfasst Distanzen, die beispielsweise im Zusammenhang der Strecke zwischen Haltepunkt des öffentlichen Verkehrs und Start/Ziel einer Reise (sog. „last mile“) genannt werden. In diesem Sinne können die Geräte Mobilität ermöglichen; offenbar werden sie jedoch weniger von Personen genutzt, deren individuelle Mobilität eingeschränkt ist. Die Antwort „es erleichtert meinen Alltag, da ich nicht gut zu Fuss bin“ fand wenig Zustimmung. Hingegen werden eFäG für Freizeit-/Sportaktivitäten und zur Bewältigung der Arbeits-/Schulwegs benutzt (Abb. 10). Es fällt auf, dass die Nutzung im Zusammenhang mit dem Arbeits-/Schulweg, innerbetrieblicher Nutzung als Erstantwort deutlich häufiger genannt wurde als die Nutzung für Sport und Freizeit. Die letzteren Aspekte oder auch die Nutzung des eFäG zum Einkaufen werden erst ab der Zweitantwort relevant (Tab. 6). Interpretiert man die Mehrfachantworten im Sinne einer Priorisierung, so steht also die Nutzung für den Arbeitsweg bzw. die Nutzung im Betrieb im Vordergrund – die Geräte werden aber auch als Freizeitaktivität genutzt.

Tab. 6 Nutzungsverhalten, alle Nutzer

	Alle Geräte	E-Solowheel	E-Skateboard	E-Trottinett	E-Stehroller	E-Board
Wie häufig benutzen Sie das Fahrzeug in der Regel?						
(Fast) täglich [n]	176	111	12	32	21	0
Mehrmals pro Monat [n]	60	33	5	16	5	1
Mehrmals pro Jahr [n]	13	7	0	0	0	6
Seltener [n]	3	1	0	2	0	0
In % bezogen auf die jeweilige Fahrzeugkategorie						
(Fast) täglich [%]	69.84	73.03	70.59	64.00	80.77	0.00
Mehrmals pro Monat [%]	23.81	21.71	29.41	32.00	19.23	14.29
Mehrmals pro Jahr [%]	5.16	4.61	0.00	0.00	0.00	85.71
Seltener [%]	1.19	0.66	0.00	4.00	0.00	0.00
0Benutzen Sie Ihr Fahrzeug auch bei schlechter Witterung (Regen, Schnee, Eis, Nebel,...):						
ja [n]	88	52	2	18	16	0
nein [n]	33	17	5	6	2	3
nur, wenn der Boden trocken ist [n]	80	50	8	14	5	3
In % bezogen auf die jeweilige Fahrzeugkategorie						
ja [%]	43.78	43.70	13.33	47.37	69.57	0.00
nein [%]	16.42	14.29	33.33	15.79	8.70	50.00
nur, wenn der Boden trocken ist [%]	39.80	42.02	53.33	36.84	21.74	50.00

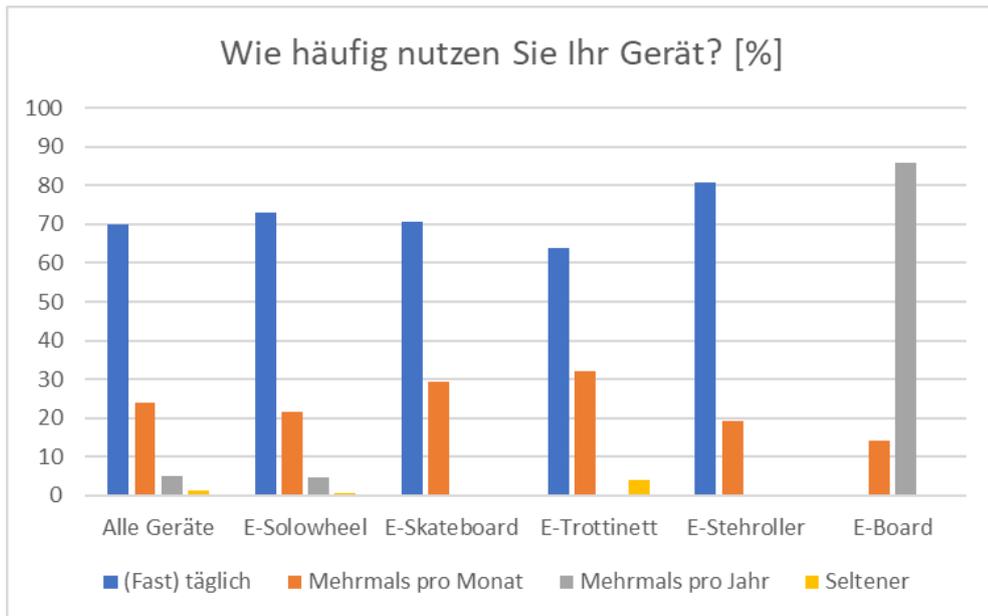


Abb. 8 Nutzungsverhalten, alle Nutzer, Nutzungshäufigkeit in % bezogen auf die jeweilige Fahrzeugkategorie (Lesebeispiel: ca. 70% aller E-Skateboard-Nutzer benutzen ihr Fahrzeug (fast) täglich), ca. 30% benutzen es mehrmals pro Monat)

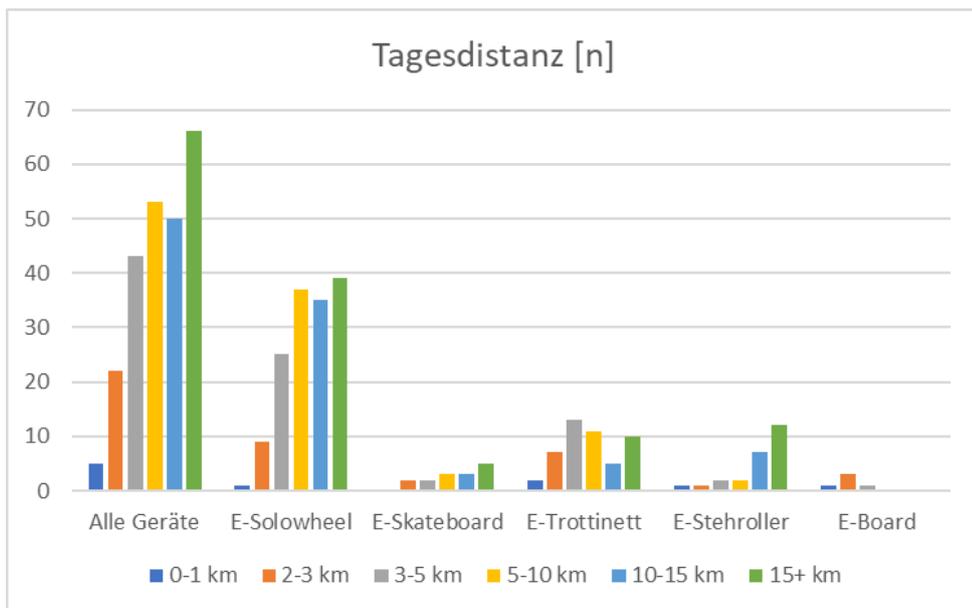


Abb. 9 Nutzungsverhalten, alle Nutzer, zurückgelegte Distanz an einem typischen Nutzungstag, Anzahl der Antworten

Tab. 7 Nutzungszweck, Warum bzw. zu welchem Zweck benutzen Sie Ihr Fahrzeug?, alle Nutzer, Anzahl der Antworten, es waren Mehrfachantworten möglich. Die Tabelle gibt an, welche Option als 1. Antwort, 2. Antwort usw. gewählt wurde

	1. Antw	2. Antw	3. Antw	4. Antw.	5. Antw	6. Antw.	Summe
Ich fahre damit während der Arbeit bzw. im Betrieb	55	4					59
Es erleichtert meinen Alltag, da ich nicht gut zu Fuss bin	14	10					24
Ich benutze es als Sportgerät	41	19	6				66
Ich fahre damit zur Arbeit / Schule.	85	48	15	6			154
Ich benutze es zum Spass in der Freizeit	34	65	51	15	6		171
Ich fahre damit zum Einkaufen	1	18	29	40	14	6	108

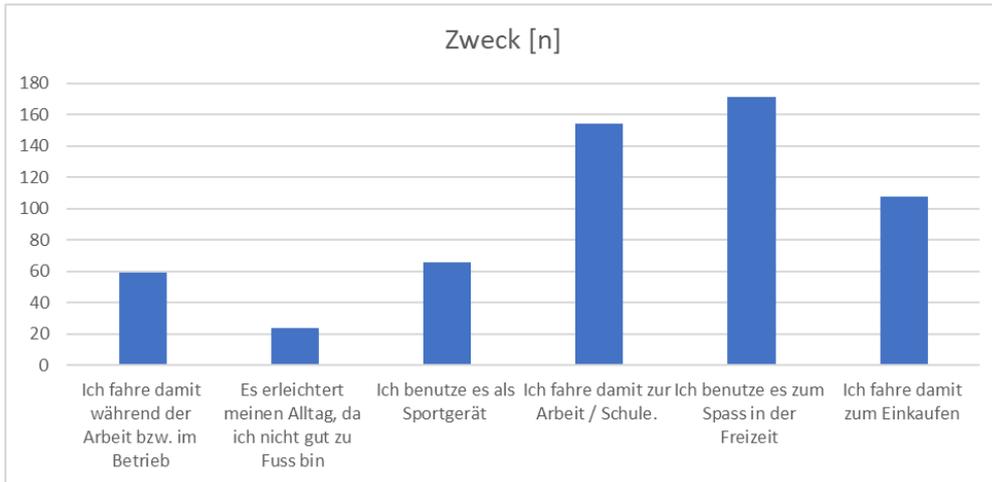


Abb. 10 Nutzungszweck, alle Nutzer, Anzahl aller Antworten, es waren Mehrfachantworten möglich

4.2.3 Verkehrsflächen

Die Mehrheit der CH-Nutzer (110 von 151) ist sich bewusst, wo sie mit ihrem eFÄG fahren dürfen. Insgesamt gaben die Teilnehmenden jedoch an, dass sie die Geräte heute häufig auf Velostreifen, Strassen mit wenig Verkehr oder dem Trottoir benutzen (Abb. 11). Shoppingzentren, Skate Parks oder Strassen mit viel Verkehr werden hingegen wenig benutzt.

Als geeignete Verkehrsfläche wurden vor allem Velowege und Strassen mit wenig Verkehr angegeben (Tab. 8, Abb. 12). Diese Flächen würden die Nutzer gerne verwenden. Fussverkehrsflächen wie das Trottoir oder Fussgängerzonen werden zwar auch genannt, werden hingegen als weniger geeignet angesehen und wurden daher erst als 3. beste Option ausgewählt (es waren Mehrfachantworten möglich).

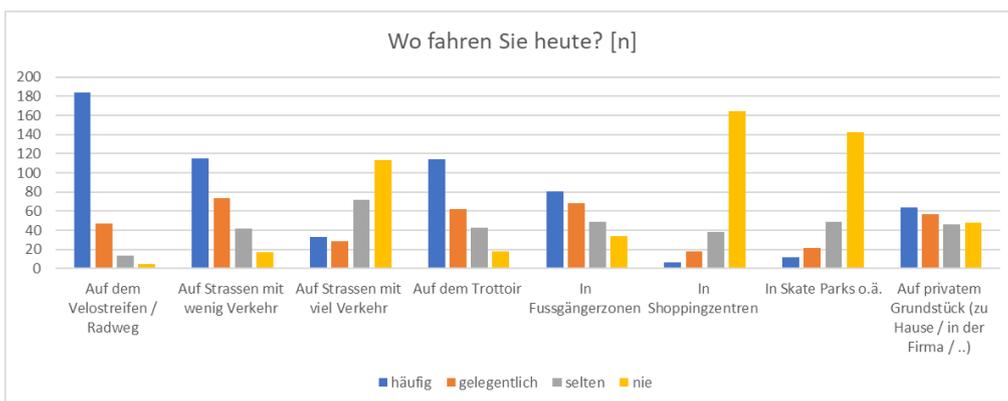


Abb. 11 Genutzte Verkehrsfläche, alle Nutzer, Anzahl aller Antworten, es waren Mehrfachantworten möglich.

Tab. 8 Welche Verkehrsfläche wäre für Ihr Fahrzeug am besten geeignet?, alle Nutzer, Anzahl der Antworten, es waren Mehrfachantworten möglich. Die Tabelle gibt an, welche Option als 1. Antwort, 2. Antwort usw. gewählt wurde

	1. Antw	2. Antw	3. Antw	4. Antw	5. Antw	6. Antw	7. Antw	8. Antw	Summe
Velostreifen/ Radweg	240								240
Strassen mit wenig Verkehr	3	189							192
Strassen mit viel Verkehr	0	1	37						38
Troittoir	4	32	113	24					173
Fussgängerzonen	0	5	34	90	24				153
Shoppingzentren	0	0	1	6	911	15			33
Skate Park o.ä.	1	2	7	16	29	9	12		76
Privates Grundstück (zu Hause, in der Firma, ...)	0	0	9	16	42	33	11	11	122

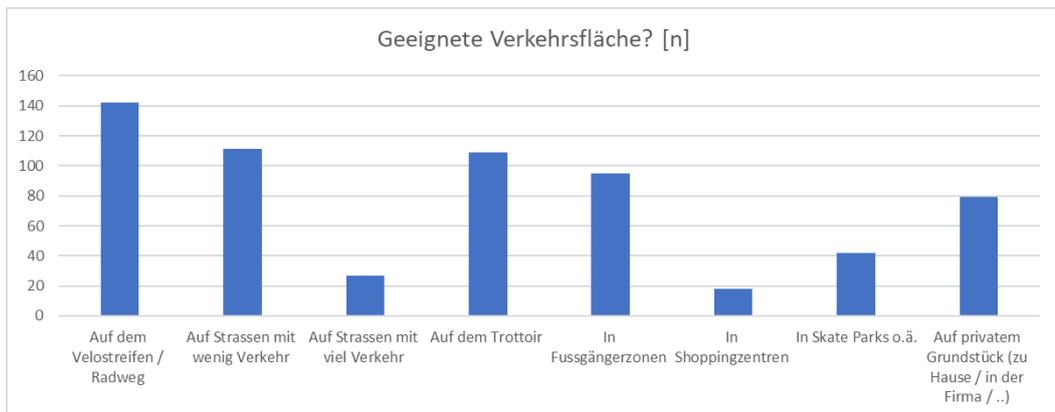


Abb. 12 Nach Meinung der Nutzer geeignete Verkehrsfläche, alle Nutzer, Anzahl aller Antworten, es waren Mehrfachantworten möglich

4.2.4 Konfliktsituationen, Unfälle, Verletzungen

Kollisionen mit Fussgängern, Autos, Fahrrädern oder anderen Verkehrsteilnehmenden sind für die Teilnehmenden der Umfrage sehr seltene Ereignisse; es wurden einige Einzelfälle angegeben. Kommt es zu einem Sturz, so handelte es sich in der überwiegenden Anzahl der Fälle um einen Selbstunfall (Abb. 13).

Die von den Nutzern beschriebenen Sturz- bzw. Unfallereignisse umfassen vor allem Stürze als Folge eines Gleichgewichtsverlusts. Als Ursachen werden das Befahren eines ungünstigen Untergrunds (rutschig, Schlagloch, Schwelle), ein Ausweichen oder ein Fahrfehler genannt. In Einzelfällen wurden technische Gründe für den Sturz angegeben (z.B. Überschreiten der maximalen Geschwindigkeit des Geräts, plötzliches Abschalten des Geräts, technischer Defekt). Häufig ist der Grund des Sturzes den Personen einfach auch nicht bewusst. Bei den wenigen beschriebenen Kollisionen mit anderen Verkehrsteilnehmern (Auto, Velo,...) wurde als Ursache eine Falscheinschätzung der Geschwindigkeit oder ein Regelverstoss (Vortritt missachtet) angegeben. Falls beim Sturz-/Kollisionsereignis ein Sachschaden entstand, dann wurde in der Regel das eigene Gerät beschädigt. Im Rahmen der Umfrage wurden 34 Fälle berichtet, in den durch einen (Selbst-)Unfall das eigene Gerät beschädigt wurde. 17 Personen haben sich bei solchen Ereignissen derart verletzt, dass sie medizinische Hilfe in Anspruch genommen haben; konkrete Verletzungen wurden jedoch nur wenige benannt. In einem Fall sei eine Fraktur des Handgelenks aufgetreten, in einem anderen eine Knieverletzung. Das Auftreten solcher Verletzungen ist nach Stürzen plausibel, die Verletzungen sind jedoch in keiner Weise auffallend oder gar als „typisch“ für eFäG zu bezeichnen. Auch konnten anhand der vorliegenden Angaben keine „typischen“ Szenarien oder Verletzungsrisiken identifiziert werden. Von einigen Nutzern wurden kritische Situationen beschrieben, die vor allem

aufzeigten, dass andere Verkehrsteilnehmer unaufmerksam unterwegs gewesen seien (z.B. Fussgänger mit Smartphones, Velofahrer) und/oder die Geschwindigkeit von eFäG falsch einschätzten. Zudem wurden einige Situationen mit Hunden als kritisch beschrieben.

Um sich vor Verletzungen zu schützen, wird gemäss den Umfrageergebnissen vor allem ein Helm getragen (Abb. 14). Rund 36% aller Nutzer tragen demnach immer einen Helm, weitere rund 18% tragen meistens einen Helm. Auch Handgelenkschützer haben eine gewisse, wenngleich deutlich geringere Verbreitung. Diejenigen, die immer bzw. meistens einen Helm oder einen Handgelenkschutz tragen, fahren vor allem E-Solowheel. Protektoren für Knie, Ellenbogen, Rücken oder Hüfte kommen nur in einzelnen Fällen zum Einsatz.

Als weitere Massnahmen zum Schutz vor Unfällen und Verletzungen wurden von Einzelnen die Verwendung von Handschuhen, gepolsterter Kleidung Beleuchtung/ Reflektoren und geeigneten Schuhen genannt. Ein Teilnehmer erwähnt das Spielen von Musik über den in seinem eFäG integrierten Lautsprecher, um Fussgänger auf das leise Gerät aufmerksam zu machen.

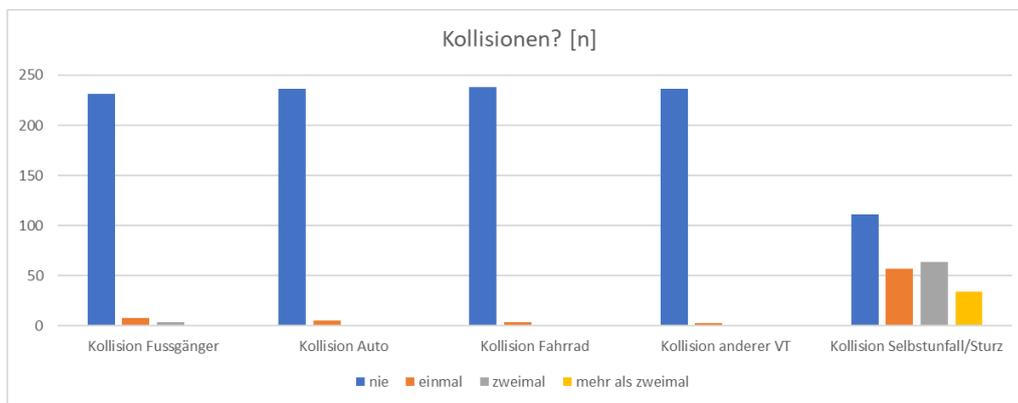


Abb. 13 Frage: wie oft haben Sie mit Ihrem Fahrzeug folgende Situationen erlebt?, alle Nutzer, Anzahl aller Antworten, es waren Mehrfachantworten möglich. VT: Verkehrsteilnehmer

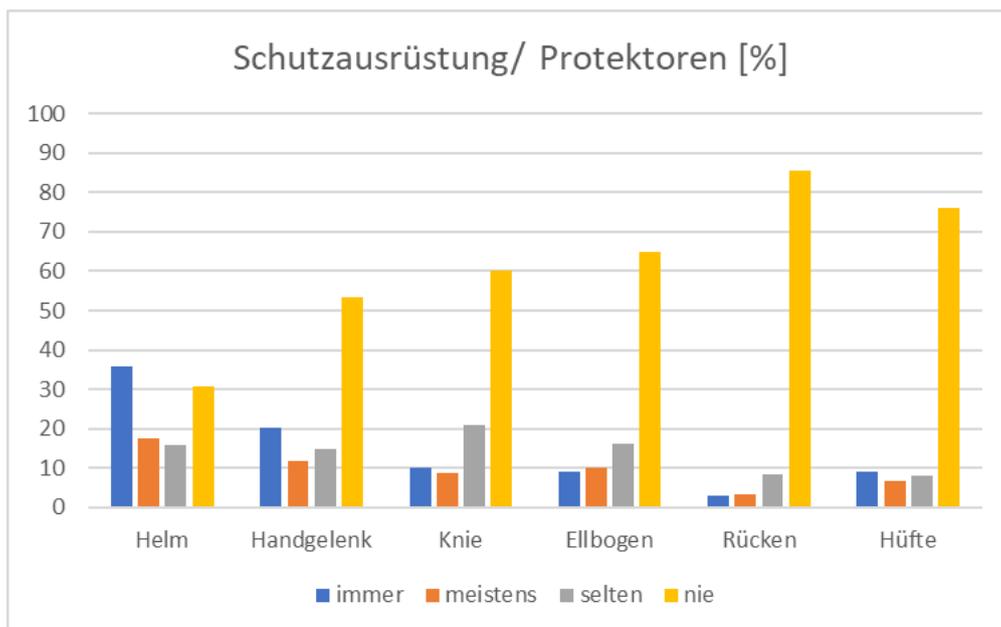


Abb. 14 Schutzausrüstung/Protektoren, alle Nutzer, Anzahl aller Antworten, es waren Mehrfachantworten möglich

4.3 Fazit Konsumentenbefragung

Mit der hier durchgeführten Online-Umfrage konnte eine grosse Gruppe heutiger eFäG-Nutzer erreicht werden. Das Sample ist in seiner Zusammensetzung mit demjenigen anderer Umfragen vergleichbar, aber deutlich grösser. Insbesondere sind die Erfahrungen und Meinungen einer grossen Gruppe von CH-Nutzern eingeflossen.

Wichtige Erkenntnisse der Befragung sind:

- E-Boards scheinen sich hinsichtlich Nutzergruppe und -verhalten deutlich von den anderen eFäG zu unterscheiden. Es scheint sich mehr um ein Freizeitgerät für Kinder/Jugendliche zu handeln, wobei dieser Personenkreis mit der Online-Umfrage nur eingeschränkt erreicht wurde.
- E-Solowheels waren in der Umfrage am häufigsten vertreten, gefolgt von E-Trottinets.
- Gemäss Umfrage kauft sich der eFäG-Nutzer das Gerät selbst und nutzt es zur Mobilität sowie als Freizeitbeschäftigung. Die Geräte scheinen für eine breitere Nutzung geeignet zu sein; insbesondere die zurückgelegten Distanzen suggerieren, dass die Geräte auch für das Zurücklegen alltäglicher Strecken, z.B. auf dem Weg zur Arbeitsplatz, eingesetzt werden.
- Der typische eFäG-Nutzer ist 42 Jahre alt. Somit kann davon ausgegangen werden, dass diese Personen erfahrene Verkehrsteilnehmer sind und auch mit anderen Fahrzeugen am Verkehr teilnehmen.
- Es werden wenige Unfälle berichtet; Selbstunfälle und Stürze sind dabei die häufigsten Ereignisse. Die erlittenen Verletzungen sind daher entsprechend von geringer Verletzungsschwere. eFäG-Nutzer schützen sich in der Regel durch einen Helm und allenfalls durch Handgelenkschützer.
- Velowege sind die bevorzugte Verkehrsfläche der eFäG-Nutzer; Fussverkehrsflächen haben eine geringere Priorität.

5 Fahrversuche

5.1 Zielsetzung und Methodik

Mittels Fahrversuchen wurden Basisgrössen der verschiedenen eFäG bestimmt. Die einfach aufgebauten Versuche sollten praktische Anwendungsbeispiele liefern und Aufschluss über das Zusammenspiel zwischen den technischen Möglichkeiten sowie den Fähigkeiten von durchschnittlichen Nutzern geben.

Zu den Versuchen wurden Nutzer mit eigenem eFäG eingeladen. Die Rekrutierung erfolgte über bestehende Kommunikationskanäle der Projektpartner sowie die durchgeführte Online-Befragung (siehe Kap. 4).

Insgesamt wurden 62 Fahrversuche mit eFäG durchgeführt, die alle einplätzig waren. Davon waren 33 (53.2%) E-Solowheels, 10 (16.1%) E-Boards, 9 (14.5%) E-Trottinets, 7 (11.3%) E-Skateboards und 3 (4.8%) E-Stehroller. Es wurden also – wie auch bei der Konsumentenumfrage (Kap. 4) – überwiegend Nutzer von E-Solowheels erreicht. Ergänzend wurden ferner einige Versuche mit Velos, gewöhnlichen Trottinets und Skateboards absolviert. An den Fahrversuchen haben keine Menschen mit Behinderung teilgenommen, die ihr eFäG als Mobilitätshilfe nutzen.

Die Teilnehmenden der Fahrversuche waren zwischen 10 und 66 Jahre alt; An den Versuchen haben vor allem Männer teilgenommen (14.7% Frauen). 60% aller Teilnehmenden schätzen ihr Fahrkönnen als «gut» oder «sehr gut» ein. Erwartungsgemäss haben also kaum Anfänger an den Fahrversuchen teilgenommen; dies ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu bedenken.

Da eFäG derzeit nicht zugelassen sind, wurden die Fahrversuche (mit Bewilligung der jeweiligen Eigentümer) auf Privatgrund durchgeführt. Die Versuche fanden an mehreren Terminen im Sommer 2017 im Tramdepot Irchel in Zürich sowie auf dem Platz zwischen Johann-Aberli-Strasse und Marcelin-Chipot-Strasse in Biel statt. Die Versuchsorte wiesen einen ebenen Grund auf; die Oberfläche war asphaltiert. Alle Versuche wurden bei trockener Witterung durchgeführt.

Die Teilnehmenden wurden bei Eintreffen begrüsst und über die Studie sowie die geplanten Fahrversuche informiert; es wurde eine entsprechende Einverständniserklärung unterzeichnet. Anschliessend wurden die Teilnehmenden im Rahmen eines strukturierten Interviews befragt. Dieses Vorgehen ermöglichte eine zusätzliche qualitative Einschätzung zu individuellen Erfahrungen, Einstellungen, der Nutzung der eFäG oder etwaigen (Selbst-)Unfällen. Diese Interviews ergänzen somit die oben beschriebene Online- und Expertenbefragung. Ferner wurden Informationen zum verwendeten Gerät erfasst.

Die Fahrversuche selbst erfolgten im Rahmen eines Parcours, d.h. es wurden zehn Tasks entwickelt, die von den Teilnehmenden absolviert wurden:

- Task 1: Typische Geschwindigkeit
- Task 2: Beschleunigung
- Task 3: Bremsen

In diesen Tasks wurden grundlegende Parameter wie eine für das jeweilige eFäG «typische» Geschwindigkeit, Beschleunigung und Bremsung simuliert und analysiert.

Die Teilnehmenden sind von einer Startlinie aus losgefahren, haben auf eine für sie «typische» Geschwindigkeit beschleunigt (Strecke: 10m), sind anschliessend möglichst konstant mit dieser Geschwindigkeit gefahren (Strecke: 15m) und haben schliesslich ab einer vorgegebenen Markierung abgebremst.

Die Distanzen für die einzelnen Phasen waren vorgegeben. Es wurde die Zeit für das Durchfahren der einzelnen Abschnitte gemessen. Zudem wurde die Beschleunigung gemessen; dazu haben die Teilnehmenden ein Smartphone mit installierter Applikation zur Beschleunigungsmessung erhalten. Das Smartphone wurde von den Nutzern eingesteckt (z.B. Hosentasche). Der Bremsbereich wurde auf Video aufgenommen.

Zur Auswertung der Versuche wurde die Durchschnittsgeschwindigkeit in den verschiedenen Bereichen berechnet, es wurde die resultierende Beschleunigung analysiert und es wurde der Anhalteweg mittels Videoanalyse bestimmt.

- Task 4: Langsamfahrt

Ziel dieser Fahraufgabe war es, ein möglichst langsames, aber stabiles Fahren zu untersuchen. Als zugrundeliegendes Szenario wäre das Nutzen eines eFäG auf einer Verkehrsfläche gemeinsam mit Fußgängern vorstellbar. In einem solchen Fall müsste sichergestellt sein, dass ein eFäG sehr langsam fahren könnte (z.B. hinter einem Fußgänger).

Die Teilnehmenden sind eine definierte Distanz (15m) geradeaus gefahren, wobei sie möglichst langsam fahren sollten. Die Geschwindigkeit sollte langsam sein, aber doch in einem stabilen Zustand des Geräts, ohne dass das Gefühl aufkam, zu wackeln oder gar zu stürzen. Es wurde die zum Zurücklegen der Strecke benötigte Zeit gemessen und daraus die Durchschnittsgeschwindigkeit berechnet.

- Task 5: Kurvenfahrt

Bei diesem Task sollte analysiert werden, welche Kurvenradien mit den verschiedenen eFäG gefahren werden können. Die Annahme eines «typischen» Radius kann für die Verkehrsplanung interessant sein.

Es wurde daher ein Pylon aufgestellt und die Teilnehmenden wurden gebeten von einer Startlinie aus an den Pylon zu fahren und dann rechts/links um ihn herum und wieder zum Ausgangspunkt zurück.

Die Fahrt wurde von zwei rechtwinklig zueinanderstehenden Videokameras aufgenommen. Anhand von bekannten Referenzpunkten konnten die Kurvenradien anschliessend mittels Videoanalyse bestimmt werden.

- Task 6: Abbiegen mit Handzeichen
- Task 7: Überqueren einer Strasse/abgesenkte Bordsteinkante
- Task 8: Queren von Tramgleisen

Sollten eFäG für den Verkehr zugelassen werden, so wäre es vorstellbar, dass diese mit alltäglichen Hindernisse wie einem Tramgleis oder einer abgesenkten Bordsteinkante konfrontiert würden. Daher wurden in diesen Tasks untersucht, wie/ob eFäG-Nutzer solche Hindernisse überwinden. Ferner wurde überprüft, ob eFäG-Nutzer beim Abbiegen ein entsprechendes Handzeichen geben können (analog zu Velonutzern).

Ein Holzbrett mit einer Dicke von 3cm wurde auf den Boden gelegt; diese Höhendifferenz entspricht derjenigen einer abgesenkten Bordsteinkante. Die Teilnehmenden sind dann von einer Startlinie aus eine Distanz von 9m bis zum Holzbrett gefahren und sollten dies überwinden. Das Szenario entspricht dem Überqueren einer Strasse an einem Fußgängerübergang (z.B. an einer Fußgängerampel, eine Fahrbahn von 9m). Es wurde die Zeit gemessen, die ein eFäG-Nutzer benötigt hat, um die Distanz und die «Bordsteinkante» zu überwinden. Zudem wurde beobachtet, wie die Teilnehmenden das Hindernis überwunden haben.

Task 9: Abstand zu einem Hindernis

Im Zuge von Diskussionen über mögliche geeignete Verkehrsflächen für eFäG ist auch der erwartete Platzbedarf bzw. die mögliche Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern auf gleicher Fläche relevant. Daher wurde ein Task in den Parcours eingebaut, bei dem die Teilnehmenden an verschiedenen Hindernissen vorbeifahren sollten. Auf einer Strecke von 15m wurden drei Hindernisse aufgestellt, die die eFäG-Nutzer im Sinne eines Slaloms umfahren sollten. Beginnend an einer Startlinie sollte erst rechts an einen Pylon (niedriges Hindernis) vorgefahren werden, dann links an einem Stativ (höheres Hindernis) und anschliessend links an einer gehenden Person (bewegtes Hindernis). Der Task wurde auf Video aufgenommen, so dass anhand der Aufnahmen analysiert werden konnte, in welchem Abstand die Nutzer an den Hindernissen vorbeigefahren sind. Bei den Versuchen in Zürich wurde die Teststrecke für diese Task auf einer Seite durch eine Gebäudewand begrenzt, so dass die Teilnehmenden beim ersten und dritten Hindernis zwischen Wand und Hindernis durchfahren sollten. Es musste also abgewogen werden, ob man näher ans Hindernis oder näher an die Wand fahren wollte.

- Task 10: Gehgeschwindigkeit

Zum Abschluss des Parcours wurden die Teilnehmenden gebeten, eine Strecke von 15 m in einer für sie typischen Geschwindigkeit zu gehen. Es wurde die Zeit gemessen, so dass die Durchschnittsgeschwindigkeit bestimmt werden konnte.

5.2 Ergebnisse

Alle Versuche wurden umfassend ausgewertet. Die nachfolgende Darstellung beschränkt sich auf die Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

Die in verschiedenen Tasks gemessenen *Geschwindigkeiten* und *Beschleunigungen* zeigten ein breites Spektrum. Eine von den Nutzern als „typisch“ zu bezeichnende Geschwindigkeit (gefahren über eine Distanz von 15 m) lag bei 4.4 m/s (rund 16 km/h); dies stellt den Durchschnitt für alle teilnehmenden eFäG dar. Wie aus *Abb. 15* ersichtlich ist, variiert diese Geschwindigkeit zwischen minimal 1.4 m/s (ca. 5 km/h) und maximal 7.1 m/s (ca. 25 km/h). Das Ergebnis zeigt jedoch deutlich, dass die meisten Teilnehmenden Geschwindigkeiten zwischen 4 und 5 m/s als typisch erachten. Die Messungen zeigten ferner, dass diese Angabe für E-Solowheels, E-Stehroller und E-Trottinets in einem vergleichbaren Bereich liegt, während E-Boards und E-Skateboards tendenziell tiefere Geschwindigkeiten fuhren. Die ebenfalls ausgewertete Durchschnittsgeschwindigkeit während der Beschleunigungsphase (ausgehend vom Stand bis zur typischen Geschwindigkeit, 10m Strecke) fiel entsprechend tiefer aus (Durchschnitt für alle Geräte: 2.9 m/s).

Mit allen Geräten konnten sehr langsame Geschwindigkeiten um 1 m/s gefahren werden, wobei die Geräte stabil blieben. Diese Geschwindigkeit liegt unter der durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit der Teilnehmenden, die ca. 1.5 m/s betrug (*Abb. 15*). Es ist also problemlos möglich, mit den im Versuch teilnehmenden eFäG eine Geschwindigkeit zu fahren, die derjenigen eines Fussgängers entspricht.

Die beim Anfahren aus dem Stand gemessenen resultierenden Beschleunigungen lagen in den allermeisten Fällen zwischen 1 und 2 m/s². Gemittelt über alle eFäG betrug diese Beschleunigung 1.62 m/s² ± 1.01 m/s² (Durchschnitt ± Standardabweichung). E-Trottinets erzielten dabei eine tendenziell eine höhere Beschleunigung als andere eFäG.

Die gemessenen Bremsverzögerungen betragen im Durchschnitt 3.17 m/s². Zu beachten ist, dass hier von einer durch den Nutzer gewählten typischen Geschwindigkeit bis zum Stillstand abgebremst wurde. Einzelne Nutzer erzielten mit einer starken Bremsung recht hohe Beschleunigungen, während die meisten Nutzer kaum Beschleunigungen von mehr als 2 m/s² erreicht haben. Wiederum zeigten e-Trottinets eine vergleichsweise hohe Bremsverzögerung. Der mit dem Bremsen einhergehende Anhalteweg lag bei 4.55 m ± 2.87 m (Durchschnitt ± Standardabweichung).

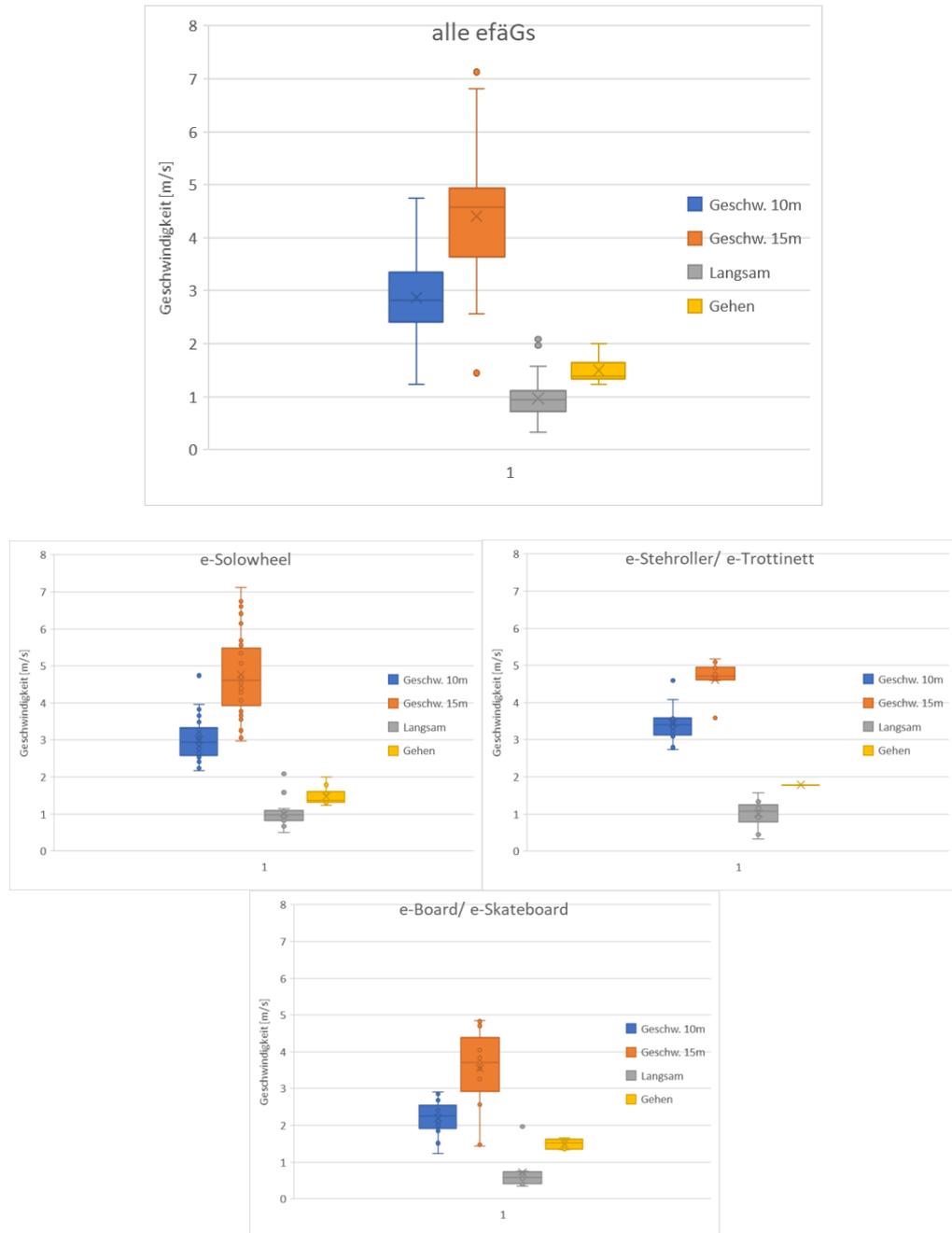


Abb. 15 Durchschnittsgeschwindigkeiten für alle eFäG (oben) und für einzelne Gerätetypen (unten). Dargestellt sind Boxplots mit Median, 25-/75-Perzentilen, Variabilität und ggf. Ausreißern. Messungen: Beschleunigungsphase (10 m Distanz, blau), typische Geschwindigkeit (15 m Distanz, orange), Langsamfahrt (15 m Distanz, grau), Gehgeschwindigkeit der jeweiligen Nutzer (gelb)

Die Bauart der eFäG hat einen massgeblichen Einfluss auf das Verhalten bei Kurvenfahrten. Der mögliche Kurvenradius, der mit einem eFäG gefahren werden kann, bestimmt sich einerseits aus dem Können des Nutzers und zudem aus der Bauart. Während mit einem E-Board im Prinzip auf der Stelle gedreht werden kann, hatten die teilnehmenden E-Skateboards Schwierigkeiten bei der Kurvenfahrt. Hier wurde das Gerät durch den Nutzer in der Regel umgesetzt, um die Fahrtrichtung zu ändern. E-Boards, E-Solowheels, E-Trottinets oder E-Stehroller konnten hingegen problemlos Abbiegen bzw. Radien verschiedener Grösse durchfahren. Je nach Nutzer wurde hierbei die Geschwindigkeit entsprechend niedrig gewählt, um die im Versuch aufgestellten Pylone sicher zu umfahren.

Ein *Abbiegen mit Handzeichen* (vergleichbar mit dem Handzeichen beim Abbiegen eines Velofahrers) war für die meisten Nutzer sehr gut möglich. Schwierigkeiten ergaben sich vereinzelt bei E-Trottinets, bei der ein einhändiges Lenken vor allem bei kleiner Lenkstange zu einer gewissen Instabilität führen kann. Hier kommt es auf das Können des Nutzers an. Ähnliches gilt für E-Skateboards, da der Nutzer hier seitwärts steht.

Das *Überqueren von Hindernissen* wie einer abgesenkten Bordsteinkante oder einem Tramgleis stellt für die Teilnehmenden in der Regel kein Problem dar. Die meisten Geräte, insbesondere solche mit grösserem Raddurchmesser, konnten die Hindernisse problemlos überqueren; zudem haben Nutzer eigene Strategien entwickelt, um solche Hindernisse zu überwinden. Dazu gehört beispielsweise das leichte Anheben des Geräts bzw. der Vorderräder (z.B. beim E-Skateboard).

Auch das *Vorbeifahren an Hindernissen* hat sich als unproblematisch erwiesen. Die von den Nutzern gewählten Abstände, in denen an einem Hindernis vorbeigefahren wurde, haben deutlich variiert. Der durchschnittliche Abstand zwischen Hindernis und eFäG-Nutzer betrug 0.30 m \pm 0.15 m am Hindernis 1 (Pylon, niedrig, statisch), 0.46 m \pm 0.16 m am Hindernis 2 (Stativ, hoch, statisch) und 0.74 m \pm 0.18 m am Hindernis 3 (Fussgänger, bewegt). Es wurde jeweils der kürzeste Abstand zwischen Hindernis und eFäG-Nutzer in einer Position ermittelt, in der beide auf gleicher Höhe waren. Man erkennt grundsätzlich, dass die eFäG-Nutzer den Abstand zum Hindernis erhöht haben, wenn dieses grösser wurde. Zum Fussgänger wurde der grösste Abstand gehalten. Die jeweils gefahrene Geschwindigkeit (die hier vom Nutzer gewählt werden konnte) spielte möglicherweise eine Rolle bei der Wahl des Abstands. Ferner haben einige Nutzer die Geschwindigkeit kurz vor Erreichen des Hindernisses reduziert; dies war insbesondere beim bewegten Hindernis (Fussgänger) der Fall. Hier haben die Nutzer die Geschwindigkeit reduziert und sind sehr langsam am Fussgänger vorbeigefahren, ehe sie die Geschwindigkeit wieder erhöht haben. Teilweise wurde auch ein regelrechter Bogen um den Fussgänger gemacht. Es ist ferner anzumerken, dass der Fussgänger die ankommenden eFäG oftmals kaum vorab akustisch wahrgenommen hat, sondern sich dieser erst im Moment des Vorbeifahrens gewahr wurde. Dies entspricht heutigen Erfahrungen mit Velos und wurde durch einzelne Experten (Kap. 3) entsprechend antizipiert.

Die im Rahmen der Fahrversuche durchgeführten Interviews bestätigten inhaltlich die Aussagen der Konsumentenumfrage (Kap. 4). Die Teilnehmenden waren erwartungsgemäss der Ansicht, dass (das von ihnen verwendete) eFäG für eine öffentliche Nutzung zugelassen werden sollte; sie waren von den Vorzügen der Geräte und deren Anwendungsmöglichkeiten überzeugt. Interessanterweise gab es kaum Personen, die mehrere eFäG nutzen; stattdessen haben sich die Nutzer jeweils für ein spezielles Gerät entschieden, das sie für sich als zweckmässig erachten.



Abb. 16 Versuche zum Vorbeifahren an Hindernissen. Konzept und Startposition des eFäG, hier e-Solowheel (ganz oben). Vorbeifahren am Pylon (Hindernis 1), Stativ (Hindernis 2) und Fussgänger (Hindernis 3) (unten)

5.3 Fazit Fahrversuche

Durch die Fahrversuche konnten die Fahreigenschaften von eFäG in verschiedenen Situationen beobachtet werden. Zudem entstand ein direkter Kontakt zu den Nutzern der Geräte, so dass auch hier nochmals die Eindrücke und Einschätzungen der Nutzer einfließen. Zur Einordnung der Versuche ist zu berücksichtigen, dass alle teilnehmenden Geräte einplätzig waren, dass kein Gerät teilgenommen hat, dessen bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit gering war (z.B. auf eine durchschnittliche Gehgeschwindigkeit limitiert) und dass keine Teilnehmer dabei waren, die das eFäG als Mobilitätshilfe nutzen.

Die wichtigsten Erkenntnisse der Versuche sind:

- Als typisch kann eine Fahrgeschwindigkeit zwischen 4 und 5 m/s (rund 14 bis 18 km/h) angenommen werden. Dies gilt für alle eFäG.
- eFäG sind in der Lage niedrige Geschwindigkeiten zu fahren, die im Bereich der Gehgeschwindigkeit von Fussgängern liegen.
- Die Nutzung von eFäG auf heutiger Verkehrsinfrastruktur scheint aus technischer Sicht grundsätzlich vorstellbar; für die meisten Teilnehmenden waren Kurvenfahrten, Abbiegen oder das Überwinden diverser Hindernisse problemlos möglich.
- Die Fahreigenschaften werden durch das Können der Nutzer stark beeinflusst. Es wurde eine entsprechende Streuung der Messungen beobachtet; die technischen Merkmale der Geräte geben nur begrenzt Auskunft über das zu erwartende Fahrverhalten (beispielsweise beim Bremsen oder die Radgrösse), die Interaktion mit dem Nutzer ist entscheidend.

6 Empfehlungen

Die in diesem Projekt durchgeführten Befragungen und Fahrversuche weisen darauf hin, dass manche eFäG durchaus als Verkehrsmittel geeignet sein könnten und gerne als solche genutzt würden. Ergänzend wurde die bestehende wissenschaftliche Literatur analysiert und es wurden Erkenntnisse, Informationen und Erfahrungen aus Diskussionen mit Nutzern, Experten im In-/Ausland, den Projektpartnern und der Begleitkommission berücksichtigt. Ausgehend von dieser Basis wurden Empfehlungen für eine Kategorisierung von elektrisch betriebenen Geräten (eFäG) erarbeitet. Die Empfehlungen sollen aufzeigen, wie eFäG in Gruppen eingeteilt werden könnten bzw. wie sie sich von anderen Fahrzeugen abgrenzen liessen. Dies ist eine Voraussetzung für eine erweiterte Zulassung. Die Empfehlungen sollen somit eine Grundlage schaffen, auf die sich nachfolgende Diskussionen abstützen können. Ob bzw. in welchem Umfang die hier erarbeitete Einteilung tatsächlich umsetzbar ist, ist Teil eines politischen Prozesses. Dieses Forschungsprojekt liefert eine Basis für ein solches Verfahren, grenzt sich jedoch auch von diesem ab.

6.1 Einteilung von eFäG

Zur Erarbeitung der Empfehlungen betreffend der Einteilung von eFäG haben sich die Projektpartner von verschiedenen Grundsatzüberlegungen leiten lassen. Gemäss Projektauftrag sollte aufgezeigt werden, wie man eFäG in Gruppen einteilen und allenfalls zulassen könnte, d.h. es wurde von einer positiven Grundhaltung ausgegangen, dass man neue Formen der Mobilität im Prinzip ermöglichen möchte. Dies geschieht in einem dynamischen Umfeld, das sich durch eine rasche technische Entwicklung auszeichnet. Dabei ist derzeit nicht offensichtlich, in welche Richtung sich eFäG entwickeln werden. Somit sollte eine Reglementierung nicht zu einschränkend wirken, um weitere Entwicklungen möglich zu machen bzw. um flexibel genug zu sein, um weitere, heute noch unbekanntere Entwicklungen einschliessen zu können. Idealerweise würde man daher eine auf heutigem Wissen basierende Einteilung der eFäG vornehmen, diese aber weiterhin im Sinne eines Monitorings begleiten und bei Bedarf aktualisieren. Ferner sollte eine Einteilung von eFäG möglichst intuitiv sein, d.h. sie sollte sich für Aussenstehende möglichst leicht erschliessen lassen und plausibel erscheinen. Dies wäre auch im Rahmen des Vollzugs vorteilhaft.

Tab. 9 fasst die Empfehlungen zur Einteilung von eFäG zusammen; im nachfolgenden Text werden die einzelnen Punkte der Einteilung dann erläutert. Es wird vorgeschlagen, drei Kategorien zu bilden. Diese werden hier K1, K2 und K3 genannt. Diese orientieren sich an bestehenden Definitionen, um die Einbindung von eFäG in die bestehende Gesetzgebung zu erleichtern.

Nachfolgend werden die einzelnen Aspekte der vorgeschlagenen Einteilung von eFäG erläutert.

Art des Geräts bzw. Art der Nutzung: Die im Rahmen dieses Projekts durchgeführte Umfrage sowie die Diskussionen mit Nutzern von eFäG weisen darauf hin, dass man die Art des Geräts bzw. die Art der Nutzung als Unterscheidungsmerkmal betrachten könnte. Demnach gäbe es Geräte wie E-Skateboard und E-Board, die eher als „Spielgerät“ betrachtet werden könnten, während eFäG wie E-Solowheel, E-Trottinett und E-Stehroller eher als „velo-ähnliches Verkehrsmittel“ angesehen werden könnten. Demnach wären „Spielgeräte“ den heutigen FäG ähnlich – nur würden sie nicht durch eigene Körperkraft angetrieben. Sie sind teilweise auch optisch auf den ersten Blick kaum von FäG zu unterscheiden (z.B. Skateboard/E-Skateboards). Diese eFäG wurden in Kategorie K1 zusammengefasst. Andere eFäG wären als velo-ähnlich zu betrachten, wobei hier analog zu E-Bikes je nach technischen Eigenschaften verschiedene Ausführungen vorstellbar sind. Entsprechend wurden zwei Kategorien, K2 und K3, verwendet.

Tab. 9 Empfehlung zur Einteilung von eFäG. Der obere Teil der Tabelle stellt die im Rahmen dieses Projekts erarbeitete Systematik der Einteilung dar. Der untere Teil der Tabelle ergibt sich gewissermassen als Konsequenz aus dieser Einteilung

	K1	K2	K3
Art der Nutzung	Spielgerät	Verkehrsmittel	Verkehrsmittel
Analogon	FäG	Velo/E-Bike (langsam)	E-Bike (schnell)
mögliche Beispiele ¹	E-Board, E-Skateboard	E-Trottinett, E-Solowheel, E-Stehroller	E-Trottinett, E-Solowheel, E-Stehroller
Minimale zu erreichende Geschwindigkeit ohne Tretunterstützung [km/h]	-	10	10
Bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit [km/h]	6	20	30
Höchstgeschwindigkeit, bis zu der die Tretunterstützung wirkt [km/h]	10	25	45
Max. Leergewicht [kg]	30	50	125
Beleuchtung	am Fahrzeug oder am Nutzer	am Fahrzeug oder am Nutzer	am Fahrzeug (fest angebracht)
Kennzeichnungspflicht	ja	ja	ja
Typengenehmigung	nein	nein	ja
Zulassungsprüfung	nein	nein	ja
Mehr als 1 Platz	nein	möglich ²	nein ³
Verkehrsfläche	Fussweg	Fahrradweg/Strasse ⁴	Fahrradweg/Strasse ⁴
Verkehrsregeln	Fussgänger	Fahrräder ⁵	Fahrräder ⁵
Helm	nicht obligatorisch	nicht obligatorisch	obligatorisch
Mindestalter/Führerausweis	keine Ausweispflicht	14 J. mit Ausweis/16 J. ohne	14 J. mit Ausweis
Kontrollschild	nein	nein	Ja

¹Je nach technischen Eigenschaften können eFäG zu verschiedenen Kategorien gehören, analog schnellen/langsamen E-Bikes

² Vgl. Art. 18 Bst. b und d VTS

³ Vgl. Art. 18 Bst. a VTS

⁴ Analog zur heutigen Regelung. Ist z.B. kein Fahrradweg vorhanden, so ist die Strasse zu benutzen

⁵vgl. Art. 42 Abs. 4 VRV

Geschwindigkeit: Im Falle von Kollisionen oder Stürzen weist die kinetische Energie einen deutlichen Bezug zum Verletzungsrisiko auf. Die kinetische Energie wird durch die Geschwindigkeit und Masse bestimmt. Grosse Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen Verkehrsteilnehmern, insbesondere solchen mit geringem Schutz durch das Fahrzeug selbst, sind daher ungünstig. Entsprechend scheint es sinnvoll, eFäG in Abhängigkeit der Verkehrsflächen bzw. in Abhängigkeit ihrer Nutzung auch über die Geschwindigkeit zu differenzieren. Aus pragmatischen Gründen könnte die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit herangezogen werden, wenngleich aus biomechanischer Sicht, der Bezug zum Verletzungsrisiko nicht von der möglichen Höchstgeschwindigkeit, sondern von der tatsächlichen im Moment der Kollision bzw. des Sturzes gefahrenen Geschwindigkeit abhängt. Orientiert man sich ferner an den Verkehrsflächen und an heute gültigen Regelungen, wären für eFäG verschiedene Höchstgeschwindigkeiten je nach

Verkehrsfläche zweckmässig. Wie die Fahrversuche gezeigt haben, konnten die getesteten eFäG insbesondere auch bei niedriger Geschwindigkeit stabil fahren. Die «typische» Geschwindigkeit lag jedoch in der Grössenordnung von 14 bis 18 km/h. Aufgrund obiger Überlegungen wird vorgeschlagen die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit ohne Tretunterstützung in den drei Kategorien auf 6, 20 bzw. 30 km/h zu begrenzen. Dies berücksichtigt, dass die relative Geschwindigkeit zu Fussgängern niedrig gehalten werden soll (Kategorie K1) und dass in den Kategorien K2 und K3 ähnliche Geschwindigkeiten wie Velos gefahren werden können. Für die Fahrt mit einer Tretunterstützung wird jeweils eine entsprechend höhere Maximalgeschwindigkeit vorgeschlagen, wie dies auch aktuell für Motorfahrräder gesetzlich geregelt ist. Folgt man der Logik der hier beschriebenen Empfehlung wäre allenfalls zu prüfen, ob eine Beschränkung auf 6 km/h für Geräte der Kategorie K1 nicht mit einem grösseren Sturzrisiko der Nutzer einhergeht. Begrenzt man das eFäG auf 6 km/h, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass das Gerät oft mit seiner maximalen Geschwindigkeit gefahren wird, es fehlt somit eine technische Reserve, um auf Unvorhergesehenes oder Fahrfehler reagieren zu können. Im Rahmen dieses Projekts wurden die potenziellen Konfliktsituationen mit Fussgängern als durchaus problematisch betrachtet. Bei einer allfälligen Zulassung von eFäG der Kategorie K1 auf Fussverkehrsflächen käme der Durchsetzung gesetzlicher Regelungen (z.B. Geschwindigkeit, Vortritt der Fussgänger) eine grosse Bedeutung zu (siehe auch Kapitel 6.2).

Minimal zu erreichende Geschwindigkeit: Damit eFäG der Kategorie K2 und K3 auf den Veloverkehrsflächen bzw. Strassen kein Hindernis darstellen und den gleichmässigen Verkehrsfluss behindern, sollten sie eine Geschwindigkeit von 10 km/h erreichen können. Damit würden sich diese beiden Kategorien von Kategorie 1 klar abgrenzen.

Anzahl Plätze: Die vorliegenden Empfehlungen berücksichtigen ausschliesslich eFäG, die für die Beförderung einer Person ausgelegt sind (gemäss §18 VTS). Fahrzeuge zur Beförderung von mehreren Personen, fallen in andere schon bestehende Kategorien.

Verkehrsfläche: Die Ergebnisse dieses Projekts zeigen, dass eFäG-Nutzer für Fahrräder bestimmte Verkehrsflächen bevorzugen würden. Setzt man dies in Bezug zu den gefahrenen Geschwindigkeiten, scheint dies für Kategorien K2 und K3 zweckmässig. Geräte der Kategorie K1, die im Sinne eines Spielgeräts genutzt werden, wären höchstens für eine Benutzung der für Fussgänger bestimmten Verkehrsflächen denkbar und ihre Geschwindigkeit entsprechend begrenzt. Demnach sollte für eFäG, welche für Fahrräder bestimmte Verkehrsflächen nutzen, das entsprechende Lichtraumprofil für Velos zugrunde gelegt werden. Sollten eFäG für Fussgänger bestimmte Verkehrsflächen befahren dürfen, wäre ein geeignetes Lichtraumprofil zu definieren.

Verkehrsregeln: Da die durchgeführten Fahrversuche gezeigt haben, dass eFäG (Kategorie K2 und K3) analog Velos gefahren werden können (z.B. Handzeichen beim Abbiegen), wären für diese Gruppen die entsprechenden Verkehrsregeln für Fahrräder geeignet. eFäG der Kategorie K1 müssten sich analog FäG an die Verkehrsregeln für Fussgänger halten.

Masse: Grosse Massedifferenzen zwischen verschiedenen Verkehrsteilnehmern sind Realität. Dennoch scheint es zweckmässig, für eFäG ein maximales Leergewicht zu definieren, wenn diese beispielsweise auf Verkehrsflächen verkehren sollen, auf denen auch Fussgänger bzw. Radfahrer unterwegs sind. Die vorgeschlagenen Beschränkungen sind mit Sicherheitsüberlegungen begründet, da die Masse die kinetische Energie beeinflusst. Zudem wirkt sich eine Beschränkung des Gewichtes auf technische Aspekte wie die Leistung (s. unten) und die Auslegung der Bremsen aus. Das vorgeschlagene Gewicht für Kategorie K3 (125 kg) mag hoch erscheinen, es wurde hier von einer Gesamtmasse von 200 kg (analog den aktuellen gesetzlichen Anforderungen für Motorfahrräder-) abzüglich dem Gewicht einer Person (75 kg) ausgegangen.

Schutzausrüstung: Die Ergebnisse dieses Projekts haben gezeigt, dass sich viele Nutzer von eFäG selbst schützen. Im Zusammenhang mit der Zulassung solcher Geräte könnte daher ein vergleichbarer Ansatz wie bei Fahrrädern/ E-Bikes gewählt werden, wonach

Helme bzw. Schutzausrüstung in den Kategorien K1 und K2 empfohlen bzw. bei Geräten der Kategorie K3 (analog «schnellen» E-Bikes) verpflichtend zu tragen sind.

Beleuchtung: Es ist die Möglichkeit einer Beleuchtung vorzusehen; die Erkennbarkeit von eFäG/Fahrer bei Dunkelheit ist zu gewährleisten. Wie aktuell für FäGs könnte die Beleuchtung in den Kategorien K1 und K2 dabei am Gerät oder am Fahrer angebracht werden; in Kategorie K3 wäre die Beleuchtung fest am Gerät anzubringen.

Mindestalter/Führerausweis: Für Kategorie K2 wird vorgeschlagen, ein Mindestalter von 16 Jahren anzunehmen. Besitzt der Nutzer einen Führerausweis für Mofas, kann das Mindestalter auf 14 Jahre reduziert werden. Für Kategorie K3 wird vorgeschlagen, einen Führerausweis für Mofas als obligatorisch zu erklären, unabhängig vom Alter des Lenkers. Damit läge das Mindestalter für Kategorie K3 bei 14 Jahren. Diese Regelung wurde aus einer allgemeinen Überlegung zur Befähigung an der Verkehrsteilnahme vorgeschlagen und würde der aktuellen Regelung für langsame und schnelle E-bikes entsprechen. Für Kategorie K1 wurde gemäss der hier angenommenen Systematik keine Führerausweispflicht vorgegeben, analog zu FäG. Für FäG gilt kein Mindestalter bzw. es liegt in der Verantwortung der Erziehungsberechtigten, zu entscheiden, ob ein Kind die für die Nutzung eines entsprechenden Geräts notwendigen Fähigkeiten besitzt.

Kontrollschild/Kennzeichnungspflicht: Die Verwendung eines Kontrollschildes geht mit einer Versicherungspflicht einher. Daher wird in Anlehnung an die heutigen Vorgaben für schnelle E-Bikes oder E-Stehroller eine vergleichbare Pflicht für eFäG der Kategorie K3 vorgeschlagen. Geräte der Kategorien K1 und K2 wären über die Privathaftpflichtversicherung der Nutzer (bzw. über den Nationalen Garantiefonds) abgedeckt und bräuchten entsprechend kein Kontrollschild. Hingegen wird vorgeschlagen, dass alle eFäG durch den Hersteller gekennzeichnet werden müssen. eFäG sind identifizierbar zu machen, wobei ein System einzuführen ist, bei dem aus der Kennzeichnung die Kategorie des Geräts klar hervorgeht. Dies erleichtert insbesondere den Vollzug.

Typengenehmigung/Zulassungsprüfung: Für eFäG der Kategorien K1 und K2 wird vorgeschlagen, auf eine explizite Genehmigung bzw. Prüfung zu verzichten und stattdessen eine Deklaration des Herstellers (Selbstdeklaration) zu akzeptieren. Im Sinne des Gesetzes über die Produktesicherheit trägt der Hersteller selbst die Verantwortung für die Richtigkeit seiner Angaben. Für Geräte der Kategorie K3 wird analog zur heutigen Regelung bei schnellen E-Bikes und E-Stehrollern eine Typengenehmigung und Zulassungsprüfung empfohlen, bei der die technischen Vorgaben durch eine unabhängige Stelle überprüft werden.

Aus grundlegenden Erwägungen zur Verkehrssicherheit wird empfohlen, ergänzend zu den in obiger Tabelle dargestellten Punkten weitere Anforderungen zu stellen. Diese sind von allen eFäG zu erfüllen:

Redundanz sicherheitsrelevanter Bauteile: Bauteile, die für die Sicherheit des eFäG essentiell sind, sollten nicht ausfallen und sind daher redundant auszulegen. Dies gilt in erster Linie für die Bremsen des Geräts.

Abschaltautomatik: Um das Unfall- bzw. Verletzungsrisiko für andere Verkehrsteilnehmer zu reduzieren, sollte ein eFäG mit einer zweckmässigen Abschaltautomatik versehen sein, so dass das Gerät nicht alleine fahren kann. Stürzt beispielsweise der Fahrer eines eFäG, soll das Gerät dies registrieren und sich abschalten, so dass es nicht unkontrolliert weiterfährt.

Bremswirkung: Die Bremsen des eFäG sollen eine angemessene Wirkung erzielen können. Diese Wirkung kann aus technischer Sicht analog den Vorgaben für Fahrräder bzw. Motorfahrräder definiert werden.

Überwinden von Hindernissen: eFäG sollen in der Lage sein, ein geringes Hindernis (3 cm Höhendifferenz, vgl. abgesenkter Bordstein) sicher zu überwinden. Unter Berücksichtigung

der derzeit gültigen Normen zum Strassenbau wird es als relevant angesehen, dass solche (häufig vorkommenden) Hindernisse sicher überwunden werden können. Eine solche Vorgabe könnte – jeweils in Abhängigkeit vom Können der Nutzer – insbesondere für Geräte mit kleinen Rädern kritisch werden.

Maximale Breite: Unter Berücksichtigung der bestehenden Gesetze und Normen soll die maximale Breite aller eFÄG auf 1 m begrenzt werden. Dies entspricht der heutigen Regelung gemäss Art. 175 Abs. 2 VTS und es gewährleistet, dass Fahrzeuge die für den Fahrradverkehr bestimmte Infrastruktur benutzen können.

Wie den Empfehlungen zu entnehmen ist, wurde auf die Vorgabe verschiedener technischer Spezifikationen, die für andere Fahrzeuge geläufig sind, verzichtet. Vorgaben zur Anzahl von Achsen oder Rädern bzw. dem Raddurchmesser erscheinen bei der Vielfalt der eFÄG wenig zielführend. Es sind beispielsweise auch Fahrzeuge mit Raupen statt Rädern vorstellbar. Eine Vorgabe, dass ein eFÄG ein definiertes Hindernis wie einen abgesenkten Bordstein stabil überwinden können muss, schien hier zweckmässiger als die Definition von gewissen Gestaltungsmerkmalen am Gerät. Auch auf eine Vorgabe der elektrischen Leistung eines eFÄG wurde verzichtet, da die Angabe einer maximalen Leistung wenig sinnvoll scheint. Einerseits besitzt ein Elektromotor (im Unterschied zu einem Verbrennungsmotor) keine klare Leistungsobergrenze, andererseits wird je nach Typ ein grosser Teil der Leistung zur Selbstbalancierung des eFÄG und nicht zum Fahren benötigt, wie die Darstellungen in Abschnitt 2.2.3 zeigen. Indirekt wird die Leistung über die Masse (d.h. über die Grösse der Batterie) beeinflusst; die Definition einer maximalen Masse hat somit in der Praxis auch einen begrenzenden Einfluss auf die Leistung des eFÄG. Des Weiteren erscheint angesichts des dynamischen Umfelds eine Differenzierung aufgrund der heute bekannten Gestaltungsmerkmale (z.B. einer Lenk-/Haltestange) schwierig. Heutige Merkmale der Geräte könnten in Kürze bedeutungslos sein. Gut definiert ist hingegen die heute verfügbare Strasseninfrastruktur, die sich in einem ersten Schritt ohnehin kaum anpassen lässt. Daher wurden bei der Erarbeitung der Empfehlungen die bestehenden Normen berücksichtigt.

6.2 Zulassung von eFÄG

Die Erarbeitung der oben ausgeführten Systematik zur Einteilung von eFÄG stellt eine Grundlage dar, auf der nachfolgend die etwaige Zulassung einzelner Geräte diskutiert werden kann. eFÄG sind vielfältig, neuartig und ihre Entwicklung ist noch im Gange. Abschliessende Bewertungen sind daher kaum möglich. Diskutiert man eine mögliche Zulassung von solchen Geräten, wäre es aus Sicht der Forschung wünschenswert, wenn eine allfällige Zulassung durch ein entsprechendes Monitoring begleitet und nach einer gewissen Frist nochmals kritisch reflektiert würde. Es könnte ferner zweckmässig sein, eine sukzessive Zulassung von eFÄG anzustreben, d.h. man könnte schrittweise einzelne Kategorien zulassen und diesen Prozess begleitend analysieren ehe eine weitere Kategorie zugelassen wird.

Der Diskussion über die Zulassung von eFÄG sollte eine Gesamtschau der sicherheitsrelevanten Aspekte zugrunde liegen. Es ist die Verkehrssicherheit gesamthaft für alle Verkehrsteilnehmer zu betrachten. Natürlich lässt sich grundsätzlich einwenden, dass eine Zulassung von eFÄG zur Nutzung auf bestehender Infrastruktur zu Konflikten mit bereits zugelassenen Verkehrsteilnehmern führen und somit potentiell mit einem erhöhten Unfallrisiko einhergehen kann. Es liesse sich rein aus Sicht der Verkehrssicherheit somit für eine generelle Nicht-Zulassung von neuen Geräten argumentieren. Unter der oben beschriebenen Prämisse, dass man jedoch neue Formen der Mobilität zulassen möchte, ist zur Zulassung von eFÄG eine Interessensabwägung anzustellen. Im Rahmen dieses Projekts wurden Aspekte der Sicherheit – sowohl im Sinne Eigen- wie Fremdgefährdung – diskutiert. Auch der Verkehrsfluss dürfte sich durch die Zulassung weiterer Fahrzeuge verändern. Derzeit lässt sich jedoch nicht sinnvoll abschätzen, wie sich die Zusammensetzung der Verkehrsteilnehmer nach einer Zulassung von eFÄG verändern wird. Manche eFÄG könnten sich als praxistauglich erweisen und entsprechenden Anklang finden; unklar bleibt, ob sich dadurch die Anzahl der verkehrenden Fahrzeuge erhöht bzw. wie sich der Modal Split verändert. Vorstellbar ist auch, dass beispielsweise bisherige

Fussgänger, Velofahrer oder Autofahrer auf eFäG umsteigen. Die Auswirkung auf den Verkehrsfluss auf einzelnen Verkehrsflächen konnte im Rahmen dieses Projekts nicht beleuchtet werden.

Die in diesem Projekt hergeleitete Einteilung kann als Basis für die Erarbeitung von Zulassungskriterien für eFäG herangezogen werden. Kategorie K2 scheint in diesem Zusammenhang recht gut abgegrenzt zu sein; die entsprechenden eFäG sind gemäss der hier durchgeführten Befragung für Nutzer interessant. Favorisiert man eine schrittweise Zulassung von eFäG, könnte der Zulassung von Kategorie K2 die höchste Priorität zugeordnet werden.

Kategorie K3 tangiert die heute bekannten Probleme im Bereich schneller E-Bikes, die u.a. im Forschungsbericht Nr. 1603 (Projekt SVI 2014/003) [47] ausführlich beleuchtet wurden. Bevor eine Zulassung von eFäG der Kategorie K3 in Angriff genommen wird, ist es zweckmässig, die Diskussion über eine Überarbeitung der aktuellen Regelungen für Fahrzeuge der Kategorie Motorfahräder (zu der schnelle E-Bikes gehören) abzuwarten.

Eine Zulassung von eFäG als Verkehrsmittel der Kategorie K1 mit einer entsprechenden Nutzung auf Fussverkehrsflächen birgt die grösste Fremdgefährdung und wird mit dem grössten Konfliktpotential in Verbindung gebracht. Die Auswirkungen auf die Sicherheit aller auf diesen Flächen verkehrenden Personen wären sorgfältig abzuwägen. Auf einzelne Punkte der oben dargestellten Einteilung von eFäG wäre bei einer Zulassung als Verkehrsmittel zurückzukommen (z.B. die Definition eines Mindestalters). Betrachtet man eFäG der Kategorie K1 ausschliesslich als Spielgerät, so ist zu diskutieren inwiefern eine Zulassung für den Strassenverkehr überhaupt erforderlich ist.

Ferner wird empfohlen, bei einer Zulassung von eFäG entsprechende begleitende Massnahmen zu initiieren, um beispielsweise die Marktdurchdringung und Nutzung erfassen oder etwaige Unfälle analysieren zu können. Zudem sind flankierende Sicherheitsmassnahmen, wie sie auch in Abschnitt 2.2.3 beschrieben wurden, in Erwägung zu ziehen. Hierzu gehören Informationsangebote für Verkehrsteilnehmer (z.B. zu Sicherheitsaspekten und zu angepasstem Verhalten) wie auch Anpassungen der Infrastruktur.

6.3 Weiterer Forschungsbedarf

Wenngleich im Rahmen dieses Forschungsprojekts verschiedene Grundlagen zu eFäG erarbeitet werden konnten, besteht doch weiterhin Forschungsbedarf. Dies gilt insbesondere im Fall der Zulassung von eFäG, die idealerweise durch entsprechende Forschung begleitet würde.

Wie bereits in Kapitel 6.2 erwähnt, wird die Zulassung von eFäG Einfluss auf das Verkehrsgeschehen wie z.B. den Verkehrsfluss haben. Auch die Interaktion zwischen den verschiedenen Verkehrsmitteln und insbesondere der Mischverkehr eFäG/Velo sollte untersucht werden. Die Auswirkungen auf das Verhalten der anderen Verkehrsteilnehmer wurden bisher nicht untersucht, können aber relevant werden, z.B. die Wahrnehmung im Strassenraum, der Einfluss auf den Verkehrsfluss auf dem Radstreifen und auf der Strasse, eine etwaige Behinderung des Fussverkehrs oder eine Änderung des Modal Split. Auch muss die Entwicklung des Unfallgeschehens nach einer Zulassung weiterer eFäG verfolgt werden. Voraussetzung dafür ist, dass die verschiedenen eFäG im Unfallprotokoll eindeutig erfasst werden können.

Der Vollzug der aktuellen Regelungen zu den eFäG gestaltet sich schwierig. Eine Übersicht über die aktuellen Schwierigkeiten würde helfen, die neuen Regelungen nutzer- und vollzugsfreundlicher zu gestalten. Hilfreich für die Gestaltung neuer Regelungen wäre auch, vorgängig die anderen Verkehrsteilnehmer (z.B. Velofahrer, Fussgänger) zu ihren Erfahrungen mit eFäG und zu Befürchtungen vor einer Zulassung weiterer Geräte zu befragen.

Ferner ergeben sich Fragestellungen zu geeigneten Führungsarten (Netzelemente), wie auch zu praktischen Nutzungsaspekten (z.B. zu Abstellanlagen für eFäG im öffentlichen Raum).

In dieser Arbeit wurden Empfehlungen erarbeitet, wie eFäG kategorisiert und allenfalls zugelassen werden könnten. Die Auswirkungen einer entsprechenden Umsetzung sollten Gegenstand weiterer Forschung sein.

6.4 Zusammenfassung Empfehlungen

Es wurden Empfehlungen erarbeitet, wie eFäG kategorisiert werden könnten, wenn man sie zur Nutzung im öffentlichen Raum in Betracht zieht. Die in diesem Projekt durchgeführten Umfragen und Versuche haben gezeigt, dass viele heutige eFäG am ehesten als «velo-ähnlich» betrachtet werden können. Folglich orientieren sich die erarbeiteten Empfehlungen in vielen Teilen an den heute bestehenden Regelungen zu Velos. Zusammengefasst wird vorgeschlagen, eFäG in drei Kategorien zu unterteilen:

- K1: analog FäG / als Spielgeräte genutzt
- K2: analog Velo bzw. langsames E-Bike (Leicht-Motorfahrräder)
- K3: analog schnelles E-Bike (Motorfahrräder)

Ergänzend wurden allgemeine, mehrheitlich technische Vorgaben für alle eFäG formuliert, die insbesondere die sichere Benutzung der Geräte im Strassenverkehr gewährleisten sollen. Eine Typengenehmigung und Zulassungsprüfung wird für eFäG der Kategorie K3 vorgeschlagen, während bei Geräten der Kategorien K1 und K2 eine Selbstdeklaration des Herstellers als ausreichend betrachtet wird.

Hinsichtlich der Zulassung von eFäG wird ein schrittweises Vorgehen empfohlen, wobei die Zulassung von eFäG der Kategorie K2 in einem ersten Schritt geprüft werden sollte.

Es sei abschliessend nochmals darauf hingewiesen, dass im Rahmen dieses Projektes auf wissenschaftlicher Basis Empfehlungen für eine Einteilung von eFäG und deren Zulassung erarbeitet wurden. Eine etwaige Umsetzung der Empfehlungen bzw. einzelner Teile daraus erfolgt in einem nachfolgenden politischen Verfahren. Dabei sind natürlich auch Sicherheitsüberlegungen (wie Selbst- und Fremdgefährdungspotenzial) zu berücksichtigen. Unter Abwägung bzw. Gewichtung verschiedener Interessen (z.B. neue Mobilitätsformen und Verkehrssicherheit) ist vorstellbar, dass manche Teile dieser Empfehlungen einfacher umsetzbar sind, während zu anderen weiterer Diskussionsbedarf besteht.

Anhänge

I	Konsumentenbefragung.....	66
I.1	Einleitung.....	66
I.2	Nutzungsverhalten	66
I.3	Selbstunfälle/Kollisionen/Stürze.....	69
I.4	Persönliche Infos/Kommentare	70

I Konsumentenbefragung

Neben der hier abgebildeten deutschen Version wurde die Umfrage auch auf Französisch und Englisch angeboten.

I.1 Einleitung

Im Rahmen eines Forschungsprojekts untersuchen wir verschiedene Aspekte zu Trendfahrzeugen mit Elektromotor. Damit sind die in der Abbildung gezeigten Geräte gemeint.

Nutzen Sie ein solches Gerät? Dann würden wir uns freuen, wenn Sie sich an unserer ANONYMEN UMFRAGE beteiligten. Zum Ausfüllen benötigen Sie ca. 5 Min. Besten Dank!

Kontakt: trendfahrzeuge@agu.ch

I.2 Nutzungsverhalten

Elektrisches Skateboard	Elektrisches Einrad	Selbstbalancierender Elektroroller («Hoverboard»)	Selbstbalancierender Elektroroller mit Steuergriff («Segway»)	Elektrischer Tretroller
				

1. Welches der folgenden Trendfahrzeuge benutzen Sie?
(Nur eine Antwort möglich! Falls Sie mehrere dieser Fahrzeuge benutzen, beziehen Sie sich bitte auf das, welches Sie am häufigsten verwenden, oder füllen Sie für ein anderes Fahrzeug einen separaten Fragebogen aus.)

- Elektrisches Skateboard
- Elektrisches Einrad
- Selbstbalancierender Elektroroller ("Hoverboard")
- Selbstbalancierender Elektroroller mit Steuergriff ("Segway")
- Elektrischer Tretroller
- Anderes Fahrzeug, bitte spezifizieren

2. In welchem Land benutzen Sie Ihr Fahrzeug mehrheitlich?

- Schweiz
- Andere Länder:

3. Wie häufig benutzen Sie dieses Fahrzeug in der Regel?

- (Fast) täglich
- Mehrmals pro Monat
- Mehrmals pro Jahr
- Seltener
- Keine Angabe

4. Benutzen Sie Ihr Fahrzeug auch bei schlechter Witterung (Schnee, Eis, Regen, Nebel ...)?

- Ja, immer (das Wetter spielt für mich keine Rolle)
- Nein, nie
- Nur wenn der Boden trocken ist
- Kommt drauf an:

5. Wie sind Sie zu Ihrem Fahrzeug gekommen?

- Jemand anderes hat es gekauft, ich darf es mitbenutzen (Sharing)
- Ich habe es selbst gekauft
- Es war ein Geschenk, das ich mir gewünscht habe
- Es war ein Geschenk, das ich mir nicht gewünscht habe
- Auf andere Weise, bitte spezifizieren

6. Benutzen Sie Ihr Fahrzeug im Originalzustand?

- Ja
- Keine Antwort
- Nein, folgende Modifikationen/Anbauten/Umbauten wurden vorgenommen:

7. Wenn Sie Ihr Fahrzeug benutzen, wie häufig tragen Sie folgende Schutzausrüstung:

	Immer	Meistens	Selten	Nie
Helm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Handgelenkschoner	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Knieschoner	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ellenbogenschoner	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rückenpanzer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hüftprotector	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Andere Schutzausrüstung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Welche Distanz legen Sie typischerweise pro Nutzungstag mit Ihrem Fahrzeug zurück?

- 0-1 km
- 2-3 km
- 3-5 km
- 5-10 km
- 10-15 km
- 15+ km
- Weiss nicht / keine Angabe

Bemerkungen:

9. Warum bzw. zu welchem Zweck benutzen Sie Ihr Fahrzeug?
(Mehrere Antworten möglich)

- Ich fahre damit während der Arbeit bzw. im Betrieb
- Es erleichtert meinen Alltag, da ich nicht gut zu Fuss bin
- Ich benutze es als Sportgerät
- Ich fahre damit zur Arbeit/Schule.
- Ich benutze es zum Spass in der Freizeit
- Ich fahre damit zum Einkaufen
- Andere Anwendungen:

10. Wo fahren Sie heute mit Ihrem Fahrzeug?

	Häufig	Gelegentlich	Selten	Nie	Weiss nicht / keine Angabe
Auf dem Velostreifen/Radweg	<input type="radio"/>				
Auf Strassen mit wenig Verkehr	<input type="radio"/>				
Auf Strassen mit viel Verkehr	<input type="radio"/>				
Auf dem Trottoir	<input type="radio"/>				
In Fussgängerzonen	<input type="radio"/>				
In Shoppingzentren	<input type="radio"/>				
In Skate Parks o. ä.	<input type="radio"/>				
Auf privatem Grundstück (zu Hause / in der Firma / ...)	<input type="radio"/>				

11. Wo darf man in Ihrem Land mit Ihrem Fahrzeug grundsätzlich fahren?
(Mehrere Antworten möglich)

- Auf dem Velostreifen/Radweg
- Auf Strassen mit wenig Verkehr
- Auf Strassen mit viel Verkehr
- Auf dem Trottoir
- In Fussgängerzonen
- In Shoppingzentren
- In Skate Parks o. ä.
- Auf privatem Grundstück (zu Hause / in der Firma / ...)
- Weiss nicht / keine Angabe

12. Welche Verkehrsfläche(n) wären für Ihr Fahrzeug am besten geeignet? Wo würden Sie gerne fahren?
(Mehrere Antworten möglich)

- Auf dem Velostreifen/Radweg
- Auf Strassen mit wenig Verkehr
- Auf Strassen mit viel Verkehr
- Auf dem Trottoir
- In Fussgängerzonen
- In Shoppingzentren
- In Skate Parks o. ä.
- Auf privatem Grundstück (zu Hause / in der Firma / ...)
- Weiss nicht / keine Angabe

I.3 Selbstunfälle/Kollisionen/Stürze

13. Wie oft haben Sie mit Ihrem Fahrzeug im letzten Jahr folgende Situationen erlebt?

	Keine Angabe	Noch nie	Einmal	Zweimal	Mehr als zweimal
Kollision mit einem Fussgänger	<input type="radio"/>				
Kollision mit einem Auto	<input type="radio"/>				
Kollision mit einem Fahrrad	<input type="radio"/>				
Kollision mit einem sonstigen Verkehrsteilnehmer	<input type="radio"/>				
Selbstunfall/Sturz	<input type="radio"/>				

14. Falls es bereits eine Kollision, einen Sturz oder einen Selbstunfall gegeben hat: Ist jemand bei einer dieser Situationen verletzt worden?

- Nein
- Ja, ich selbst, aber nicht schlimm
- Ja, ich selbst, medizinische Hilfe war notwendig (Arzt, Spital)
- Ja, jemand anderes, aber nicht schlimm
- Ja, jemand anderes, medizinische Hilfe war notwendig (Arzt, Spital)
- Weiss nicht / keine Angabe

Bemerkungen:

15. Falls es bereits eine Kollision, einen Sturz oder einen Selbstunfall gegeben hat: Ist dabei ein Schaden entstanden?

- Nein
- Ja, Sachschaden am eigenen Fahrzeug
- Ja, Sachschaden an einem anderen Fahrzeug/Objekt
- Weiss nicht / keine Angabe

Bemerkungen:

16. Falls es bereits eine Kollision, einen Sturz oder einen Selbstunfall gegeben hat: Was waren die Gründe dafür?

- Ich habe das Gleichgewicht verloren
- Ich musste einer Person / einem Fahrzeug/Schlagloch/Gegenstand ausweichen
- Ich bin aus einem anderen/unbekannten Grund von meiner Fahrspur abgekommen
- Ich bin in eine Person / einen Gegenstand / ein Schlagloch gefahren
- Ich bin auf etwas ausgerutscht (z. B. nasses Laub, Eis, Kies)
- Ich bin beim Überqueren einer Schwelle (z. B. Trottoir, Randstein, Bodenwelle, Belagswechsel) gestürzt
- Ich bin ohne bewussten Grund gestürzt
- Ich weiss es nicht mehr / keine Angabe

Andere Gründe:

17. Haben Sie andere kritische Situationen oder Konfliktsituationen mit anderen Verkehrsteilnehmern erlebt?

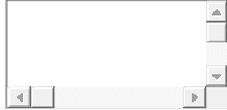
I.4 Persönliche Infos/Kommentare

18. Ihr Geschlecht?

- weiblich
- männlich
- keine Angabe

19. Wie alt sind Sie (... Jahre)?

20. Sonstige Kommentare zu elektrisch betriebenen Trendfahrzeugen



Um mehr zum Fahrverhalten der Trendfahrzeuge herauszufinden, führen wir Fahrversuche durch. Hätten Sie Interesse, an einem Fahrversuch teilzunehmen? Schicken Sie uns bitte eine kurze E-Mail (trendfahrzeuge@agu.ch); gerne senden wir Ihnen dann nähere Informationen dazu.

Herzlichen Dank für die Teilnahme an dieser Umfrage!

>> Klicken Sie auf «Done», um die Umfrage zu beenden.

Falls Sie weitere Fragen haben, erreichen Sie uns auf: trendfahrzeuge@agu.ch

Glossar

Begriff	Bedeutung
ASTRA	Bundesamt für Strassen des UVEK
BMVI	(Deutsches) Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
FäG	Fahrzeugähnliches Gerät
eFäG	Elektrisch angetriebenes, fahrzeugähnliches Gerät
SN	Schweizer Norm (SN)
SVG	Schweizerisches Strassenverkehrsgesetz
SVI	Schweizerischer Verband der Verkehrsingenieure
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VRS	Verkehrsregelverordnung
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute
VTS	Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge

Literaturverzeichnis

Bundesgesetze

-
- [1] Schweizerische Eidgenossenschaft (1958), „Strassenverkehrsgesetz vom 19. Dezember 1958 (SVG)“, SR 741.01, www.admin.ch.
-
- [2] Schweizerische Eidgenossenschaft (1986), „Bundesgesetz über Fuss- und Wanderwege vom 4. Oktober 1986 (FWG)“, SR 704, www.admin.ch.
-

Verordnungen

-
- [3] Schweizerische Eidgenossenschaft (1962), „Verkehrsregelnverordnung vom 13. November 1962 (VRV)“, SR 741.11, www.admin.ch.
-
- [4] Schweizerische Eidgenossenschaft (1986), „Verordnung über Fuss- und Wanderwege vom 26. November 1986 (FWV)“, SR 704.1, www.admin.ch.
-
- [5] Schweizerische Eidgenossenschaft (1979), „Signalisationsverordnung vom 5. September 1979 (SSV)“, SR 741.21, www.admin.ch.
-
- [6] Schweizerische Eidgenossenschaft (1995), „Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge vom 19. Juni 1995 (VTS)“, SR 741.41, www.admin.ch.
-
- [7] Schweizerische Eidgenossenschaft (1976), „Verordnung über die Zulassung von Personen und Fahrzeugen zum Strassenverkehr vom 27. Oktober 1976 (VZV)“, SR 741.51, www.admin.ch.
-
- [8] Schweizerische Eidgenossenschaft (1995), „Verordnung über die Typengenehmigung von Strassenfahrzeugen vom 19. Juni 1995 (TGV)“, SR 741.511, www.admin.ch.
-

Normen

-
- [9] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1995), „Leichter Zweiradverkehr“, SN 640060.
-
- [10] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2001), „Führung des leichten Zweiradverkehrs auf Strassen mit öffentlichem Verkehr“, SN 640064.
-
- [11] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2009), „Fussgängerverkehr, Grundnorm“, SN 640070.
-
- [12] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2014), „Fussgängerverkehr – Hindernisfreier Verkehrsraum“, SN 640075.
-
- [13] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2003), „Geometrisches Normalprofil – Elemente“, SN 640200a.
-
- [14] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1992) „Geometrisches Normalprofil – Grundabmessungen und Lichtraumprofil“, SN 640201.
-
- [15] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1992) „Geometrisches Normalprofil – Erarbeitung“, SN 640202
-
- [16] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2000) „Geometrisches Normalprofil – Erarbeitung“, SN 640213
-
- [17] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2008) „Fussgänger- und leichter Zweiradverkehr – Rampen, Treppen und Treppenwege“, SN 640238
-
- [18] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2003) „Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr“, SN 640240
-
- [19] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2016) „Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr – Fussgängerstreifen“, SN 640241
-
- [20] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2010) „Knoten – Sichtverhältnisse in Knoten in einer Ebene“, SN 640273a
-
- [21] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2013) „Passive Sicherheit im Strassenraum – Geländer“, SN 640568
-

Merkblätter

-
- [22] Merkblatt des Bundesamts für Strassen ASTRA: Zusammenstellung der wichtigsten Vorschriften über Zulassung und Betrieb von Elektro-Motorfahrrädern (Stand 15. Januar 2017)
-
- [23] Merkblatt des Bundesamts für Strassen ASTRA: Zusammenstellung der wichtigsten Vorschriften für gewisse Elektro-Fahrzeuge (Stand 15. Januar 2017)
-

- [24] Stadtpolizei Zürich (2016): „Merkblatt Strassenverkehr – Trendfahrzeuge“, in Zusammenarbeit mit der Kantonspolizei Zürich und der Stadtpolizei Winterthur

Wissenschaftliche Publikationen

- [25] Lieswyn J, Fowler M, Koorey G, Wilke A, Crimp S. Regulations and safety for electric bicycles and other low-powered vehicles. Wellington; 2017. NZ Transport Agency research report; 621.
- [26] Pratt K, Makwasha T, Cairney P. Assessment of new recreational transport devices. Noble Park North, Victoria; 2016. RACV research report.
- [27] Dugernier G. New Urban Mobility. Risques et perception des risques liés aux nouveaux engins de déplacement électriques. Institut Belge pour la Sécurité Routière 2017.
- [28] Siracuse BL, Ippolito JA, Gibson PD, Beebe KS. Hoverboards: A new cause of pediatric morbidity. *Injury*. 2017;48(6):1110-1114. doi:10.1016/j.injury.2017.03.028.
- [29] Marcy N, Rutherford G. Powered Scooter Special Study. U.S. Consumer Product Safety Commission, 2005.
- [30] Griffin R, Parks CT, Rue LW, McGwin G. Comparison of severe injuries between powered and nonpowered scooters among children aged 2 to 12 in the United States. *Ambul Pediatr*. 2008;8(6):379-382. doi:10.1016/j.ambp.2008.08.002.
- [31] Do MT, McFaul S, Cheesman J, et al. Emergency department presentations for hoverboard-related injuries: the electronic Canadian Hospitals Injury Reporting and Prevention Program, 2015 to 2016. *Health Promotion and Chronic Disease Prevention in Canada*. 2016;36(12):316-317.
- [32] Kattan AE, AlShomer F, Alhujayri AK, Alfowzan M, Murrad KA, Alsajjan H. A case series of pediatric seymour fractures related to hoverboards: Increasing trend with changing lifestyle. *Int J Surg Case Rep*. 2017;38:57-60. doi:10.1016/j.ijscr.2017.06.058.
- [33] Schapiro AH, Lall NU, Anton CG, Trout AT. Hoverboards: Spectrum of injury and association with an uncommon fracture. *Pediatr Radiol*. 2017;47(4):437-441. doi:10.1007/s00247-016-3766-9.
- [34] Donnally CJ, Lawrie CM, Rush AJ, Baitner AC. The season of hoverboards: A case series of fractures. *Pediatric Emergency Care*. 2017;33(5):325-328.
- [35] Monteilh C, Patel P, Gaffney J. Musculoskeletal injuries associated with hoverboard use in children. *Clin Pediatr (Phila)*. 2017;56(10):909-911. doi:10.1177/0009922817706143.
- [36] Jones S, Khandekar S, Siraj F, Talaseela B, Mohammed SA, Kanhawya A. Hoverboards and upper limb fractures in children. *Acta Orthop Belg*. 2016;82(4):896-900.
- [37] Ho M, Horn BD, Lin IC, Chang B, Carrigan RB, Shah A. Musculoskeletal injuries resulting from use of hoverboards: Safety concerns with an unregulated consumer product. *Clin Pediatr (Phila)*. 2018;57(1):31-35. doi:10.1177/0009922816687327.
- [38] Roeder D, Busch C, Spitaler R, Hertz H. Segway® related injuries in Vienna: Report from the Lorenz Böhler Trauma Centre. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2016;42(2):203-205. doi:10.1007/s00068-015-0532-x.
- [39] Boniface K, McKay MP, Lucas R, Shaffer A, Sikka N. Serious injuries related to the Segway® personal transporter: a case series. *Ann Emerg Med*. 2011; 57(4):370-374. doi:10.1016/j.annemergmed.2010.06.551.
- [40] Barnes J, Webb M, Holland J. The quickest way to A&E may be via the Segway. *BMJ Case Rep*. 2013; doi:10.1136/bcr-2013-009671.
- [41] Heiselberg SE, Brink O. [Severe fractures while driving a Segway personal transporter]. *Ugeskrift for Laeger*. 2014;176(30):1408-1409.
- [42] Ashurst J, Wagner B. Injuries Following Segway Personal Transporter Accidents: Case Report and Review of the Literature. *West J Emerg Med*. 2015;16(5):693-695. doi:10.5811/westjem.2015.7.26549.
- [43] Pourmand A, Liao J, Pines JM, Mazer-Amirshahi M. Segway® Personal Transporter-Related Injuries: A Systematic Literature Review and Implications for Acute and Emergency Care. *The Journal of Emergency Medicine*. 2018. doi:10.1016/j.jemermed.2017.12.019.
- [44] Xu J, Shang S, Yu G, Qi H, Wang Y, Xu S. Are electric self-balancing scooters safe in vehicle crash accidents? *Accid Anal Prev*. 2016;87:102-116. doi:10.1016/j.aap.2015.10.022.
- [45] Xu J, Shang S, Qi H, Yu G, Wang Y, Chen P. Simulative investigation on head injuries of electric self-balancing scooter riders subject to ground impact. *Accid Anal Prev*. 2016;89:128-141. doi:10.1016/j.aap.2016.01.013.
- [46] Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. GDV. Bewertung der Sicherheitseigenschaften des Segway: Unfallforschung kompakt. Berlin; 2008.
- [47] Renard A, Fleury J, Junod L. Vélos électriques – effets sur le système de transports. Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Strassen, 2017.

[48] Lutzenberger M, Trinkner U, Federspiel E, Frölicher J, Georgi D, Ulrich S, Wozniak T. Shared Economy und der Verkehr in der Schweiz, Bundesamt für Strassen, 2018

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: 08.11.2018

Grunddaten

Projekt-Nr.: SVI 2016/004

Projekttitel: Neue Fortbewegungsmittel im Langsamverkehr: Potenziale, Sicherheit und rechtliche Aspekte

Enddatum: 31.07.2018

Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Elektrisch betriebene fahrzeugähnliche Geräte (sogenannte eFÄG) sind derzeit im Trend. Im Rahmen dieses Projekts wurden verschiedene Aspekte zu E-Solowheels, E-Trottinets, E-Stehrollern, E-Skateboards und E-Boards untersucht. Ziel war es, das Potential dieser Geräte im Sinne eines Verkehrsmittels (z.B. zur Überwindung der sogenannten „letzten Meile“) zu analysieren und Empfehlungen zur Einteilung und Zulassung dieser Geräte zu erarbeiten.

Neben der Durchführung einer Literaturrecherche wurden bestehende Normen und Regelungen auf ihre Relevanz in Bezug auf diese neuen Geräte untersucht. Des Weiteren wurden eine Experten- und eine (Online-) Konsumentenbefragung durchgeführt. Es zeigte sich, dass kaum fundierte Studien zum Einsatz dieser Geräte vorhanden sind. Die wenigen vorhandenen Untersuchungen beschäftigen sich vornehmlich mit Zulassungsaspekten und weniger mit verkehrsplanerischen Aspekten. Aussagen zu Unfällen sind nur sehr eingeschränkt verfügbar, da diese Geräte in Unfallstatistiken bisher kaum gesondert erfasst werden.

Aktuell gelten diese Geräte in der schweizerischen Gesetzgebung als Motorfahräder und werden in unterschiedliche Arten eingeteilt, was zur Folge hat, dass auch unterschiedliche Anforderungen (nutzbare Verkehrsflächen, Leistung, technische Anforderungen usw.) gelten. Während beispielsweise regelkonforme E-Stehroller und E-Trottinette auf Radwegen und –streifen verkehren müssen (sofern vorhanden), dürfen E-Solowheel, E-Board und E-Skateboard aufgrund fehlender Typengenehmigung und der Nichteinhaltung der technischen Anforderungen nicht auf öffentlichen Verkehrsflächen benutzt werden.

Die durchgeführte, internationale Online-Umfrage richtete sich an heutige Nutzer solcher Geräte. Das Sample ist in seiner Zusammensetzung mit demjenigen anderer Umfragen vergleichbar, aber deutlich grösser. E-Solowheels waren in der Umfrage am häufigsten vertreten, gefolgt von E-Trottinets. Gemäss Umfrage kauft sich der Nutzer das Gerät selbst und nutzt dieses sowohl als Verkehrsmittel sowie als Freizeitbeschäftigung. Die zurückgelegten Distanzen weisen darauf hin, dass die Geräte auch für das Zurücklegen alltäglicher Strecken, z.B. auf dem Weg zum Arbeitsplatz, eingesetzt werden. Insgesamt wurden wenige Unfälle berichtet; Selbstunfälle und Stürze wurden am häufigsten beschrieben. Die erlittenen Verletzungen waren von geringer Verletzungsschwere, wobei sich die Nutzer in der Regel durch einen Helm und allenfalls durch Handgelenkschützer schützen. Für Fahrräder bestimmte Verkehrsflächen sind die bevorzugte Verkehrsfläche; Fussverkehrsflächen haben für Nutzer eine geringere Priorität.

Um das Fahrverhalten der Geräte besser beurteilen zu können, wurden ergänzende Fahrversuche durchgeführt. Die teilnehmenden Nutzer solcher Geräte haben dabei einen Parcours mit verschiedenen Fahraufgaben absolviert. Als typisch kann eine Fahrgeschwindigkeit zwischen 4 und 5 m/s (rund 14 bis 18 km/h) angenommen werden; dies gilt für alle Geräte. Die Nutzung der Geräte auf heutiger Verkehrsinfrastruktur scheint aus technischer Sicht grundsätzlich vorstellbar; für die meisten Teilnehmenden waren Kurvenfahrten, Abbiegen oder das Überwinden diverser Hindernisse problemlos möglich. Die Fahreigenschaften werden stark durch das Können der Nutzer beeinflusst.

Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen wurden Empfehlungen erarbeitet, wie solche Geräte eingeteilt werden könnten, wenn man sie zur Nutzung im öffentlichen Raum in Betracht zieht. Die in diesem Projekt durchgeführten Umfragen und Versuche haben gezeigt, dass viele der heute bekannten Geräte am ehesten als «velo-ähnlich» betrachtet werden können.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Zielerreichung:

Die gemäss Auftrag gesetzten Projektziele wurden erreicht; es wurden entsprechende Empfehlungen für eine Einteilung und Zulassung von elektrisch betriebenen fahrzeugähnlichen Geräten (eFäG). Nach Rücksprache mit der Begleitkommission wurden Exoskelette wegen fehlender Relevanz im Zusammenhang mit einer Nutzung als Verkehrsmittel nur am Rande behandelt; der Fokus wurde klar auf eFäG gelegt.

Folgerungen und Empfehlungen:

Es wird vorgeschlagen, die elektrisch betriebene fahrzeugähnliche Geräte in drei Kategorien zu unterteilen:

- K1: analog FäG bzw. Spielgerät
- K2: analog Velo bzw. Leicht-Motorfahrrad wie langsames E-Bike
- K3: analog schnelles E-Bike (Motorfahrrad)

Ergänzend wurden allgemeine, mehrheitlich technische Vorgaben formuliert, die insbesondere die sichere Benutzung der Geräte im Strassenverkehr gewährleisten sollen. Eine Typengenehmigung und Zulassungsprüfung wird für Geräte der Kategorie K3 vorgeschlagen, während bei Geräten der Kategorien K1 und K2 eine Selbstdeklaration des Herstellers als ausreichend betrachtet wird. Wenn solche Geräte zugelassen werden sollen, wird ein schrittweises Vorgehen empfohlen. Dabei erscheint die Zulassung von Geräten der Kategorie K2 in einem ersten Schritt als sinnvoll.

Publikationen:

- Schlussbericht
- Vortrag anlässlich des SVI-Forschungstages, 20.09.2018
- Publikation in einer wissenschaftlichen Zeitschrift in Planung

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Schmitt

Vorname: Kai-Uwe

Amt, Firma, Institut: AGU Zürich

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:



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:

Die Forschungsstelle hat die Fragen sehr systematisch und übersichtlich behandelt. Auf die Schwierigkeit der relativ kleinen Stichproben bzw. Anzahl Versuchsteilnehmer wird im Bericht deutlich hingewiesen. Der Forschungsbericht ist übersichtlich und gut nachvollziehbar.

Umsetzung:

Der Forschungsbericht macht einen Vorschlag für eine Kategorisierung und eine schrittweise Zulassung der Geräte.

In der Begleitkommission war man sich nicht einig, ob Geräte der Kategorie K1 mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit mit Tretunterstützung von 10 km/h für Trottoirs und Fusswege zulässig sein sollen oder zu schnell sind.

weitergehender Forschungsbedarf:

Die Untersuchungen beschränkten sich (auftragsgemäss) auf die neuen Fortbewegungsmittel. Auswirkungen auf das Verhalten der anderen Verkehrsteilnehmer wurden nicht untersucht, können aber relevant werden, z.B. Wahrnehmung im Strassenraum, Einfluss auf den Verkehrsfluss auf dem Radstreifen und auf der Strasse,

Einfluss auf Normenwerk:

Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Gloor

Vorname: Urs

Amt, Firma, Institut: Transitec Beratende Ingenieure, Bern/Lausanne

Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:

Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Das Verzeichnis der in der letzten Zeit publizierten Schlussberichte kann unter www.astra.admin.ch (*Forschung im Strassenwesen --> Downloads --> Formulare*) heruntergeladen werden.

SVI Publikationsverzeichnis

Das Publikationsverzeichnis der SVI-Forschungsarbeiten kann unter www.svi.ch (Forschung --> *Forschungsprogramm, Stand der Forschung und Berichte*) heruntergeladen werden.