



Forschungsprojekt „E-Scooter“

IKAÖ Interfakultäre Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie
Universität Bern, Schanzeneckstrasse 1, Postfach 8573, 3001 Bern

E-Scooter – Sozial- und naturwissen- schaftliche Beiträge zur Förderung leichter Elektrofahrzeuge in der Schweiz

Schlussbericht 2013



INTERFACE
Institut für Politikstudien

URS SCHWEGLER
Verkehrsplanung



u^b

**UNIVERSITÄT
BERN**



Zusammenfassung

Ausgangslage und Zielsetzung

Seit zwei bis drei Jahren ist in Politik und Öffentlichkeit ein verstärktes Interesse zum einen an Energiefragen allgemein und zum andern an Elektromobilität als Hoffnungsträger für eine weniger umweltbelastende Mobilität feststellbar. Scooters mit elektrischem Antrieb (E-Scooters)¹ weisen ein erhebliches Potential zur Verringerung der Energienachfrage, der Treibhausgasemissionen, der Luftverschmutzung und des Strassenlärms auf (Buwal 2004). Obwohl E-Scooters in der Schweiz seit den 1990er-Jahren auf dem Markt sind und im Rahmen des Grossversuchs mit Leicht-Elektromobilen in Mendrisio und Partnergemeinden (1995-2001) gefördert worden sind, ist ein Durchbruch bisher ausgeblieben. Das Ziel der vorliegenden interdisziplinären Forschungsarbeit ist, einen Beitrag zur technischen Weiterentwicklung von E-Scooters zu leisten, die Markteinführung dieser neuen Fahrzeuge wissenschaftsseitig zu unterstützen und ihre Auswirkungen auf Energie, Umwelt und Mobilitätsverhalten zu analysieren. Für die Bearbeitung der verschiedenen Fragestellungen wurden sechs Arbeitspakete (AP) formuliert:

- Im AP ‚Akteure und Marktentwicklung‘ wurden die globalen Marktentwicklungen sowie die Bedürfnisse und Möglichkeiten der einzelnen Marktakteure (Händler, Hersteller, Importeure) untersucht.
- Im AP ‚Technologie‘ wurden Untersuchungen zu geeigneten E-Scooter-Batterietypen, Ladeinfrastrukturen und Verkehrssicherheit durchgeführt.
- Das AP ‚Fördermassnahmen‘ evaluierte bereits umgesetzte sowie weitere denkbare Massnahmen.
- Im AP ‚Energie und Umwelt‘ wurden fehlende Grundlagen im Bereich der E-Scooter-Lebenszyklusinventare (LCI) und der Lebenszyklusanalysen (LCA) aufgearbeitet. Dabei standen die Herstellung, der Betrieb sowie Entsorgung/Recycling von E-Scooters im Fokus der Untersuchungen.
- Das AP ‚Nutzungsverhalten‘ untersuchte den Energieverbrauch, die Fahrleistungen, die Ladegewohnheiten sowie das Mobilitätsverhalten der E-Scooter-Fahrenden.
- Das AP ‚Projektleitung und Kommunikation‘ schliesslich umfasste die inhaltliche und administrative Leitung des Gesamtprojektes, die Koordination aller APs sowie den gemeinsamen Auftritt gegenüber Dritten.

¹ Unter dem Begriff ‚E-Scooter‘ verstehen wir in dieser Forschungsarbeit alle Fahrzeugkonzepte mit elektrischem Antrieb, die sich – im Gegensatz zu E-Bikes – nicht oder nur im Notfall mit Muskelkraft antreiben lassen, die aber nicht zu den Leichten Motorwagen (Personen- und Lieferwagen) zählen. Ein E-Scooter kann vom langsamen Mofa ohne Zulassungsbeschränkung bis zum leichten 4-Rad-Fahrzeug vieles umfassen. Gemeinsam ist allen E-Scooters, dass sie ausschliesslich elektrisch angetrieben werden, relativ leicht sind und die Energie deshalb effizient nutzen. Die Fahrzeugkonzepte, die von dieser Definition erfasst werden, sind vielfältig – und die künftige Entwicklung ist offen.



Vorgehen und Methodik

Die eingesetzten Methoden werden entlang den verschiedenen Arbeitspaketen beschrieben.

Arbeitspaket ‚Akteure und Marktentwicklung‘

Die globale und nationale Marktentwicklung von E-Scootern wurde mit verschiedenen aufeinander abgestimmten Ansätzen (z.B. Messeteilnahmen, Besuch nationaler/internationaler Kongresse, diverse Newsletters sowie persönliche Kontakte) verfolgt und dokumentiert. Für die Analyse des bisherigen Verbreitungsprozesses in der Schweiz wurde eine vergleichende Nischen-Analyse basierend auf dem Technologischen Innovationssystem Ansatz (TIS, vgl. Walter 2012) durchgeführt sowie diffusionstheoretische Grundlagen von Rogers (2003) beigezogen. Weiter wurden Interviews mit E-Scooter- und Motorrad-Händlern durchgeführt, um ihre Einschätzung zu E-Scootern kennen zu lernen.

Arbeitspaket ‚Technologie‘

Hier standen die Aspekte Zuverlässigkeit, Ladeinfrastruktur und Verkehrssicherheit im Fokus. Die Zuverlässigkeit der E-Scooter wurde anhand der E-Scooter-Nutzerbefragung (siehe unten) erfasst und ausgewertet. Ein Leitfaden für Regionen, die den Einsatz von E-Scootern unterstützen, wurde erstellt, um die Erarbeitung eines Ladestationen-Konzeptes zu erleichtern. Für die Verkehrssicherheit wurden einerseits elektrotechnische Untersuchungen der E-Scooter in Zusammenarbeit mit Electrosuisse² durchgeführt und andererseits E-Scooter-spezifische Aspekte – niedriger Geräuschpegel, ungeübte ältere Neulerner – in Zusammenarbeit mit der Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu analysiert.

Arbeitspaket ‚Fördermassnahmen‘

In diesem Arbeitspaket galt es, die verschiedenen Fördermassnahmen, die die Entwicklung, Markteinführung und Marktdurchdringung von E-Scootern gezielt unterstützen, zu analysieren. Bereits umgesetzte Fördermassnahmen (z.B. im Rahmen des Programms NewRide) sowie geplante Massnahmen wurden mittels Desk Research gesammelt, evaluiert, bewertet und in verschiedenen Berichten festgehalten.

Arbeitspaket ‚Energie und Umwelt‘

Hier wurden einerseits bisher fehlende Grundlagen für die Messung des Energiebedarfs von E-Scootern und andererseits Lebenszyklusinventare (LCI) und Lebenszyklusanalysen (LCA) der E-Scooter geschaffen. Die meisten Inventardaten wurden in die weltweit grösste Ökoinventar-Datenbank ecoinvent v2.2 integriert.

² Electrosuisse ist der Schweizerische Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik.



Arbeitspaket ‚Nutzungsverhalten‘

Um das Nutzungsverhalten, d.h. die Beeinflussung des Mobilitätsverhaltens durch den E-Scooter-Kauf und die Untersuchung des spezifischen Energieverbrauchs der E-Scooters im Praxiseinsatz analysieren zu können, wurde eine schriftliche Befragung bei 55 E-Scooter-Fahrern in der Deutsch- und Westschweiz durchgeführt.

Resultate

1) Arbeitspaket ‚Akteure und Marktentwicklung‘

Globale und nationale Marktentwicklung

Unsere Analysen zeigen, dass erste globale Rollerhersteller (wie Peugeot, Yamaha, PGO, Piaggio) E-Roller auf den Markt gebracht haben und andere solche ankündigen (z.B. BMW). Daneben sind diverse spezialisierte Hersteller von E-Scooters seit Jahren auf dem Markt präsent, allerdings bislang mit wenig Erfolg, abgesehen von der Schweizer Firma Kyburz mit ihrem DXP. Die in China und anderen asiatischen Ländern in grossen Stückzahlen produzierten E-Scooters genügen den qualitativen Anforderungen des europäischen Marktes noch nicht. An internationalen Ausstellungen präsentieren jedoch die asiatischen Hersteller immer mehr Produkte, welche spezifisch für den europäischen Markt entwickelt werden. So ist es eine Frage der Zeit, bis auch in Europa qualitativ hochstehende E-Scooters aus Asien angeboten werden.

Die Schweizer Post ist seit 2008 daran, ihre gesamte Flotte an Benzin-Rollern auf E-Scooters umzustellen, dies mit einer jährlichen Bestellung von ca. 1'600 Einheiten. Diese Fahrzeuge bestätigen die Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit dieser Fahrzeuge und der Technologie.

Analyse des bisherigen Verbreitungsprozesses von E-Scooters in der Schweiz

Die Diffusion von E-Bikes in der Schweiz ist wesentlich weiter vorangeschritten als die der E-Scooters, obschon sie schon ähnlich lange auf dem Markt sind. Mögliche Erklärungen für diesen unterschiedlichen Diffusionsverlauf wurden aufgezeigt: Die TIS-Analyse offenbart, dass jenseits des geschützten Raumes, welcher beide Nischeninnovationen anfänglich vor hemmendem Umfeld-Druck abschirmte, das Wechselspiel zwischen Produkt-, Nischen- und Umfeldigenschaften entscheidend war für die unterschiedlichen Pfade der beiden Innovationen. Für die weitere Diffusion von E-Scooters ist es wichtig, die beiden TIS-Funktionen ‚Schaffung von Legitimität‘ und ‚strategische Lenkung und Orientierung‘ gezielt zu stärken. Auch die diffusionstheoretische Betrachtung nach Rogers (2003) deutet die unterschiedlichen Verbreitungspotenziale von E-Bikes und E-Scooters an: die Charakteristika Wahrnehmbarkeit (d.h. die Effekte der Innovation sind für andere sichtbar), Erprobbarkeit (d.h. man kann die Fahrzeuge vor dem Kauf ausprobieren) und relativer, persönlicher Vorteil (d.h. sie haben einen hohen persönlichen Vorteil gegenüber anderen Produkten) sind bei E-Bikes ausgeprägter als bei E-Scooters.

Händler als wichtigste Akteure

Die Händler sind wichtige Akteure im Diffusionsprozess von E-Scooters – sie erfüllen jedoch die Anforderungen an die absatzfördernde Kommunikation wie Werbung und Verkaufsförderung



nur teilweise. Sowohl die befragten E-Scooter-Händler (N=20) als auch die Motorradhändler (N=102) stufen als wichtigste Nachteile bzw. Problemfelder der E-Scooters die hohen Anschaffungskosten, die Batterie und die geringe Reichweite ein. Das Interesse, Know-how und die Bereitschaft für den Besuch von Weiterbildungskursen zu E-Scooters ist insgesamt bei allen Akteuren sehr klein. Das Vertrauen in die Technik sowie in die heutigen Importeure von E-Scooters ist zurzeit nicht vorhanden und alle befragten Händler fordern eine technologische Weiterentwicklung des Produkts.

2) Arbeitspaket ‚Technologie‘

Zuverlässigkeit der E-Scooters

Gemäss Händlereaussagen sind in den letzten Jahren die Verarbeitungsqualität und die Zuverlässigkeit der Komponenten deutlich gestiegen und die Anzahl der Garantiefälle gesunken. In der E-Scooter-Nutzerbefragung wurde als häufigste Fehlerquellen elektrische Komponenten und die Fahrzeugbatterie genannt. Die Ursache von Batteriedefekten sind jedoch oft nicht die Batteriezellen selber, sondern deren Schutzelektronik (das Batteriemanagementsystem) und/oder das Ladegerät.

Ladeinfrastruktur

Bei einigen wenigen E-Scooter-Modellen können die Batterien zum Laden vom Fahrzeug getrennt werden. Dank der Weiterentwicklung der Batterietechnologie und der Aufteilung der Batteriekapazität auf mehrere (tragbare) Blöcke wird dies bei immer grösseren Fahrzeugen möglich sein. Fest eingebaute Batterien werden vorwiegend zu Hause geladen. Ist dies nicht möglich, so kann die fehlende Ladeinfrastruktur zu einem Kaufhindernis werden. Öffentliche Ladestationen bei Zweirad-Abstellplätzen haben zurzeit in erster Linie die Funktion, auf E-Scooters aufmerksam zu machen. Ein ausgewiesenes Bedürfnis danach sehen wir zurzeit nicht.

Verkehrssicherheit

Die Fahrzeugklasse ‚Motorräder‘ ist jene Klasse mit den höchsten Unfallraten. Zusätzlich zu den für alle Motorräder geltenden Gefahren kommen bei E-Scooters neue mögliche Gefahren hinzu, etwa im öffentlichen Raum herumliegende Kabel (Stolpergefahr) und externe Ladegeräte (Feuchtigkeit). Ob sich Unfallraten für E-Scooters insgesamt von herkömmlichen Motorrädern unterscheiden, ist noch unklar. Wie alle Elektrofahrzeuge sind auch E-Scooters im Geschwindigkeitsbereich unter 30 km/h schlecht hörbar. Der Bundesrat hat im Frühling 2012 eine neue Regelung in die Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS) aufgenommen, wonach Fahrzeuge mit elektrischem Antrieb mit einem Geräuschgenerator zur Sicherstellung der Hörbarkeit ausgerüstet sein dürfen. Der entsprechende Geräuschpegel ist begrenzt, es handelt sich nicht um eine Lärmemission.



3) Arbeitspaket ‚Fördermassnahmen‘

Finanzielle Anreize

Eine flächendeckende und bezüglich Subventionsausgestaltung zwischen den Gemeinden koordinierte Förderung mit Kaufbeiträgen existiert nicht. Die Höhe der Kaufbeiträge ist sehr unterschiedlich und schwankt zwischen etwa 5% und 25% des Kaufpreises. Grössere Mitnahmeeffekte sind dabei gemäss unseren Analysen nicht aufgetreten. Neben einmaligen Kaufbeiträgen durch die Gemeinden werden die E-Scooter in den meisten Kantonen auch durch Rabatte bei den Motorfahrzeugsteuern gefördert. Gegenüber den Kaufbeiträgen sind die Anreize bei den Motorfahrzeugsteuern aber als zweitrangig zu bezeichnen, weil sie in der Höhe bescheiden sind und nicht einmalig beim Kauf sondern jährlich bei der Steuerrechnung sichtbar werden.

E-Scooter-Ausstellungen und die Swiss-Moto 2009-2013

Auf nationaler Ebene stellen Fahrzeug-Ausstellungen mit der Möglichkeit zu Probefahrten eine zentrale Aktivität der E-Scooter-Förderung dar. Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden sowohl die E-Scooter-Testtage als auch die Sonderschauen zu E-Scootern an der Swiss-Moto evaluiert. Die Testtage erwiesen sich insgesamt als ausgezeichnetes Instrument zur Bekanntmachung der E-Scooter. Die Auswertungen der seit 2008 durchgeführten Sonderschauen zu E-Scootern an der Motorradmesse Swiss-Moto zeigen, dass sich der grosse Aufwand durch eine sehr hohe Resonanz beim Publikum, welche sich in Besucherzahlen von jährlich zwischen 30'000 und 40'000 Personen sowie in jährlich durchschnittlich etwa 1'000 Probefahrten niederschlug, rechtfertigt. Auch wenn die verschiedenen Akteurgruppen (Aussteller, Händler, Besuchende) eine hohe Zufriedenheit mit der Sonderschau äusserten, bleibt indessen festzuhalten, dass auch von der Swiss-Moto keine entscheidenden Impulse für die Marktentwicklung ausgingen.

Weitere Fördermassnahmen

Die bisherigen Förderansätze für E-Scooter stellen sowohl in der Schweiz als auch im Ausland ausschliesslich auf Pull-Massnahmen ab, auf finanzielle Anreize, auf Informations- und Kommunikationsmassnahmen sowie allenfalls auf die Möglichkeit von Probefahrten. Es hat sich gezeigt, dass dieser Massnahmenmix allein bisher nicht genügt hat, um die Markteinführung von E-Scootern im erhofften Mass anzuregen.

4) Arbeitspaket ‚Energie und Umwelt‘

Energiebedarf und Reichweite

Der Energiebedarf für E-Scooter wurde erhoben, da Verbrauch und Reichweite massgebend für die Bestimmung eines realistischen Lebenszyklusverbrauchs von Fahrzeugen sind. Die Daten zeigen, dass der Fahrenergiebedarf der auf dem Rollenprüfstand und im Normalbetrieb getesteten E-Scooter den modellierten Werten gut entspricht. Die verwendeten Modelle und die darauf basierenden Auswertungen in den Anwendungen MS Excel und MatLab stehen zur Verfügung. Weiter wird festgestellt, dass der Netzenergiebezug z.T. deutlich höher ist als der Fahr-

energiebedarf, d.h. der Ladevorgang ist oft verlustreich (10-30%). Gewisse Ladegeräte und Batterie-Management-Systeme sind offenbar ineffizient, insbesondere wenn die Batterie bereits fast voll geladen ist.

Spezifische Lebenszyklusinventare (LCI)

Ökoinventare ausgewählter Beispiele für alle relevanten Komponenten des Antriebsstrangs und des Chassis wurden erstellt und stehen für die freie Nutzung zur Verfügung (tabellarisch in MS Excel und in der Ökobilanzanwendung SimaPro). Ein Vergleich der Ökoinventare von funktionsgleichen Komponenten unterschiedlicher Bauart und Baugrösse (z.B. unterschiedlichste Elektromotoren) zeigt eine meist vernachlässigbare Abhängigkeit der gewichtsspezifischen Umweltauswirkungen von grundlegenden Designparametern. Z.B. ist das Treibhauspotenzial pro Kilogramm aller untersuchten Elektromotoren über deren gesamten Lebenszyklus in etwa gleich, unabhängig von Nennleistung, Drehmoment und Konstruktionsprinzipien. Im Projekt wurden zudem die Lärmemissionen als ein neuer und für die Elektromobilität relevanter Indikator theoretisch weiterentwickelt.

Spezifische Lebenszyklusanalysen (LCA)

E-Scooter zu fahren lohnt sich bezüglich Umweltauswirkungen im Vergleich mit praktisch allen anderen gerechneten Varianten – selbst die Beförderungsmittel des ÖV können schlechter abschneiden als E-Scooter (z.B. wegen Umwegen oder tiefer Belegung, siehe Abbildung 1). Dabei stellt die 'Sauberkeit' des verwendeten Stroms einen der wichtigsten Einflussfaktoren dar. Ist er 'sauber', überragt der Umweltschaden der Fahrzeugherstellung denjenigen des Fahrzeugbetriebs bei weitem. Der z.T. erhebliche Herstellungsaufwand für E-Scooter führt zu langen 'Amortisationszeiten', v.a. wenn das Gefährt als Zweitfahrzeug verwendet wird.

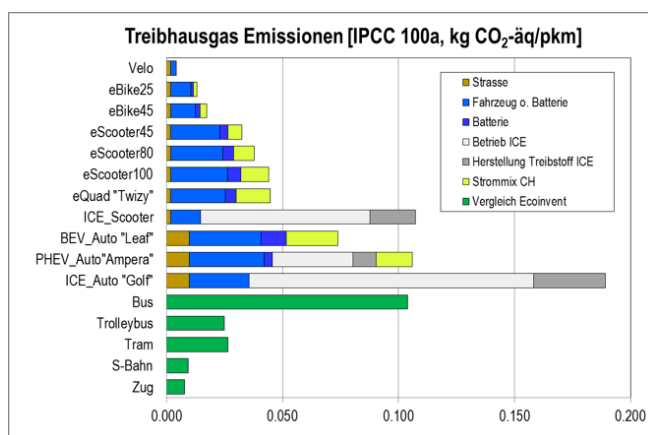


Abbildung 1: Treibhausgas-Emissionen pro Personen-Kilometer für verschiedene Fahrzeugkategorien des Individualverkehrs und des öffentlichen Verkehrs, differenziert dargestellt für verschiedene Verursacher, Strombezug (gelb) gemäss Strommix an CH-Steckdose.



5) Arbeitspaket ‚Nutzungsverhalten‘

Mobilitätsverhalten

55 E-Scooter-Fahrer konnten zu ihrem Mobilitätsverhalten befragt werden. Der Männeranteil liegt bei 84%, das Durchschnittsalter bei 48 Jahren. Die Probanden weisen bei Bildung und Einkommen leicht überdurchschnittliche Werte auf. 93% der Fahrer sind mit dem E-Scooter ‚zufrieden‘ oder gar ‚sehr zufrieden‘. Eine durchschnittliche E-Scooter-Fahrt ist 15 km und 25 Minuten lang, wobei eine breite Streuung vorliegt. 54% der Fahrten sind Arbeitswege, 23% Freizeitwege, 13% Wege für Service und Begleitung und 9% dienen geschäftlichen Zwecken. Der Kauf des E-Scooters hat nur in sehr geringem Mass zu einer Zunahme (5%) der Fahrleistung geführt. Die E-Scooter-Fahrten haben fast zur Hälfte Fahrten mit dem Auto (33%) oder dem Benzin-Roller (15%) ersetzt. 36% der E-Scooter-Fahrten haben ÖV-Fahrten ersetzt und 9% Fahrrad-Fahrten. Bei 11% der Probanden ist durch den E-Scooter-Kauf ein Auto ersetzt worden, bei 58% ein Benzin-Roller. Insgesamt geben 73% der befragten Probanden an, dass sie den E-Scooter als Ersatz oder an Stelle eines anderen Verkehrsmittels gekauft haben. Nur bei 27% der Probanden hat der E-Scooter-Kauf zu einer Vergrößerung des Fahrzeugparks geführt.

Energieverbrauch

Die durchschnittlichen Netzenergiebezüge (Energiebezug ab Steckdose) aus den E-Scooter-Tagebüchern entsprechen gut den modellierten Werten. Aus den Versuchen auf dem Rollenprüfstand und den Untersuchungen zu Ladegeräten lässt sich ableiten, dass der Fahrenergiebedarf wegen der hohen Ladeverluste deutlich niedriger ist (vgl. Tabelle 1).

E-Scooter Klassen	durchschnittlicher Netzenergiebezug	Fahrenergiebedarf
E-Scooter ca. 45 km/h	4 kWh/100km	2-4 kWh/100km
E-Scooter ca. 80 km/h	6 kWh/100km	4-6 kWh/100km
E-Scooter ca. 100 km/h	8 kWh/100km	6-8 kWh/100km

Tabelle 1: Energieverbrauch: Netzenergiebezüge und Fahrenergiebedarf.

Die Energiebezugsdaten aus den E-Scooter-Tagebüchern zeigen keinen eindeutigen Verbrauchsanstieg im Winter. D.h. im Gegensatz zu anderen Elektrofahrzeugen mit klimatisierter Fahrerkabine bleibt der Gesamtenergiebedarf für die Fahr- und Ladeverluste etwa konstant (fehlende Heizung). Bei Kälte verringert sich hingegen die entnehmbare Batteriekapazität, wodurch die Reichweite sinkt.

Synthese

1) Zahlreiche Hindernisse für eine rasche Verbreitung der E-Scooters in der Schweiz

Kleine, unbekannte Importeure mit kleinem Budget und ungenügende Qualität einiger Produkte

Die heutigen E-Scooter-Importeure sind mehrheitlich kleine, in der Motorrad-Branche wenig bekannte Unternehmen, die über kein bestehendes und gut funktionierendes Händlernetz verfügen. Zudem können sie ihren Händlern weder professionell gestaltetes Werbe- und Kommunikations-Material zur Verfügung stellen noch attraktive weiterführende Verkaufsförderungs-



Angebote (z.B. Rabatte) machen. Die Erfahrungen der letzten Jahre haben ausserdem gezeigt, dass die in China und anderen asiatischen Ländern produzierten E-Scooters den qualitativen Anforderungen des europäischen Marktes noch nicht genügen.

In jüngster Zeit zeichnet sich eine positive Veränderung dieser Situation ab, da verschiedene globale Motorradhersteller im Jahr 2014 E-Scooters auf den Markt bringen werden. Für Europa und die Schweiz ist von Bedeutung, dass E-Scooters allmählich auch in Taiwan populär werden, denn die taiwanesische Roller-Industrie arbeitet auf qualitativ hohem Niveau und ist daher nahe am europäischen Markt. Es ist eine Frage der Zeit, bis auch in Europa qualitativ hochstehende E-Scooters aus Asien angeboten werden.

Skepsis der Händler gegenüber dem Produkt

Eine diffusionstheoretische Betrachtung der gegenwärtigen Marktsituation zeigt, dass die Händler zentrale Akteure im Verbreitungsprozess sind. E-Scooters werden in der Schweiz zurzeit von sehr wenigen Motorrad- oder Velohändlern angeboten und diese sind gegenüber E-Scooters eher skeptisch eingestellt sind. Ein Grund dafür liegt im mangelnden Vertrauen der Händler in die Qualität und Konkurrenzfähigkeit der Fahrzeuge sowie in die Verlässlichkeit der heutigen E-Scooter-Importeure. Fast alle Händler fordern – teilweise sicher auch aus Unkenntnis – eine technologische Weiterentwicklung des Produkts. Ein zweiter Grund für die Skepsis der Händler ist ökonomischer Art: Die Margen der Händler sind gering, und unsere Befragung der Händler zeigt zudem, dass beim Verkauf eines E-Scooters ein erheblicher Mehraufwand durch den höheren Informationsbedarf (bspw. wegen Wissenslücken) entsteht.

Fehlender persönlicher Vorteil

Für den Einzelnen ist der persönliche relative Vorteil (Zusatznutzen) des E-Scooters gegenüber Benzin-Rollern gering. Für die bisherige Käuferschaft steht der gesellschaftliche Nutzen im Vordergrund (weniger Schadstoff- und Lärm-Emissionen). Die heutigen E-Scooter-Nutzer geben die Umweltfreundlichkeit (z.B. reduzierter CO₂-Ausstoss) und die Geräuschlosigkeit als wichtige Vorteile gegenüber dem Benzin-Roller an. Auch werden E-Scooters nicht als neue Fahrzeuge, sondern als (teurer) Ersatz für Benzin-Roller gesehen und müssen sich gegen deren Mainstream-Stärken behaupten.

Kosteneinsparungen werden (noch) nicht wahrgenommen

Die Untersuchungen weisen darauf hin, dass im Vergleich zu den Benzin-Rollern mit tieferen Service- und Wartungskosten zu rechnen ist. Dieser ökonomische Vorteil ist vielen Akteuren (Händlern, potentiellen Käufern) nicht bekannt.

Hoher Anschaffungspreis

Ein E-Scooter kann gut zweimal so teuer sein wie ein Benzin-Roller mit vergleichbarer Leistung und Ausstattung. Diese Preisunterschiede werden in verschiedenen Gemeinden teilweise durch finanzielle Anreize (10-25% des Kaufpreises) verringert. Es kann davon ausgegangen werden, dass beim Markteintritt grosser Motorrad-Hersteller die Stückkosten gesenkt und die E-Scooters daher preiswerter werden.



Unklarheiten/Unsicherheiten bezüglich der Batterieentsorgung und des Batterierecyclings

Gemäss geltendem Recht müssen die Verkäufer ihren Kunden einfache, sichere und gesetzeskonforme Entsorgungsmöglichkeiten anbieten können. Die Befragung der Händler hat jedoch gezeigt, dass diese nur unzureichend über die Zuständigkeiten und Abläufe bei der Entsorgung bzw. dem Recycling von E-Scooter-Batterien informiert sind.

Umbau der Rollerflotte der Post hat noch wenig Signalwirkung auf andere Unternehmen

Die schweizerische Post wird ihre gesamte Benzin-Rollerflotte (ca. 7'000 Fahrzeuge) durch E-Scooters ersetzen. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass die Fahrzeuge sehr zuverlässig funktionieren. Die Post wird diesbezüglich von anderen schweizerischen Unternehmen jedoch (noch) nicht als Vorbild wahrgenommen. Mögliche Gründe dafür sind die für Unternehmen zu wenig relevanten Fahrzeugkosten, die tiefe Erneuerungsrate der Fahrzeugflotten und der post-spezifische Einsatzzweck.

Schwaches politisches Commitment und keine starken Lobbys

Das Thema E-Scooters ist in den Medien kaum präsent. Kein starkes politisches Commitment ist erkennbar und es existieren keine Lobbygruppen, die Druck in dieser Richtung erzeugen könnten.

2) E-Scooters sind aus ökologischer Perspektive wünschenswert

E-Scooters sind energieeffizient und umweltschonend

Die Analyse der Mobilitätsbefragungen zeigt, dass 61% der E-Scooter-Kilometer mit dem Auto oder dem Benzin-Motorrad zurückgelegt worden wären. Die durchschnittliche Jahresfahrleistung beträgt ca. 2'500 km, woraus sich eine Einsparung von 1'500 Auto- oder Motorrad-Kilometern ergibt. Die Probanden tätigten mit dem E-Scooter kaum zusätzliche Fahrten (d.h. sie erzeugen keinen nennenswerten Mehrverkehr): Über 90% der mit dem E-Scooter zurückgelegten Wege wären auch ohne Elektroroller gemacht worden. Weiter konnte gezeigt werden, dass sich Fahren mit E-Scooters bezüglich Umweltauswirkungen im Vergleich mit praktisch allen anderen Motorfahrzeugen lohnt. Dabei ist wichtig, dass für den Betrieb ‚sauberer‘ Strom verwendet wird.

E-Scooter als Pendlerfahrzeug für kurze und mittlere Strecken

Die Probanden haben mit ihren E-Scooters vor allem kurze und mittlere Strecken in der Stadt und den Agglomerationen zurückgelegt: Pro Weg wurden durchschnittlich 15 Kilometer gefahren. Die Auswertung der Tagebücher zeigt auch, dass die Reichweite der Fahrzeuge für den grössten Teil der Einsätze ausreichte.

Angenommen, alle Schweizer Auto- und Motorrad-Pendlerfahrten würden durch E-Scooter-Fahrten ersetzt, so könnten beträchtliche negative Umweltwirkungen vermieden werden: Die Untersuchung zeigt, dass die Treibhausgas-Emissionen eines E-Scooters (pro Personen-Kilometer) im Vergleich zum Benzin-Roller rund drei Mal kleiner und im Vergleich zum Benzin-Auto sogar fünf Mal kleiner sind. Es würde nicht nur eine beträchtliche Reduktion der Treib-



hausgas-Emissionen erreicht, sondern auch positive Auswirkungen auf das Ökosystem und die Ressourcen würden erzielt.

3) Ungenügender Fördermix

Auf globaler Ebene sind bis anhin nur sehr wenig Mittel in die Förderung von E-Scootern geflossen und den staatlichen Stellen fehlt das Bewusstsein für die Substituierung von Autoverkehr in Ballungsräumen durch E-Scooter. Als Folge davon wird die Elektromobilität mit E-Scootern in den allermeisten staatlichen Förderprogrammen stiefmütterlich behandelt. Die Analyse der Schweizer E-Scooter-Fördermassnahmen hat gezeigt, dass vor allem finanzielle Anreize (in Form von Subventionen) sowie Kommunikations- und Diffusionsinstrumente (v. a. in Form von Ausstellungen) im Vordergrund stehen.

Die Beurteilung verschiedener Ausstellungen und Messeauftritte zeigt, dass diese Kommunikations- und Diffusionsinstrumente kompetent und effizient eingesetzt wurden, dass aber die effektive Zahl der E-Scooter-Verkäufe nicht gesteigert werden konnte. Beispielsweise gelang es den E-Scooter-Ausstellungen an der Swiss-Moto nicht, nennenswerte Impulse für den Markt zu geben und die Marktentwicklung zu beschleunigen. Die Beurteilung der weiteren Förderinstrumente führt zum Schluss, dass die in den letzten Jahren in der Schweiz gewählte Förderstrategie, die sich eng an die erfolgreiche E-Bike-Förderung anlehnt und ausschliesslich auf Pull-Massnahmen abstellt, ihre Ziele letztlich nicht erreicht hat.

4) Fahrzeugzuverlässigkeit, Ladeinfrastruktur und Verkehrssicherheit

Fahrzeugzuverlässigkeit

Gemäss Händlerausagen ist die Zuverlässigkeit der heute eingesetzten Komponenten deutlich gestiegen, und die Anzahl Garantiefälle ist gesunken.

Die Auswertung der E-Scooter-Tagebücher zu reparaturbedürftigen Schadensereignissen zeigt, dass Störungen am häufigsten bei den elektrischen Anlagen vorkommen, gefolgt von der Fahrzeugbatterie und den mechanischen Komponenten. Damit E-Scooter sich auf dem Markt durchsetzen, muss die Fahrzeugzuverlässigkeit weiter verbessert werden, um das Vertrauen in die Produkte bei Händlern und Interessierten zu stärken.

Ladeinfrastruktur

Die Ergebnisse zeigen, dass Ladestationen für Elektrofahrzeuge in der Schweiz nur zögerlich installiert werden. Öffentliche Ladestationen bei Zweirad-Abstellplätzen haben zurzeit in erster Linie die Funktion, auf E-Scooter aufmerksam zu machen. Ein ausgewiesenes Bedürfnis danach sehen wir nicht, weil die mit E-Scootern zurückgelegten Distanzen kaum länger als 30 bis 40 km sind. Darüber hinaus sind die Zweiradabstellplätze häufig so stark belegt, dass es schwierig sein dürfte, bei den Ladestationen genügend Platz für E-Scooter zu reservieren.

Interessant sind die Entwicklungen in Taiwan: Hier wird eine Einheitsbatterie entwickelt, um so Batteriewechselstationen aufbauen zu können.



Verkehrssicherheit

Grundsätzlich gehören Motorräder wie E-Scooter zur Fahrzeugkategorie mit den höchsten Unfallraten. Einer der wichtigsten Risikofaktoren ist die ungenügende motorradspezifische Fahrer-Erfahrung und technische Fahrfertigkeit (als Folge ungenügender Aus- und Weiterbildung). Die Auswertung unserer Nutzerbefragung zeigt, dass die Hälfte der heutigen E-Scooter-Fahrer geübte Fahrer mit langjähriger Fahrerfahrung sind. Die andere Hälfte der Probanden verfügt über keine Roller-Erfahrungen. Interessant ist, dass keine der befragten Personen (N=55) über Kollisionsunfälle berichtet.

5) Ökobilanzen als wichtige Datengrundlage

Ein Ziel des Forschungsprojekts war, Ökoinventare für alle relevanten Komponenten des Antriebsstrangs und des Chassis von E-Scooter zu erstellen. Diese Daten stehen heute für die freie Nutzung zur Verfügung. Die Auswertung zeigt beispielsweise, dass das Treibhausgaspotenzial pro Kilogramm aller untersuchten Elektromotoren über deren gesamten Lebenszyklus in etwa gleich ist, unabhängig von Nennleistung, Drehmoment und Konstruktionsprinzipien.

Im Projekt wurden zudem die Lärmemissionen als ein neuer und für die Elektromobilität relevanter Indikator theoretisch weiterentwickelt. Der Einsatz von E-Scooter im städtischen Raum hat gegenüber Benzin-Rollern deutliche Vorteile in Bezug auf Lärmemissionen.

Die heutigen E-Scooter-Nutzer haben kein Problem mit der Geräuschlosigkeit: Zwei Drittel der Befragten geben an, dass sich durch das Fehlen des Motorgeräusches nie oder nur selten gefährliche Situationen mit Fussgängern oder anderen Verkehrsteilnehmenden ergeben. Auch weist die Befragung der Subgruppe ‚ehemalige Motorradfahrer und heutige E-Scooter-Fahrer‘ darauf hin, dass gerade die Geräuschlosigkeit ein bedeutsamer Faktor für den Umstiegs-Entscheid ist. Gemäss den Probanden ist das ‚Schweben‘, ‚Fliegen‘ oder ‚Gleiten‘ ein durchwegs positiv bewertetes Fahrgefühl.

6) Erhöhter Energiebedarf durch schlechte Qualität der Ladegeräte

Im Gegensatz zum benzinbetriebenen Fahrzeug, bei dem praktisch der gesamte eingefüllte Tankinhalt für den Antrieb zur Verfügung steht, haben elektrisch batteriebetriebene Fahrzeuge sehr wohl Ladeverluste. Der Energiebedarf von E-Scooter setzt sich daher zusammen aus dem Fahrenergiebedarf und den Ladeverlusten. Durch den verlustreichen Ladevorgang ist der Energiebedarf ab Steckdose (relevant für die Energiekosten) deutlich höher als der Fahrenergiebedarf ab Batterie (relevant für die Reichweite).

7) Die Rolle von E-Scooter in einem nachhaltigen Mobilitätskonzept

E-Scooter können offensichtlich eine wichtige Rolle als Elemente einer nachhaltigen Mobilität spielen und sollten in künftigen Mobilitätskonzepten mehr Beachtung finden. Wegen ihres geringen Energieverbrauchs und ihrer geringen Umweltauswirkungen, weil sie viel weniger Lärmemissionen verursachen, weil sie in verstopften Innenstädten wenig Platz brauchen und zu den schnellsten Verkehrsmitteln zählen, weisen sie gegenüber anderen Motorfahrzeugen wichtige Vorteile auf.



Die Einsatzmöglichkeiten von E-Scootern werden zudem durch eine Erweiterung/Ausweitung der schweizerischen Fahrzeugarten vergrössert. Seit etwa drei Jahren finden bedeutende Veränderungen auf dem Fahrzeugmarkt statt: Neue 3- oder 4-rädrige Elektro-Motorfahrzeuge (beispielsweise der 4-rädrige Renault Twizy) wurden in der Schweiz homologiert und zum Kauf angeboten: diese fallen ebenfalls unter den Begriff ‚E-Scooter‘.

Top-10 Empfehlungen

In diesem Kapitel präsentieren wir die wichtigsten Empfehlungen (‚Top-10‘) für die Praxis, die wir aus den Ergebnissen unseres interdisziplinären Forschungsprojekts ‚E-Scooter‘ ableiten.

Empfehlung 1: Ein politisches Netzwerk aufbauen.

Unsere Untersuchungen zeigen, dass die Verbreitung von E-Scootern aus einer ökologischen Perspektive wünschenswert ist, und dass diese Fahrzeuge in nachhaltigen Mobilitätskonzepten eine wichtige Rolle spielen können. Es ist jedoch kein eindeutiges politisches Commitment für E-Scooter (etwa im Rahmen einer zukunftsweisenden Verkehrsstrategie für die Agglomerationen) zu erkennen, und es gibt keine starken Lobby-Gruppen, die entsprechenden politischen Druck aufbauen könnten.

⇒ Wir empfehlen daher den interessierten Kreisen den Aufbau eines politischen Netzwerkes, um Kräfte und Mittel zu bündeln. Dieses Netzwerk könnte sich in politische Debatten einbringen und dadurch den Druck erhöhen, dass E-Scooter in zukunftsorientierten Verkehrskonzepten einen angemessenen Platz erhalten und auch Push-Massnahmen in den Fördermix Eingang finden (beispielsweise eine Verschärfung der gesetzlichen Emissionsstandards für herkömmliche Motorräder³).

Empfehlung 2: Vertrauen schaffen.

Für eine schweizweite Verbreitung von E-Scootern sind sowohl bei der Technik als auch beim Anschaffungspreis noch bedeutende Fortschritte notwendig. Priorität sollte die technische Weiterentwicklung haben. Unsere Untersuchungen zeigen aber auch, dass sich die Zuverlässigkeit der heute eingesetzten E-Scooter-Komponenten in den letzten Jahren stark verbessert hat. Zentral ist, dass diese Fortschritte deutlich kommuniziert werden, um noch existierende Hemmschwellen (Misstrauen, Skepsis) bei Händlern und potenziellen Nutzern abzubauen.

⇒ Wir empfehlen Herstellern und Importeuren, die globale technische Entwicklung der E-Scooter weiterzuverfolgen und die dabei gewonnenen Informationen aktiv in der Schweizer

³ Der Bundesrat beabsichtigt, die europäische Neuregelung in der Schweiz ab 2016/17 zu übernehmen: Die neuen EU-Vorschriften enthalten neben einer wirksamen Absenkung der Emissionsgrenzwerte auch neue, zusätzliche Anforderungen bezüglich On-Board-Diagnosesystemen, Dauerhaltbarkeit oder Verdampfungsemissionen. Die Neuregelung ist nur für die ab 2017 neu zugelassenen Motorräder vorgesehen.

(vgl. http://www.parlament.ch/d/suche/seiten/geschaefte.aspx?gesch_id=20134006, abgerufen am 2.12.2013)



Motorradbranche zu verbreiten. Die technischen Verbesserungen und Neuerungen sollten zielgruppengerecht kommuniziert und in den Fachmedien der Motorradbranche diffundiert werden.

Empfehlung 3: Verbesserungen einfordern.

Die durchgeführte Marktanalyse offenbart, dass einerseits das gegenwärtige E-Scooter-Verkaufsvolumen in der Schweiz sehr bescheiden ist, und dass andererseits die global tätigen Motorradhersteller bisher noch nicht auf dem E-Scooter-Markt aktiv sind. Wir regen daher für engagierte und interessierte E-Scooter-Händler eine Bottom-up-Strategie an:

- ⇒ Wir empfehlen den E-Scooter-Händlern, ihr Wissen (z.B. in Bezug auf Kundenbedürfnisse) den Hersteller-Firmen für die Weiterentwicklung der E-Scooters anzubieten. Falls der direkte Kontakt von Händlern zu Hersteller-Firmen nicht möglich sein sollte, muss der Weg über andere Akteure (Importfirmen, NewRide) gewählt werden, damit eine Verbesserung der Produkte eingefordert werden kann.

Empfehlung 4: Interessierte Händler identifizieren und ansprechen.

Die Beobachtung des heutigen E-Scooter-Netzwerkes zeigt, dass die Akteure noch keine langfristigen Kooperationen gebildet haben. Der Austausch und das Zusammenspiel zwischen den Akteuren – notwendige Faktoren für die Diffusion von Innovationen – haben daher noch kaum stattgefunden.

- ⇒ Für den Auf- und Ausbau des E-Scooter-Händlernetzes empfehlen wir, die Zielgruppe derjenigen Händler verstärkt anzusprechen, die ökonomische und strategische Vorteile im Nischenmarkt anvisieren. Unsere Untersuchung deutet darauf hin, dass hierfür interessierte oder affine Fachhändler identifiziert und angesprochen werden sollten, die nicht in einer Markenbindung mit grossen Motorrad-Anbietern stehen. Diese Nischenmarkthändler können Fahrrad-, Motorrad-, Auto- oder Elektrofahrzeug-Händler sein. Ziel ist, diese Händler von neutralen Plattformen (z.B. NewRide) über die Entwicklung von E-Scooters zu informieren und ihnen E-Scooter-Wissen zu vermitteln.

Empfehlung 5: Über Recycling und Entsorgung der Batterien informieren.

Aus unseren Untersuchungen geht weiter hervor, dass in Bezug auf die Handhabung der E-Scooter-Batterien noch grosser Informationsbedarf besteht.

- ⇒ Wir empfehlen, die Händler auf die Vorschriften zu Lagerung, Transport und Entsorgung von Batterien aufmerksam zu machen (Sicherheitsvorkehrung). Sobald ein ausreichendes Verkaufsvolumen von E-Scooters existiert, dürfte dies von den Importeuren/Herstellern übernommen werden, da das Management der Batterieentsorgung deren Pflicht ist. Als Zwischenlösung sollten jedoch andere Akteure (z.B. NewRide, EnergieSchweiz, Inobat) diese Informationsarbeit leisten.

Empfehlung 6: Über korrektes Laden informieren.

Das korrekte Laden bewirkt eine deutliche Verbesserung der Batterielebensdauer und mehr Sicherheit.



⇒ Wir empfehlen, bei Händlern und Nutzern Verhaltensregeln zum Laden von E-Scooter-Batterien bekannt zu machen. Dafür könnten beispielsweise von einer neutralen Plattform wie NewRide Weiterbildungskurse für interessierte oder affine Fachhändler angeboten werden.

Empfehlung 7: Finanzielle Anreize weiterführen.

Die bisherigen Fördermassnahmen (finanzielle Anreize, Informations- und Kommunikationsmassnahmen und Probefahrten) haben nicht genügt, um die Markteinführung von E-Scootern im erhofften Mass anzuregen. Angesichts der im Vergleich mit allen andern Motorfahrzeugen positiven Energie- und Umweltbilanz von E-Scootern ist die Weiterführung der Förderung seitens Politik und öffentlicher Verwaltung sinnvoll. Wir plädieren für eine Ausweitung des Fördermixes durch Einbezug weiterer Massnahmen, insbesondere auch Push-Massnahmen. Neben Städten könnten auch Stromversorger vermehrt einbezogen werden, und die Schaffung eines separaten Fonds ist zu prüfen.

⇒ Wir empfehlen, die Markteinführung von E-Scootern weiterhin mit finanziellen Anreizen zu unterstützen. Wir plädieren für vergleichsweise eher hohe Subventionen (10-20% des Anschaffungspreises), die aber zeitlich befristet und bezüglich der Anzahl geförderter Fahrzeuge gedeckelt sind. Da die Händler in der Vertriebskette eine Schlüsselstelle einnehmen, wäre es auch sinnvoll, einen Teil der Subvention nach einem geeigneten System an die Händler auszubezahlen.

Empfehlung 8: Autopendler und Flottenbetreiber gezielt ansprechen.

Insbesondere in Agglomerationen und während besonders verkehrsreichen Tageszeiten (Pendlerfahrten) besteht ein hohes Potential zur Verlagerung von Autofahrten auf den E-Scooter.

⇒ Wir empfehlen der öffentlichen Hand auf den verschiedenen staatlichen Ebenen, bei der Förderung von E-Scootern auf die beiden Zielgruppen ‚Autopendler‘ und ‚Flottenbetreiber‘ zu fokussieren. Autopendler in Agglomerationen sollten gezielt angesprochen werden. Kurz- und mittelfristig sehen wir zudem ein grosses ungenutztes Potenzial im Bereich des Geschäftsverkehrs in Agglomerationen. Der Fördermix sollte deshalb stärker auf die Bedürfnisse von Flottenbetreibern zugeschnitten sein.

Empfehlung 9: Wissen über E-Scooters umfassend kommunizieren.

Aus unseren Untersuchungen geht hervor, dass eine umfassende Kommunikation über alle Aspekte von E-Scootern wichtig ist.

⇒ Der Politik und der öffentlichen Verwaltung empfehlen wir, insbesondere auch zu kommunizieren, dass:

- beim Kauf eines E-Scooters hochwertige Produkte mit langer Lebensdauer gekauft werden sollen;
- für den Betrieb ‚sauberer‘ Strom verwendet werden soll;
- zwischen dem kosten- und umweltrelevanten Energiebezug ab Steckdose und dem reichweitenrelevanten Energiebedarf für das Fahren unterschieden werden muss;
- der Einsatz von E-Scootern das Mobilitätsverhalten positiv beeinflusst: rund zwei Drittel der ersetzten Kilometer sind Auto- und Motorradkilometer, und E-Scooters verursa-



chen keinen nennenswerten zusätzlichen Verkehr (und schneiden diesbezüglich deutlich besser ab als E-Bikes);

- die errechneten Ökobilanzen eindeutig zeigen, dass E-Scooters die Umwelt weniger belasten als herkömmliche Roller;
- verschiedene Städte und Elektrizitätswerke finanzielle Anreize bieten;
- bei Neubauten die Vorinstallationen für Ladestationen (Rohre einziehen) eingeplant werden sollten.

Empfehlung 10: In einer Imagekampagne den persönlichen Nutzen von E-Scooters hervorstreichen.

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass für den Einzelnen der persönliche relative Vorteil (Zusatznutzen) der E-Scooters gegenüber Benzin-Rollern gering ist. Vielmehr gehen die potenziellen Käufer aufgrund des höheren Anschaffungspreises von generell höheren Kosten für E-Scooters aus – nicht immer zu Recht, wie unsere Analysen zeigen. Auch gelten E-Scooters bisher kaum als trendige Lifestyle-Produkte. E-Scooters werden nicht als neue, sondern als (teurer) Ersatz für herkömmliche Roller gesehen und müssen sich gegen deren Mainstream-Stärken behaupten.

⇒ Wir empfehlen, dass der Bund eine schweizweite E-Scooter-Imagekampagne lanciert, um das neuartige positive Fahrerlebnis, die Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit und die Eignung für Pendlerfahrten bekannt zu machen. Auch die Erfolge und guten Erfahrungen von Unternehmen mit E-Scooters (beispielweise die Post oder KMUs) sollten aufgezeigt und kommuniziert werden.