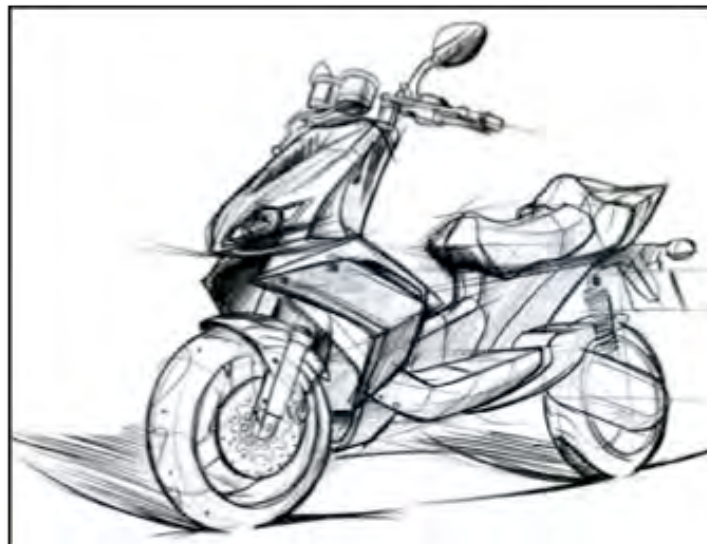




E-Scooter – Beiträge zur Diffusion und technischen Weiterentwicklung eines energieeffizienten Motorrads in der Schweiz

Annual Report 2010

Author and Co-Authors	Hofmann H., Haefeli U., Schwegler U., Widmer R., Walter S.
Institution / Company	IKAÖ Universität Bern, Interface Luzern, Urs Schwegler Verkehrsplanung, Empa St. Gallen, PSI Villigen
Address	Universität Bern, Schanzeneckstrasse 1, 3001 Bern
Telephone, E-mail, Homepage	031 631 39 25, Hofmann@ikaoe.unibe.ch, www.ikaoe.unibe.ch
Project- / Contract Number	153000 / 102000
Duration of the Project (from – to)	2009-2013
Date	Dezember 2010



ABSTRACT

Das interdisziplinäre Forschungsprojekt „E-Scooter“ hat zum Ziel, einen Beitrag zur technischen Weiterentwicklung von Scootern mit elektrischem Antrieb (E-Scooter) zu leisten, die Markteinführung dieser neuen Fahrzeuge wissenschaftsseitig zu unterstützen und ihre Auswirkungen auf Energie, Umwelt und Mobilitätsverhalten zu analysieren.

Im September 2010 fand der erste Workshop des Forschungsprojekts „E-Scooter“ in St. Gallen statt. Den rund 50 Fachleuten wurden im Rahmen von vier Sessions erste Zwischenergebnisse aus den Themenbereichen Ladeinfrastruktur, Sicherheit, Verbrauchsmessungen und Ökobilanzierung präsentiert. Ergänzt wurde der Workshop mit einer E-Scooter-Ausstellung und einem Schaulaufen für die Öffentlichkeit sowie der Einweihung einer solaren Ladestation bei der Empa.

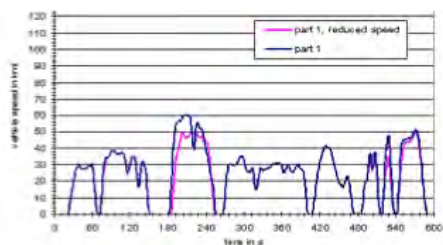
Die Analyse der Marktentwicklung zeigt, dass die Absätze der Schweizer Anbieter in diesem Jahr hinter den Erwartungen zurückblieben, abgesehen von 1'000 Cargo-Scootern, welche die Schweizer Post beschafft hat. Dies hat diverse Gründe: hohe Anschaffungskosten, ungenügende Höchstgeschwindigkeit von 45 km/h, Lieferschwierigkeiten, mangelndes Engagement der Wiederverkäufer. Die empirische Forschungsliteratur bestätigt, dass die Diffusion von E-Scootern, neben dem höheren Kaufpreis, auf zahlreiche weitere Hindernisse stösst. Die Erfahrungen aus anderen Ländern deuten darauf hin, dass beispielsweise Subventionen alleine keine ausreichende Markteinführungsstrategie für E-Scooter sein dürften.



Im Bereich „Ladestationen“ wurden dieses Jahr weitere Fortschritte erzielt: verschiedene Städte haben gedeckte Zweirad-Abstellplätze bei Gemeindeliegenschaften mit einfachen Aussensteckdosen installiert. In diesem Jahr wurden auch die Arbeiten zum Thema „Sicherheit“ aufgenommen und dabei E-Scooter-spezifische Aspekte (z. B. Geräuschlosigkeit, elektrotechnische Gefahren) definiert und untersucht.

2010 wurden verschiedene Fördermassnahmen analysiert: An der Sonderschau „E-Scooter“ der Swiss-Moto 2010 wurde eine Befragung der Aussteller während und nach der Messe durchgeführt. Die Empfehlungen des Evaluationsberichts sind bereits in die Vorbereitung der Swiss-Moto 2011 eingeflossen. In einer gesonderten Befragung wurden die Langzeitwirkungen einer Probefahrt mit einem E-Scooter analysiert. 86% der Befragten (N=86) glauben, dass E-Scooter in den nächsten fünf bis zehn Jahren den Durchbruch auf dem Markt schaffen werden. Weiter wurde ein Papier über Erfahrungen mit finanziellen Anreizen im Verkehr und in verwandten Bereichen im In- und Ausland fertig gestellt. Dabei wurden die Wirkungsmechanismen verschiedener Arten von finanziellen Anreizen analysiert und ihre Vor- und Nachteile erörtert. Aus der Literaturanalyse konnten Empfehlungen für die weitere E-Scooter-Förderung abgeleitet werden.

Das Öko-Inventar für eine moderne Li-Ionen-Batterie wurde erstellt und publiziert. Eine typischerweise in Elektrofahrzeugen eingesetzte Batterie wurde detailliert analysiert bezüglich Materialien und Herstellungsprozessen während des gesamten Lebenswegs. Das Inventar konnte in der weltweit grössten Ökoinventar-Datenbank ecoinvent v2.2 integriert werden und steht so einem breiten Publikum zur Verfügung.



Im Arbeitspaket „Verbrauchsmessung“ wurde eine einfache, kostengünstige und allgemein anwendbare Methode entwickelt. Sie verzichtet auf die Verwendung von Rollenprüfständen und ist mit einer minimalen, temporären Nachrüstung für elektrische Messtechnik in kurzer Zeit durchführbar. Die Methode erlaubt es, E-Scooter in ihrer Fahrleistung und Reichweite zu vergleichen.

2010 wurde die Detailplanung des Querschnittspakets „Nutzerbefragung“ ausgearbeitet, die Befragungs-Tools (Fragebogen und Tagebuch) erstellt und mit der Untersuchung der Käufer begonnen. Die Untersuchung der E-Scooter-Nutzer kommt nur zögerlich voran, da zurzeit trotz der finanziellen Fördermassnahmen von sieben Schweizer Städten nur wenige E-Scooter gekauft werden. Das Forschungsteam ist nun daran, gemeinsam mit den verschiedenen Akteuren weitere Massnahmen für die Diffusion von E-Scootern zu formulieren und im kommenden Jahr umzusetzen.



Einleitung / Projektziele

Scooters mit elektrischem Antrieb (E-Scooters) beinhalten ein erhebliches Potential zur Verringerung des Energieverbrauchs, der Treibhausgase, der Luftverschmutzung und des Lärms (Bafu 2004). Aus ökologischer Sicht stellen E-Scooters daher eine Verbesserung gegenüber Benzinrollern dar. Obwohl E-Scooters seit den 1990er Jahren in der Schweiz auf dem Markt sind, ist ein Durchbruch bisher ausgeblieben. Trotz den Bemühungen im Rahmen des Grossversuchs mit Leicht-Elektromobilitäten in Mendrisio und den Partnergemeinden (1995-2001) war die Markteinführung von E-Scooters wenig erfolgreich. E-Scooters werden von der Bevölkerung kaum wahrgenommen und daher nur wenig gekauft. Verschiedene Gründe werden für dieses Desinteresse angenommen, wie beispielsweise die beschränkte Reichweite (ca. 50 km), die Kosten oder das kleine Vertriebsnetz. Das interdisziplinäre Forschungsprojekt „E-Scooter“ hat zum Ziel, einen Beitrag zur technischen Weiterentwicklung von Scooters mit elektrischem Antrieb zu leisten, die Markteinführung dieser neuen Fahrzeuge wissenschaftsseitig zu unterstützen und ihre Auswirkungen auf Energie, Umwelt und Mobilitätsverhalten zu analysieren.

Kurzbeschreibung des Projekts

Das Forschungsprojekt gliedert sich in die folgenden sechs Arbeitspakete (AP):

Das AP 1 umfasst die inhaltliche und administrative Leitung des Gesamtprojektes, die Koordination aller APs sowie den gemeinsamen Auftritt gegenüber Dritten.

Im AP 2 „Marktentwicklung und –Akteure“ werden die globalen Marktentwicklungen, die Bedürfnisse und Möglichkeiten der einzelnen Marktakteure untersucht. Um die Kontinuität des Akteurnetzwerkes zu erreichen, sollen z.B. Weiterbildungsangebote vor allem für die Anbieterseite entwickelt werden.

Im AP 3 „Technologie“ werden Untersuchungen zu geeigneten E-Scooter-Batterietypen, Ladeinfrastrukturen (Suche nach kurz- und langfristigen Lösungen) und Verkehrssicherheit (Verbesserungsmöglichkeiten, Förderung sicherer Fahrweise) durchgeführt.

Das AP 4 analysiert die verschiedenen Fördermassnahmen. Hier werden bereits bestehende (z.B. im Rahmen des Programms NewRide) sowie geplante Massnahmen evaluiert.

Im AP 5 „Energie und Umwelt“ sollen fehlende Grundlagen im Bereich der E-Scooter-Lebenszyklusinventare (LCI) und Life-Cycle-Analysis (LCA) aufgearbeitet werden. Dabei stehen die Herstellung (z.B. Fragen zum Gesamtaufwand an Material und Energie), der Betrieb und die Entsorgung/Recycling von E-Scooters im Fokus der Untersuchung.

Das AP 6 ist ein Querschnittsarbeitspaket und untersucht den Energieverbrauch, die Fahrleistungen, die Ladegewohnheiten sowie das Mobilitätsverhalten der E-Scooter-Fahrer¹.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Arbeitspaket 1: Durchführung des ersten Workshops in St. Gallen bei der Empa

Rund 50 Fachleute und Interessierte sind am 21. September 2010 zum ersten Workshop des Forschungsprojekts „E-Scooter“ zur Empa nach St. Gallen gereist. Im Rahmen von vier Sessionen wurden die Themen Ladeinfrastruktur, Sicherheit, Verbrauchsmessungen und Ökobilanzierung diskutiert (vgl. E-Scooter Workshop, 2010). In allen Sessionen fanden interessante und angeregte Diskussionen statt, deren Ergebnisse vom Forschungsteam aufgenommen und in die weitere Arbeit einfließen werden. Ergänzt wurde der Workshop mit einer E-Scooter-Ausstellung und einem Schaulaufen für die Öffentlichkeit und der Einweihung einer solaren Ladestation bei der Empa.

Abbildung 1: Die neu eingeweihte Ladestation bei der Empa in St. Gallen.



In der Session Ladeinfrastruktur wurden die drei Lademöglichkeiten – zu Hause, am Arbeitsplatz und im öffentlichen Raum – genauer angeschaut und die damit verbundenen Erfahrungen und Probleme diskutiert. Anhand von verschiedenen Praxisbeispielen aus Österreich (z.B.

¹ Im Folgenden verwenden wir durchgehend die männliche Form, da zurzeit ausschliesslich Männer E-Scooter kaufen.

Salzburger Modellregion) und der Schweiz (z.B. Köniz oder St. Gallen) wurde der aktuelle Stand der Entwicklung aufgezeigt.

In der Session Sicherheit stellte die Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) ihr Sicherheitsdossier „Motorrad“ vor, und im Anschluss wurden die für E-Scooter spezifischen Aspekte, wie Geräuscharmheit, ungeübte Neulenker und elektrotechnische Aspekte diskutiert.

Die Workshop-Teilnehmenden erhielten in einer weiteren Session einen Überblick über die Problematik der Verbrauchsmessungen bei E-Scootern. Dabei wurde eine vereinfachte Messmethode, die ohne teure Prüfstände auskommt, vorgestellt. In dieser Session wurden u.a. die Wünsche der verschiedenen Akteure (z.B. Käufer, Händler, Behörden) in Bezug auf die Daten diskutiert: welche Daten brauchen welche Akteure?

In der Session Ökobilanzierung stellten die Forscher eine Analyse der Umweltwirkungen von E-Scootern vor und verglichen diese mit anderen Verkehrsmitteln. Auch wurden die Bestandteile einer modernen Li-Ionen Batterie vorgestellt und die verschiedenen Produktionsprozesse genauer unter die Lupe genommen.

Die erste Begleitgruppen-Sitzung des Forschungsprojekts fand im April 2010 an der Universität Bern statt. An dieser ersten Sitzung wurden die einzelnen Arbeitspakete detailliert vorgestellt und erste Zwischenresultate präsentiert. In der anschliessenden Diskussionsrunde erhielt das Forschungsteam wertvolle Hinweise für die weitere Arbeit.

Arbeitspaket 2: Marktentwicklung und –Akteure

Die globale Marktentwicklung wurde an der EICMA, einer der bedeutendsten Motorradmessen Europas, im November 2010 analysiert. Dort zeigte ein Grossteil der globalen Marktleader, u.a. BMW, Honda, Piaggio, Peugeot, Suzuki und Yamaha, viel versprechende Produkte. Peugeot und Yamaha haben für Frühling 2011 die Markteinführung neuer Modelle angekündigt, auch auf dem Schweizer Markt.

Die Absätze der Schweizer Anbieter blieben 2010 hinter den Erwartungen zurück, abgesehen von weiteren 1'000 Cargo-Scooter, welche die Schweizer Post von Oxygen beschafft hat. Dies hat diverse Gründe: hohe Anschaffungskosten (die tiefen Betriebskosten werden häufig übersehen), ungenügende Höchstgeschwindigkeit von 45 km/h, Lieferschwierigkeiten (fast die Hälfte der angekündigten Modelle konnten 2010 nicht oder nur mit grosser Verspätung ausgeliefert werden), mangelndes Engagement der Wiederverkäufer. Schliesslich zeigen Erfahrungen immer wieder, dass es mindestens fünf Jahre dauert, bis eine neue Technologie auf dem Markt etabliert ist (u. a. bei E-Bikes). Für 2011 könnten die erwähnten Produkte von Peugeot und Yamaha zu einer Verbesserung führen. Allerdings verfügen auch sie über eine Höchstgeschwindigkeit von nur 45 km/h.

Die empirische Forschungsliteratur bestätigt, dass die Diffusion von E-Scootern, neben dem höheren Kaufpreis, auf zahlreiche weitere Hindernisse stösst. An dieser Stelle soll kurz das Beispiel Taiwan aufgegriffen werden. Dort wurde bereits 1998 ein umfassendes Subventionsprogramm für E-Scooter initiiert, so dass u.a. die Anschaffungskosten für E-Scooter mit jenen der herkömmlichen Scooter vergleichbar waren. Dennoch verharrten die Verkaufszahlen auf einem sehr tiefen Niveau und das Subventionsprogramm wurde, früher als geplant, im Jahre 2003 wieder eingestellt. (Hwang 2010) Die Erfahrungen, welche in Taiwan gemacht wurden, deuten darauf hin, dass Subventionen alleine keine ausreichende Markteinführungsstrategie für E-Scooter sein dürften. (Yang 2010)

Ein Theorie-Ansatz aus der Innovationsliteratur, der sogenannte *Technological Innovation System Approach* (Suurs 2009) scheint sich für eine genauere Analyse der Situation in der Schweiz anzubieten. Neben den Strukturen (z.B. Stärken und Schwächen der institutionellen Voraussetzungen) sollen dabei insbesondere auch kausale Wirkungsbeziehungen wichtiger Determinanten (sog. *key activities/functions*) des technologischen Wandels untersucht werden. Diesen dynamischen Prozessen wird in der aktuellen Forschungsliteratur eine grosse Bedeutung zugemessen, und sie können Hinweise auf weitere sinnvolle Aktivitäten im Rahmen des Forschungsprojektes „E-Scooter“ aufzeigen.

Im Rahmen einer interdisziplinären Forschungsarbeit führten Studentinnen und Studenten der Allgemeinen Ökologie an der Universität Bern eine Befragung der wichtigsten Marktakteure durch: 20 E-Scooter-Händler aus der Deutschschweiz wurden zum Thema „absatzfördernde Kommunikation“ befragt. Die Untersuchung zeigt, dass viele Händler vom Produkt E-Scooter nicht überzeugt sind und deshalb den Verkauf nicht aktiv fördern. Ein grosser Teil der Händler sieht jedoch für die E-Scooter ein grosses zukünftiges Potential, aus diesem Grund führen sie diese Fahrzeuge im Sortiment. (Leising et al. in Vorbereitung)

Arbeitspaket 3: Zuverlässigkeit und Ladeinfrastruktur

Der Verkauf von elektrischen 2-Rädern war im Jahr 2010 noch immer sehr bescheiden, dementsprechend waren praktisch keine Angaben von privaten Besitzern verfügbar. Deshalb hat das Projektteam versucht, den grössten Flottenbetreiber von Elektrofahrzeugen in der Schweiz, die Post, in die Arbeiten einzubeziehen. Erste Gespräche haben (im April und Juli) mit Herrn Herbert Kessler, Leiter des Kompetenzzentrums für nachhaltige Mobilität der Mobility Solutions AG (Post), stattgefunden. Das Ziel ist, mögliche Arbeitsfelder für eine Zusammenarbeit zu identifizieren. Für das Forschungsprojekt ist es von grossem Interesse, die „Post e-Scooter Flotte“ in die E-Scooter Auswertungen einzubeziehen. Die Mobility Solutions AG baut eine Methode für die Zustands-/Zuverlässigkeitsanalyse auf, die nicht nur auf die E-Scooter sondern auf die zukünftige EV-Flotte anwendbar ist. Dabei geht es schweremwichtig um die Batterien, aber auch der Rest des elektromechanischen Antriebsstrangs und die Ladeinfrastrukturen werden beachtet. Die Mobility Solutions AG hat in ähnlichen Themen bereits mit der FH Biel (Kurt Hug) zusammen gearbeitet, ist aber daran interessiert, weitere externe Kompetenz einzubinden. Ihr geht es darum, möglichst rasch auf der Lernkurve voranzuschreiten und die anstehenden (Kauf)Entscheide mit validierten Analysen zu begründen. Die Resultate solcher Analysen sollten nach Möglichkeit in der Form von Ökobilanzen zusammengefasst werden nach Beispielen, welche das Projektteam bereits an der SwissMoto08, 09 und 10 gezeigt hat.

Im Bereich Ladeinfrastruktur (AP 3.2) wurden weitere Fortschritte erzielt. Die Gemeinde Köniz hat zusammen mit den BKW zwei gedeckte Zweirad-Abstellplätze bei Gemeindeliegenschaften mit einfachen Aussensteckdosen ausgerüstet. Die EMPA St. Gallen hat bei ihrem gedeckten Zweiradabstellplatz Steckdosen mit einem Zähler und Aussensicherungen montiert. Die Sankt Galler Stadtwerke haben Projekte für die Erstellung von fünf öffentlichen Ladestationen erstellt.

Im LEMnet, einem internationalen Verzeichnis von Ladestationen für Elektrofahrzeuge, wurde eine neue Signatur „Elektro-Zweiräder“ für Stationen eingeführt, an denen nur einspurige Fahrzeuge geladen werden können.

Am Workshop vom 21. 9. 2010 an der EMPA St. Gallen wurden diverse Ladestationen vorgestellt. Die Anschaffungs- und Erstellungskosten sind jedoch unverhältnismässig hoch.

Im Berichtsjahr wurden auch die Arbeiten am Thema „Sicherheit“ aufgenommen. Das kürzlich erschienene Sicherheitsdossier „Motorrad“ der bfu stellt eine umfassende, fundierte Grundlage dar, welche grösstenteils auf Motorräder mit Elektroantrieb übertragbar ist. Zusätzlich wurden folgende E-Scooter-spezifische Aspekte der Verkehrssicherheit untersucht:

- Ungeübte Fahrer: An Ausstellungen zeigen häufig Personen im Alter zwischen 40 und 60 Jahren Interesse an E-Scootern. Diese verfügen von ihrer Jugendzeit her über einen Führerausweis für Motorräder, aber seit Jahren über keine Fahrpraxis mehr. Weil sie im Allgemeinen nicht die Geschicklichkeit beim Umgang mit neuen Geräten wie Jugendliche haben, stellen sie eine besonders gefährdete Risikogruppe dar.
- Weil E-Scooters praktisch keinen Lärm verursachen, werden sie von Fussgängern schlecht wahrgenommen. Auch wenn E-Scooter-Fahrer ihre Fahrweise automatisch entsprechend anpassen, können Gefahren entstehen.
- Elektrotechnisch können Gefahren bei unsachgemäsem Umgang mit Batterien, Ladegeräten und Kabeln entstehen. Eine Analyse im Zusammenhang mit electrosuisse hat aufgezeigt, dass diese beherrschbar sind, wenn Hersteller und Fahrer entsprechend informiert sind und sich richtig verhalten.

Arbeitspaket 4: Fördermassnahmen

Im AP 4 werden die verschiedenen Fördermassnahmen analysiert. 2010 wurden folgende Schwerpunkte gesetzt:

- Evaluation Sonderschau „E-Scooter“ im Rahmen der Swiss-Moto 18.-21. Februar 2010: Wiederum wurde dieser wichtigsten Ausstellung besondere Beachtung geschenkt. Im Vordergrund stand die Befragung der Aussteller während und nach der Messe. Gegenüber dem Vorjahr konnte der Erhebungsaufwand deutlich verringert werden. Die Empfehlungen des Evaluationsberichts 2009 waren bereits in die Vorbereitung der Swiss-Moto 2010 eingeflossen. (Lendis, Haefeli 2010a)
- In einer gesonderten Befragung wurden die Langzeitwirkungen einer Probefahrt mit einem E-Scooter analysiert. Dafür wurden im April 2010 alle Personen angeschrieben, welche an der

Swiss-Moto 2009 die Sonderausstellung „All Electric“ besucht und ein oder mehrere Elektrofahrzeuge (Elektro-Scooter) getestet haben. Sie wurden per Mail aufgefordert, einen Fragebogen auszufüllen. Die Antworten von 86 Personen konnten ausgewertet werden. Die Erfahrungen bei der Probefahrt wurden in der Erinnerung überwiegend als sehr positiv bezeichnet, trotzdem haben nur sehr wenige der Probefahrenden mittlerweile einen E-Scooter gekauft. Als Hauptgründe dafür wurden der Preis und die bereits gute Fahrzeugausstattung des eigenen Haushalts genannt. Aus der Sicht von knapp zwei Dritteln (62.8 Prozent) der Antwortenden sind E-Scooter heute bereits marktfähig. 86 Prozent glauben, dass E-Scooter in den nächsten fünf bis zehn Jahren den Durchbruch auf dem Markt schaffen werden, und jeweils drei Viertel geben an, dass es für den Marktdurchbruch ein flächendeckendes Netz an öffentlichen Ladestationen braucht, und dass die grossen Rollerhersteller E-Scooter anbieten müssten. (Landis, Haefeli 2010b)

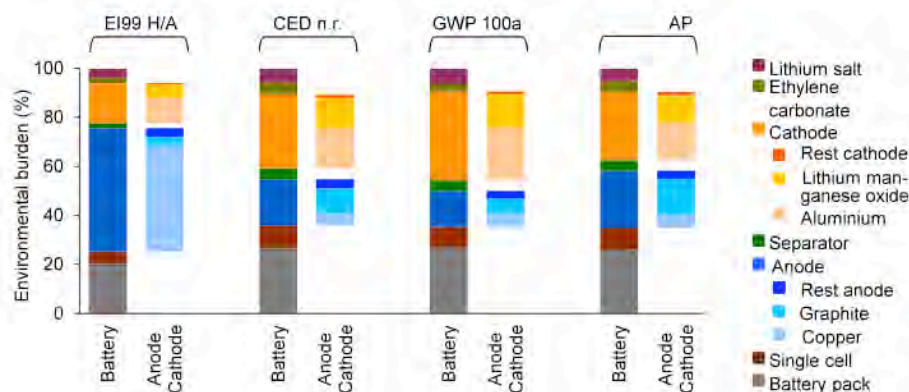
- Die E-Scooter-Testtage des Jahres 2010 wurden in Kooperation mit NewRide laufend evaluiert. 2010 wurden im Rahmen des Aktionsprogramms E-Scooter insgesamt 32 E-Scooter-Testtage durchgeführt. Davon fanden 24 in der Deutschschweiz und acht in der Westschweiz statt. Insgesamt wurden 685 Testfahrten mit E-Scootern absolviert, und an die 3'685 Besucher wurden 149 Testgutscheine abgegeben. Es wurden vor allem die Marken IO-Scooter, Vectrix, PGO und Vespino zur Probe gefahren. (NewRide 2010)

Ein Papier über Erfahrungen mit finanziellen Anreizen im Verkehr und in verwandten Bereichen im In- und Ausland wurde fertig gestellt. Es wurde gezeigt, dass Subventionen je nach Höhe mehrheitlich direkte materielle Wirkung zeigen oder aber auch als symbolisches „Qualitätssiegel“ für die neuen Produkte dienen können. Die Wirkungsmechanismen verschiedener Kategorien von finanziellen Anreizen wurden analysiert und ihre Vor- und Nachteile erörtert. Aus der Literaturanalyse wurden Empfehlungen für die weitere E-Scooter-Förderung abgeleitet. Insbesondere wurde im Papier die Bedeutung der formalen Inszenierung der Subventionsübergabe betont. Ziel ist die Gewinnung der E-Scooter-Käuferschaft als Botschafter für die weitere Verbreitung der Elektro-Zweiräder. Weiter wurde darauf hingewiesen, dass eine lange Laufzeit der Programme in der Regel die unerwünschten Mitnahmeeffekte verringert, und dass im Bereich der Kommunikation bewusst und vermehrt der Bezug zu den heute sehr populären E-Bikes gesucht werden soll. (Haefeli 2010)

Arbeitspaket 5: Energie & Umwelt

Im AP „Life Cycle Inventory LCI“ wurde das Öko-Inventar für eine moderne Li-Ionenbatterie erstellt und publiziert. Eine typischerweise in Elektrofahrzeugen eingesetzte Batterie wurde detailliert analysiert bezüglich Materialien und Herstellungsprozessen während des gesamten Lebenswegs (siehe Abb. 2). Die Ergebnisse wurden ausführlich dokumentiert und konnten in einer wissenschaftlichen Zeitschrift publiziert werden. (Notter et al. 2010)

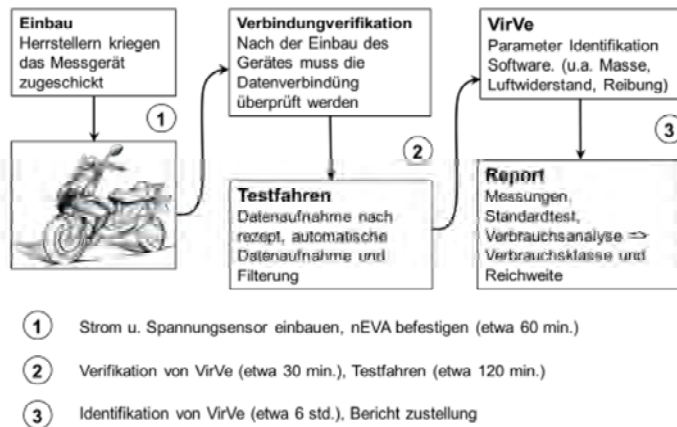
Abbildung 2: Umweltauswirkungen der Hauptkomponenten einer Li-Ion Batterie.



Erfreulicherweise war es auch schon dieses Jahr möglich, das Inventar in die neuste Version der weltweit grössten Ökoinventar-Datenbank ecoinvent v2.2 zu integrieren, so dass diese Daten einem breiten Publikum zur Verfügung stehen. Die Erarbeitung dieser Daten war ein wichtiger Meilenstein für die weiteren Analysen über die Umweltverträglichkeit von Elektrofahrzeugen innerhalb des Forschungsprojekts, da diese Daten bisher nicht vorhanden oder mit sehr grossen Unsicherheiten behaftet waren.

Die herkömmlichen Verfahren zur Verbrauchsmessung mittels Rollenprüfständen sind zwar standardisiert, aber eher auf Emissionsmessungen von Luftschadstoffen im Fahrbetrieb ausgerichtet, welche bei E-Scootern natürlich unnötig sind. Auch erlauben diese z.B. nicht, die energiesparenden Möglichkeiten der Rekuperation im städtischen Verkehr oder in hügeligem Gelände in die Messungen einzubeziehen. Im Arbeitspaket „Verbrauchsmessung“ wurde eine einfache, kostengünstige und allgemein anwendbare Methode entwickelt. Sie verzichtet auf die Verwendung von Rollenprüfständen und ist mit einer minimalen, temporären Nachrüstung für elektrische Messtechnik in kurzer Zeit durchführbar. Die Methode erlaubt es, neue E-Scooter in ihrer Fahrleistung/Reichweite zu vergleichen.

Abbildung 3: Ablauf eines Verbrauchsmessung-Tests.



Dazu wird auf dem Fahrzeug temporär eine geeignete Messtechnik für die aktuelle Position (via GPS) sowie die relevanten Spannungen und Ströme des Antriebsstrangs eingebaut. Um Ungenauigkeiten der Positionsmessung zu minimieren, werden z.T. redundante Messungen mit einbezogen (z.B. 3D Beschleunigung, Luftdruck und Raddrehzahl). Sowohl die E-Scooter-Kinematik (Fahrbewegung) als auch die elektrische Leistung werden während einer normalen Fahrt gemessen, digitalisiert und aufgezeichnet. Um den nachfolgenden rechnerischen Aufwand zu minimieren, werden z.T. auch bestimmte Fahrten nach Rezept gefahren, wie z.B. „volle Beschleunigung aus dem Stand bis zur max. Geschwindigkeit“ oder „Ausrollen von einer vorgegebenen Geschwindigkeit bis zum Stillstand“ oder „Fahren mit konstanter Geschwindigkeit“. Ein einfaches mathematisches Abbild des Fahrzeugs, ein sogenanntes „grey box model“, welches aus den physikalischen Gegebenheiten des E-Scooters entwickelt wird, definiert die theoretische Dynamik des E-Scooters, d.h. es erlaubt zu berechnen, welches z.B. die momentane Beschleunigung des Fahrzeugs bei der momentanen elektrischen Leistung oder was der voraussichtliche Energiebedarf für eine bestimmte Fahrstrecke ist.

Durch einen Vergleich der Messdaten mit den Voraussagen des Modells lassen sich nun mit einer Software die fehlenden Fahrzeugkenndaten (Parameter) wie z.B. die Fahrzeugmasse und der Luftwiderstand identifizieren. Schliesslich kann jetzt mit den nunmehr bekannten Fahrzeugparametern der Verbrauch bzw. die Reichweite gemäss Standardtests wie z.B. NEFZ² oder WMTC³ ebenfalls auf dem Computer ermittelt werden; d.h. Testfahrten bzw. Rollenprüfungen können gerechnet / virtuell durchgeführt werden. Der ermittelte Energieverbrauch dieser Fahrttests ist mit Resultaten von wirklichen Rollenprüfungen verifiziert worden. Diese Tests wurden auf dem Prüfstand im „Motorenhaus“ der Empa in Dübendorf durchgeführt. Es wurden dazu eine Quantya EVO1 und ein Peugeot Scootelec verwendet. Natürlich muss der Energieverbrauch im Fahrbetrieb mit den Energieverlusten beim Laden ergänzt werden. Diese Ladeverluste können erheblich sein. Bei entsprechenden Versuchen hat sich gezeigt, dass die Wahl der richtigen Messtechnik absolut kritisch ist. Viele der handelsüblichen Energiekostenmessgeräte sind untauglich, da sie mit den z.T. starken Oberwellen der Netzströme nicht klar kommen (siehe auch AP5.4).

Da die Resultate der Lebenszyklusanalyse stark mit der Zuverlässigkeit / Lebensdauer der Fahrzeuge (Batterie und Gesamtfahrzeug) zusammenhängt, gibt es eine starke Verbindung zwischen AP „Zuverlässigkeit“ und AP „Life Cycle Assessment LCA“. Ob eine Batterie zum Beispiel alle zwei Jahre ersetzt werden muss oder gleich lange eingesetzt werden kann wie das gesamte Fahrzeug, kann nur zum Teil aus theoretischen Angaben bestimmt werden. In diesem Sinne ist die Beschaffung und Analyse von guten realen Daten, beispielsweise unter Einbezug von professionellen Flotten wie die E-Scooter

² NEFZ = Neuer Europäischer FahrZyklus

³ WMTC: World Motorcycle Test Cycle

Flotte der Mobility Solutions AG der Post, wichtig. Erste Angaben weisen darauf hin, dass die Lebensdauer von modernen Li-Ionenbatterien mehrere Jahre (über 1000 Zyklen) betragen kann.

Erste Auswertungen der Umweltauswirkungen der Batterie beim Einsatz in Autos wurden gemacht. Die Datenlage bei 2-Rädern ist unsicherer als bei 4-Rädern und muss verbessert werden, bevor belastbare Aussagen gemacht werden können. Ebenfalls gibt es Klärungsbedarf bei der Angabe des Energieverbrauchs. Es zeigt sich zunehmend, dass zwischen Energieverbrauch des Fahrzeugs (ausschlaggebend für die Reichweite) und Energieverbrauch ab Steckdose (Ausschlaggebend für die Stromrechnung) unterschieden werden muss. Damit dies möglich ist, müssen beide Verbräuche über längere Zeit aufgenommen werden. Da damit die Datenerhebung komplizierter wird, sind Empa und externe Partner daran, das Messkonzept und die Messtechnik zu erweitern.

Abbildungen 4: Test verschiedener im Handel erhältlicher Energiekostenmessgeräte.



Arbeitspaket 6: (Querschnitts-Arbeitspaket)

2010 wurde die Detailplanung des AP 6 ausgearbeitet, die Befragungs-Tools erstellt und mit der Befragung der ersten E-Scooter Käufer begonnen.

Das AP 6 hat zum Ziel, den Alltagseinsatz, die Erfahrungen und das Mobilitätsverhalten der E-Scooter-Käufer zu kennen, die Zuverlässigkeit und Sicherheit der E-Scooter zu durchleuchten sowie die Zielgruppen für E-Scooter KäuferInnen zu bestimmen. Diese Erhebung soll auch bei Flottenfahrzeugen durchgeführt werden. Es wurden folgende Fragestellungen formuliert:

- Mobilitätsverhalten und der Fahrzeugnutzung: Wie werden die ES eingesetzt? Welche Verkehrsmittel würden am ehesten für die ES-Fahrten benutzt, falls dieser nicht zur Verfügung stünde? Weglänge, -dauer, -zweck? Etc.
- Fahrleistungen und Energie: Wie hoch ist der Energieverbrauch und die Reichweite? Wie viele km werden zurückgelegt? Wie hoch sind die Kosten pro Jahr?
- Ladegewohnheiten / Alterung der Batterie: welches sind die Ladegewohnheiten? Bei welchem Batterie-Ladezustand wird nachgeladen? Etc.
- Verkehrssicherheit und Zuverlässigkeit: Welche Pannen/Ausfälle haben die Käufer zu verzeichnen? Wie wird die Verkehrssicherheit durch die Fahrer eingestuft? Welches sind die regelmässigen Wartungsarbeiten? Etc.
- Marktchance und Fördermassnahmen: Wie schätzen die Käufer die Marktchancen? Wie schätzen sie die Fördermassnahmen ein? Etc.

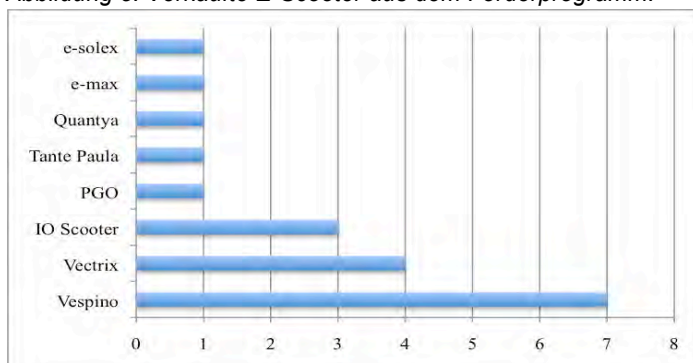
Um die Forschungsfragen zu beantworten, wurde ein zweistufiges Forschungsdesign gewählt: 1) Für die Untersuchung der Auswirkungen eines E-Scooter-Kaufs auf das Mobilitätsverhaltens wurde ein Wirkungsmodell aus drei Bilanzen ausgearbeitet, wobei drei verschiedene Zeitpunkte („vor dem Kauf“, „nach dem Kauf“, „hypothetischer Fall“) einbezogen wurde (vgl. Anhang 1 und 2). 2) Für die Erfassung des Stromverbrauchs, der Fahrleistungen und der speziellen Ereignisse (z.B. Reparaturen, Schäden, etc) wurde ein Tagebuch in Form von Excel-Tabellen erstellt (vgl. Anhang 3).

Zum Vorgehen: Die IKAÖ der Universität Bern erhält von den Förderstädten⁴ die Angaben der Käufer, welche einen E-Scooter mit finanzieller Unterstützung gekauft haben. Drei Monate nach Kauf schickt die IKAÖ den E-Scooter-Nutzern die Befragungs-Unterlagen (Fragebogen und Tagebuch) per Mail zu und fixiert gemeinsam mit ihnen die Erhebungsmonate (1 x warmer Monat und 1 x kalter Monat).

⁴ 2010 gewähren folgende Städte Förderbeiträge für E-Scooter: Bern, Neuchâtel, St. Gallen, Lausanne, Luzern und Zürich. Die Stadt Basel wird im 2011 mit der Umsetzung beginnen.

Nach einem Pre-Test mit drei Probanden startete die Untersuchung im Sommer 2010. Bis Ende November wurden im Untersuchungsgebiet 19 Förderbeiträge genehmigt. Abbildung 5 zeigt, dass im Rahmen der Förderaktion vor allem E-Scooter der Marke Vespino gekauft wurden.

Abbildung 5: Verkaufte E-Scooter aus dem Förderprogramm.



Zur Zeit laufen die Untersuchungen bei 10 deutschsprachigen Probanden aus den E-Scooter-Förderstädten St. Gallen, Bern, Zürich. In der Westschweiz werden bis Ende Jahr zwei weitere Probanden bei der Befragung mitmachen.

In einem weiteren Arbeitsschritt sollen die Flottenbesitzer mit den bestehenden Tools befragt werden. Die Durchführung dieser Umfrage ist für nächstes Jahr geplant.

Bewertung 2010 und Ausblick 2011

Die meisten Arbeitspakete konnten im 2010 planmässig und erfolgreich durchgeführt werden. Die Untersuchung der E-Scooter-Nutzer gestaltet sich zurzeit schwierig wegen der geringen Kaufzahlen; aus diesem Grund ist das Forschungsteam zusammen mit den relevanten Akteuren daran, Sofortmassnahmen für eine bessere Diffusion von E-Scootern zu formulieren und umzusetzen.

Im 2011 werden die geplanten Arbeitsschritte in den verschiedenen APs weitergeführt (vgl. Forschungsprojekt E-Scooter, Kap. 4: Terminplan). Im Februar findet die Swiss-Moto 2011 statt, und hier werden wichtige Kontakte vor allem mit E-Scooter-Anbietern aufgenommen. Als zweiter Meilenstein im 2011 ist die Organisation und Durchführung der zweiten Begleitgruppensitzung im Frühling aufzuführen.

Referenzen

- BAFU (2004). Elektro-Zweiräder: Auswirkungen auf das Mobilitätsverhalten. Bern.
- Suurs, R. A. A. (2009). Motors of sustainable innovation: Towards a theory on the dynamics of technological innovation systems. Utrecht, Utrecht University.
- E-Scooter Workshop (2010). Unterlagen zu beziehen unter <http://www.ikaoe.unibe.ch/forschung/e-scooter/index.html>.
- Haefeli, U. (2010). Finanzielle Anreize bei der Förderung von E-Scootern. Unterlagen zu beziehen unter <http://www.ikaoe.unibe.ch/forschung/e-scooter/index.html>.
- Hwang, J. J. (2010). Sustainable transport strategy for promoting zero-emission electric scooters in Taiwan. Renewable and Sustainable Energy Reviews **14**(5): 1390-1399.
- Landis, F., Haefeli, U. (2010a). Swiss-Moto 2010. Unterlagen zu beziehen unter <http://www.ikaoe.unibe.ch/forschung/e-scooter/index.html>.
- Landis, F., Haefeli, U. (2010b). Nachbefragung Probefahrende Swiss-Moto 2009, Unterlagen zu beziehen unter <http://www.ikaoe.unibe.ch/forschung/e-scooter/index.html>.
- NewRide (2010). Jahresbericht NewRide 2010, Unterlagen zu beziehen unter <http://www.ikaoe.unibe.ch/forschung/e-scooter/index.html>.
- Notter, D.A., Gauch, M., Widmer, R. et al. (2010). Contribution of Li-Ion Batteries to the Environmental Impact of Electric Vehicles. Empa, Dübendorf.
- Yang, C.-J. (2010). Launching strategy for electric vehicles: Lessons from China and Taiwan. Technological Forecasting and Social Change **77**(5): 831-834.
- Leissing, A. et al. (in Vorbereitung). Der Diffusionsprozess von E-Scootern. Eine Untersuchung der absatzfördernden Kommunikation von HändlerInnen. Interdisziplinäre Forschungsarbeit zu allgemeinen ökologischen Fragestellungen, IKAÖ, Universität Bern.

Anhang 1: AP 6: Grundlagen für die Nutzerbefragung

1. Kennzahlen der E-Scooter Nutzer

Die Befragung soll sich auf drei Situationen beziehen:

„Vorher“: Situation zum Zeitpunkt, unmittelbar bevor der Befragte einen E-Scooter kaufte.

„Heute“: aktuelle Situation, kurz nach der Inbetriebsetzung; Kunde muss Fahrzeug besitzen und bereits einsetzen.

„hypothetischer Fall“: aktuelle Situation, falls es keinen E-Scooter Kauf gegeben hätte.

2. Wirkungen: Mobilitätsverhalten, Fahrleistungen und Energieverbrauch

Die Analyse der Auswirkungen des E-Scooter-Kaufs auf das Mobilitätsverhalten wird mit einem Quervergleich (mit/ohne E-Scooter) durchgeführt. Dabei sind drei Ansätze zu kombinieren:

Bilanz 1:

E-Scooter wird vom hauptsächlichen Nutzer als Ersatz-Fahrzeug (v.a. für MIV/ÖV-km) eingesetzt.

Grundlage: Antworten auf die Frage, wie die E-Scooter-Fahrer Wege ohne E-Scooter gemacht hätten; Situation „heute“ mit Hochrechnung „hypothetische Situation“ (z.B. „welches VM würde am ehesten für die E-Scooter-Fahrt benutzt, falls dies nicht zur Verfügung stünde? Wie hätten Sie die Fahrt vor dem E-Scooter Kauf zurückgelegt?“).

Annahme: Die E-Scooter-Fahrt würde auch ohne E-Scooter zurückgelegt, und zwar mit dem Auto/Motorrad/thermischer Roller/ÖV/E-Bike/Velo)

→ xx km mit ersetztem Verkehrsmittel.

Bilanz 2:

E-Scooter wird als zusätzliches Fahrzeug eingesetzt; dh. es werden mit dem E-Scooter zusätzliche oder längere Fahrten gemacht.

Grundlage: Aufrechnung der getätigten E-Scooter-km, die ohne zusätzliches Fahrzeug nicht gemacht worden wären (z.B. „Hätten Sie diese Fahrt auch ohne E-Scooter zurückgelegt?“).

Bilanz 3:

Auswirkungen auf den Fahrzeugpark im Haushalt: Hat der E-Scooter ein Fahrzeug (v.a. Motorrad, Auto) ersetzt (bzw. ist das in absehbarer Zukunft geplant)? Was wäre ohne E-Scooter-Angebot gemacht worden? Wäre in absehbarer Zukunft ein zusätzliches Fahrzeug (v.a. Motorrad/Auto) angeschafft worden? → Die Fahrzeughaltung hat grossen induzierenden Effekt.

Ad 1 und 2: E-Scooter-Fahrten ersetzen vor allem MIV- und ÖV-Fahrten (siehe E-TOUR-Studie: E-Scooter ersetzen hauptsächlich PW- und ÖV-km, S. 95)

Elektrozweiräder werden hauptsächlich als zusätzliche Fahrzeuge gekauft (E-TOUR; S. 114).

Die gesamten Fahrleistungen der E-Scooter-Haushalte steigen bei einem E-Scooter Kauf an (E-TOUR: durchschnittlich FL sind um 3-6% gestiegen, S. 115).

Wirkungen:

Bilanz 1 - Bilanz 2 = untere Grenze

Bilanz 1 - Bilanz 2 + Bilanz 3 = obere Grenze

u^b

^b
UNIVERSITÄT
BERN

Interfakultäre
Koordinationsstelle für
Allgemeine Ökologie (IKAÖ)

Bern, im November 2010

Befragung der Nutzerinnen und Nutzer von E-Scooter

Beachten Sie bitte folgende Punkte:

- Bitte füllen Sie als **hauptsächlicher Nutzer oder hauptsächliche Nutzerin** diesen Fragebogen aus. Dabei ist zu beachten: Der Nutzer muss nicht unbedingt mit dem Käufer übereinstimmen.
- Bitte achten Sie darauf, dass Sie den Fragebogen möglichst vollständig ausfüllen.
- Die Daten werden anonym und streng vertraulich behandelt. Für die Auswertungen werden die Angaben im Fragebogen zusammengefasst. Wir ziehen keine Rückschlüsse auf einzelne Personen.
- Bei Fragen stehe ich (Heidi Hofmann) Ihnen gerne zur Verfügung: Telefon 031 631 39 25 oder hofmann@ikaoe.unibe.ch.
- Bitte senden Sie den ausgefüllten Fragebogen an Universität Bern, IKAÖ, H. Hofmann, Schanzeneckstrasse 1, PF 8573, 3001 Bern.

Heidi Hofmann
Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Schanzeneckstrasse 1, PF 8573
CH-3001 Bern

Tel. +41 (0)31 631 39 25
Fax +41 (0)31 631 87 33
hofmann@ikaoe.unibe.ch
www.ikaoe.unibe.ch

A Angaben zum Mobilitätsverhalten

- Name und Vorname
 Strasse Nr.
 PLZ, Wohnort
 Marke, Typ des E-Scooters
 Seit wann benutzen Sie den E-Scooter? (Bitte Datum angeben)

- Zuerst einige Angaben zu konkreten E-Scooter Fahrten, die Sie unternommen haben.
 Bitte geben Sie die letzten sechs E-Scooter Fahrten an, soweit Sie sich daran erinnern können:

		Fahrt 1	Fahrt 2	Fahrt 3	Fahrt 4	Fahrt 5	Fahrt 6
Datum	Tag/Monat/Jahr						
Gefahrene Distanz	Km						
Zeit	Min						
Zweck	1=Arbeits-/Ausbildungsweg 2=Einkauf 3=Geschäftlich 4=Freizeit						

- Nun interessiert uns: Hätten Sie diese Fahrten (siehe Frage 2) auch ohne E-Scooter unternommen? Bitte nur Hauptverkehrsmittel (Kategorie 1 Auto-6 sonst.) für diesen Weg nennen.

		Fahrt 1	Fahrt 2	Fahrt 3	Fahrt 4	Fahrt 5	Fahrt 6
Ja, mit...	1=Auto 2=Motorrad/Roller 3= ÖV(Bus/Bahn/Tram) 4=E-Bike 5=Fahrrad 6=sonstiges						
Nein, aber eine kürzere Fahrt mit.	1=Auto 2=Motorrad/Roller 3= ÖV(Bus/Bahn/Tram) 4=E-Bike 5=Fahrrad 6=sonstiges						
Nein, aber eine etwa gleich lange Fahrt mit.	1=Auto 2=Motorrad/Roller 3= ÖV(Bus/Bahn/Tram) 4=E-Bike 5=Fahrrad 6=sonstiges						
Nein, aber eine längere Fahrt mit.	1=Auto 2=Motorrad/Roller 3= ÖV(Bus/Bahn/Tram) 4=E-Bike 5=Fahrrad 6=sonstiges						
Nein,	keine Fahrt unternommen						

4. Wie viele Kilometer legen Sie pro Monat durchschnittlich mit Ihrem E-Scooter zurück?
- Sommerhalbjahr: km
- Winterhalbjahr: km
5. Wie viele Kilometer legen weitere Personen pro Monat durchschnittlich mit Ihrem E-Scooter zurück (Schätzung genügt)?
- Sommerhalbjahr: km
- Winterhalbjahr: km

6. Welche der nachstehenden Sicherheitsmassnahmen befolgen Sie auf Ihren E-Scooter-Fahrten? (Bitte ankreuzen, Mehrfachnennungen möglich)

	immer	gelegentlich	selten	nie
Ich schalte das Licht auch tagsüber ein.				
Ich beharre nicht auf meinen Vortritt.				
Ich suche den Blickkontakt mit anderen Verkehrsteilnehmern.				
Ich rechne damit, dass Fussgänger plötzlich die Fahrbahn betreten.				
Ich trage Kleider, in denen ich für andere gut sichtbar bin.				
Ich trage gut angepasst einen Helm.				
Ich trage einen Helm, der nach ECE-Reglement Nr. 22 geprüft ist.				
Ich trage spezielle Motorradkleidung.				
Ich trage spezielle protektive Bekleidung (protektive Elemente in die Bekleidung eingenäht oder herausnehmbar, oder zusätzlich getragen).				
Ich trinke kein Alkohol als E-Scooter-Lenker.				

7. Ergeben sich durch das Fehlen des Motorgeräusches gefährliche Situationen mit Fussgängern oder anderen Verkehrsteilnehmenden?
- selten gelegentlich nie
8. Aus welchen Gründen haben Sie sich für einen E-Scooter entschieden? Bitte nennen Sie höchstens zwei Gründe.
- Umwelt
- Schnelligkeit
- Grössere Mobilität
- Geräuschlosigkeit
- Fahrspass
- Image
- Aktion / finanzielle Unterstützung seitens Gemeinde
- Weiteres

9. Hat Ihr E-Scooter ein anderes Fahrzeug in Ihrem Haushalt ersetzt oder planen Sie in näherer Zukunft, ein Fahrzeug aus Ihrem Haushalt zu ersetzen, bzw. zu verkaufen?
- Nein
 - Ja, welches?
 - ein Auto
 - ein Motorrad/Roller
 -
10. Wieviel teurer darf ein E-Scooter gegenüber einem konventionellen Benzin-Motorrad/Roller für Sie sein?
- Fr.....
11. Haben Sie ein Abonnement des öffentlichen Verkehrs nicht mehr erneuert seit/aufgrund Ihres E-Scooter Kaufs oder planen Sie dies?
- Ja, welches Abonnement?.....
 - Ja, aber nur während dem Sommerhalbjahr, nämlich folgendes Abonnement.....
 - Nein
12. Hätten Sie in absehbarer Zukunft ein zusätzliches Fahrzeug gekauft, wenn es keinen E-Scooter gäbe?
- Ja, ich hätte ansonsten
 - ein Auto gekauft
 - ein Motorrad/Roller gekauft
 - Nein
13. Sind Sie mit Ihrem Fahrzeug grundsätzlich
- sehr zufrieden
 - zufrieden
 - nicht zufrieden
 - unzufrieden
14. Möglicherweise steht anderen Personen in Ihrem Haushalt aufgrund Ihrer E-Scooter-Nutzung vermehrt ein Auto oder ein Motorrad zur Verfügung. Werden aus diesem Grund vermehrt Auto-/Motorradkilometer zurückgelegt? (Vermehrte Autonutzungen aus anderen Gründen bitte ausklammern.)
- Nein, trifft nicht zu

- Ja, aber nur in bescheidenem Ausmass
- Ja, in erheblichem Ausmass

B Angaben zum Nutzer und Haushalt

15. Anzahl Personen (inkl. Sie), die in Ihrem Haushalt leben.....

16. Angaben zum Haushalt (bitte pro Person, inkl. Sie, eine Zeile ausfüllen):

Persoen im Haus- halt	Jahrgang	Fuhrerschein der Kategorie A1 (Motorrader mit max. 11 kW)	Fuhrerschein der Kategorie B (Personenwagen)	Erwerbstatigkeit: 1=Voll erwerbstatig 2=Teilzeit erwerbstatig 3=Haushalt 4=zur Zeit nicht erwerbstatig 5=in Ausbildung 6=in Pension
Person 1	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, Fahrprufung vor 2003 <input type="checkbox"/> ja, Fahrprufung nach 2003 <input type="checkbox"/> nein	
Person 2	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, Fahrprufung vor 2003 <input type="checkbox"/> ja, Fahrprufung nach 2003 <input type="checkbox"/> nein	
Person 3	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, Fahrprufung vor 2003 <input type="checkbox"/> ja, Fahrprufung nach 2003 <input type="checkbox"/> nein	
Person 4	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, Fahrprufung vor 2003 <input type="checkbox"/> ja, Fahrprufung nach 2003 <input type="checkbox"/> nein	
Person 5	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, Fahrprufung vor 2003 <input type="checkbox"/> ja, Fahrprufung nach 2003 <input type="checkbox"/> nein	
Person 6	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, Fahrprufung vor 2003 <input type="checkbox"/> ja, Fahrprufung nach 2003 <input type="checkbox"/> nein	

17. Wie viele Fahrzeuge der folgenden Kategorie besitzen Sie in Ihrem Haushalt heute?

Fahrzeugtyp	Anzahl Fahrzeuge im Haushalt
Auto	
Motorrad (Benzin)	
Roller (Benzin)	
Mofa	
E-Bike	
Fahrrad mit gultiger Velonummer	
Weitere	

18. Sind die in den letzten 5 Jahren regelmässig Roller/Motorrad gefahren?
 Ja Nein

19. Wie viele Abonnemente des öffentlichen Verkehrs besitzt Ihr Haushalt heute?

Abonnements-Typ	Anzahl Abonnemente im Haushalt
Halbpreisabonnement (1/2-Tax)	
Streckenabonnement/Verbundsabonnement	
Generalabonnemente (GA)	
Andere	

20. Sind Sie Mitglied einer Car-Sharing-Organisation?

- Ja
 Nein

21. Welche Ausbildung haben Sie zuletzt abgeschlossen?

- Obligatorische Schule (Primar-, Real-, Sekundar-, Bezirksschule)
 Berufslehre (Gymnasium, Berufsmittelschule, ehemaliges Lehrerseminar)
 Hochschule (Universität, Fachhochschule, pädagogische Hochschule)

22. Wie hoch ist das gesamte Brutto-Monatseinkommen in Ihrem Haushalt 2010?

- unter Fr. 2'000.-
 zwischen Fr. 2'000.-- und Fr. 4'000.--
 zwischen Fr. 4'001.-- und Fr. 6'000.--
 zwischen Fr. 6'001.-- und Fr. 8'000.--
 zwischen Fr. 8'001.-- und Fr. 10'000.--
 zwischen Fr. 10'001.-- und Fr. 12'000.--
 zwischen Fr. 12'001.-- und Fr. 14'000.--
 höher als Fr. 14'000.--

23. Haben Sie weitere Bemerkungen?

.....

Vielen Dank für Ihre wertvolle Mitarbeit!

Anhang 3: AP 6 „Tagebuch“

E-Scooter Tagebuch

Fahrzeug

Marke: Vectrix
Modell: VX 1
Kennzeichen:
Halter: Roland De Vallier

Versuchsperiode

Begin 00.01.00
Ende 0

Energiekonsum

Netz gesamt 0 kWh
Netz mittel #DIV/0! kWh
Battladung gesamt - Ah
Battladung mittel #DIV/0! Ah

weitere Angaben

Fahrzeuggewicht 95.0 kg
Zuladung 70.0 kg
Reifen vorne
Reifendruck vorne bar
Reifen hinten
Reifendruck hinten bar
Batt Kapazität 2.0 kWh
Batt Typ LiPo, MnO
Batt Hersteller Kokam
Zellen 14s1p
max. U_Batt 58.0 V
max. U_Batt 46.0 V

Ladegeräte (wird im Arbeitsblatt "Energie" verwendet)

1 Quantya Standard 1ph 20A
2 Quantya Rapid 3ph 100A
3 weitere

Ladeort (wird im Arbeitsblatt "Energie" verwendet)

1 zu Hause
2 am Arbeitsort
3 öffentlich
4 weitere

Rechengrößen

Benzin_äq 1 l/kWh

Energie-Erfassungen

Marke:	Tante Paula												
Modell:	Ferdinant II												
Kennzeichen:	235 758												
		Ort: 1= zu Hause, 2 = am Arbeitsort, 3= an einer öffentlichen Lademöglichkeit, 4= weitere											
Obligatorisch:													
Ladezyklen	Datum	Ladeg.	Ort	km-Zähler Stand		Netzenergiebezug [kWh]			Verbrauch		Batt-Anzeige		
#	TT.MM.JJJJ			beim Laden	Tripp	vor Laden	nach Laden	Diff	[kWh/100km]	[l/100km]	vor Laden	Nach Laden	
0	Total / Mittel												
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													

Erfassung Ereignisse

Marke:	Vectrix				
Modell:	VX 1				
Kennzeichen:	0				
Ereignis	Datum		Ereignis	Kosten	Ausfalldauer
#	TT.MM.JJJJ	km-Stand		[CHF]	(Tage)
2			Total	20.00	
1	03.04.10	72	Bremshebel abgebrochen (kippte vom Ständer)	20.00	
2	03.04.10	80	Kette 2 x vom Kettenblatt gesprungen	-	
3					
4					
5					
6					
7					
8					