



Jahresbericht 2011 (V2)

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



Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm Verkehr oder Verfahrenstechnik oder Akkumulatoren
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Kofinanzierung:

Bundesamt für Strassen ASTRA, CH-3003 Bern

Auftragnehmer:

Forschungsgemeinschaft E-Scooter
IKAÖ, Universität Bern
Schanzeneckstrasse 1
PF 8573
CH-3001 Bern
www.ikaoe.unibe.ch/forschung/e-scooters/index.html

Autorin und Autoren:

Heidi Hofmann, IKAÖ, Universität Bern, hofmann@ikaoe.unibe.ch
Ueli Haefeli, Interface, haefeli@interface-politikstudien.ch
Urs Schwegler, Verkehrsplanung, schwegler@bluewin.ch
Rolf Widmer, Empa St. Gallen, widmer@empa.ch
Stephan Walter, Paul Scherrer Institut, stephan.walter@psi.ch

BFE-Bereichsleiter: Martin Pulfer

BFE-Programmleiter: Martin Pulfer

BFE-Vertrags- und Projektnummer: 153000 / 102000

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich Autorin und Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Zusammenfassung

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.

Um E-Scooter-Interessierte in der Schweiz und im Ausland über das Forschungsprojekt zu informieren, wurde Anfang September ein Flyer/Infoblatt in deutscher und englischer Sprache mit den wichtigsten Ergebnissen zur Halbzeit des Projektes erstellt. Im September 2011 fand der zweite E-Scooter-Workshop in Rahmen des Blue-Tech-Kongresses in Winterthur statt. Den rund 50 Fachleuten wurden Erfahrungen mit Elektrofahrzeugen aus dem In- und Ausland präsentiert. So stellte die Mobility Solution ihr Post-Roller-Projekt vor, und ein Blick über die Grenze zeigte, dass in Deutschland in Bezug auf die Elektromobilität viel läuft.

Die Analyse der globalen Marktentwicklung zeigt, dass die E-Scooter-Entwicklung in den letzten Jahren erstaunliche Fortschritte gemacht hat: Auffallend ist eine grosse Zahl von sportlichen Elektro-Motorrädern, welche in einzelnen Ländern bereits auf dem Markt sind. Viele E-Scooter-Hersteller haben ihr Angebot ausgeweitet und bieten jetzt auch Modelle an, die schneller als 45 km/h fahren. E-Scooters mit einer Höchstgeschwindigkeit von 45 km/h verfügen häufig über abnehmbare Batterien, z.B. Batterien auf Rollen.



Verschiedene durchgeführte Untersuchungen bei E-Scooter- und Motorradhändlern zeigen, dass diese Akteure zurzeit noch zu wenig gut über die laufende Entwicklung der E-Scooter-Technologie informiert sind, und dass Know-how und Interesse noch gering sind. Viele der befragten Motorradhändler haben noch immer ein negatives Bild von E-Scootern: zu kleine Reichweite, zu hohe Anschaffungskosten, Probleme mit der Batterie, etc. Interessant ist jedoch, dass viele Händler E-Scooter ihrer Hausmarke / ihres Lieferanten verkaufen würden. Ein Vergleich der Entwicklung der Anzahl Händler mit E-Bikes und E-Scootern zeigt, dass sich das Händler-Netz für E-Scooter erst punktuell entwickelt.

Mit dem Technologischen Innovationssystem-Ansatz (TIS) wird eine Bewertung der nationalen Rahmenbedingungen hinsichtlich der Förderung „Elektrische Zweiräder“ durchgeführt. Erste Ergebnisse zeigen, dass der Analyse-Ansatz ein solides Bild über die Dynamik und Struktur des Innovationssystems „E-Bikes und E-Scooter“ gibt.

Im Bereich „Ladestationen“ wurde ein Merkblatt für Bauherren verfasst mit dem Ziel, dass bei Bau- oder Umbauprojekten die Installationen für Ladestationen eingeplant werden. Damit sollen hohe Zusatzkosten vermieden werden. Den Gemeinden wird zudem empfohlen, bei der Revision von Baureglementen eine Vorschrift zur Vorinstallation von Ladestationen vorzuschreiben.

Die Verkehrssicherheit von E-Scootern wurde vor allem an der SwissMoto 2011 thematisiert. In Zusammenarbeit mit Electrosuisse wurde eine elektrotechnische Untersuchung der ausgestellten E-Scooter vorgenommen. Ein Gesamtfazit zeigt, dass der Sicherheitsstand mehrheitlich zufriedenstellend ist.

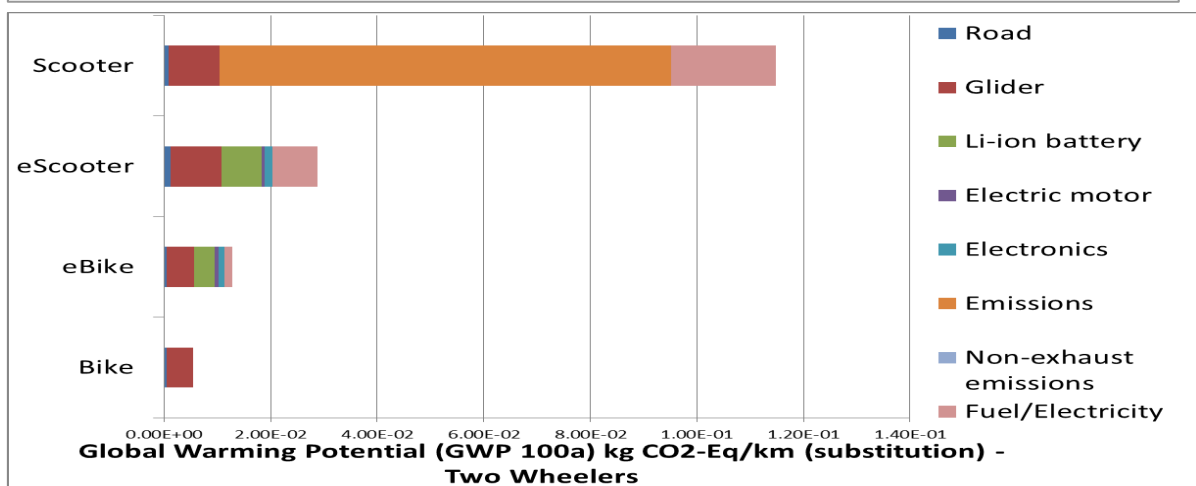
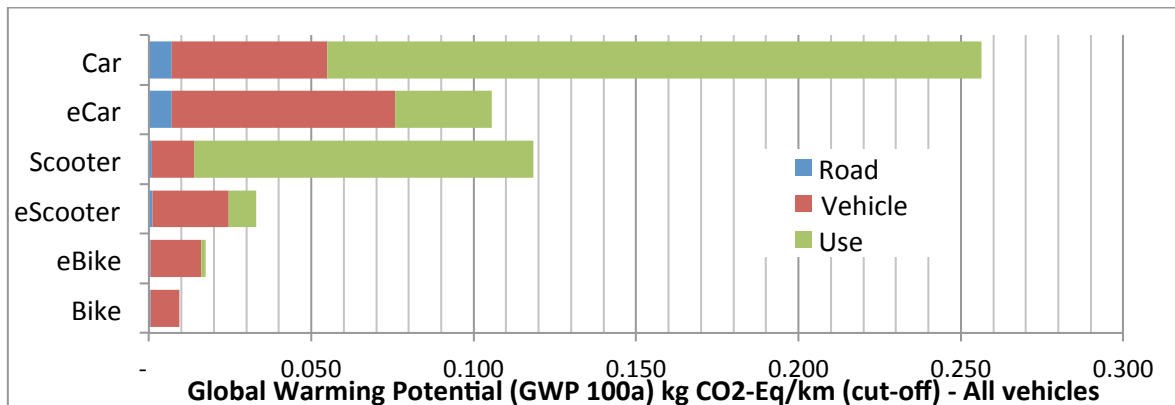


Die Swiss-Moto, die grösste Motorradmesse in der Schweiz, wird seit 2009 wissenschaftlich evaluiert. 2011 wurde nebst der klassischen Bestandesaufnahme (Anzahl Besuchende und Anzahl Probefahrten, Gesamteindruck der Ausstellung) eine Befragung zur Zufriedenheit der Aussteller und Besuchenden sowie eine Analyse der Medienarbeit durchgeführt. Die Befragung zeigte, dass die Sonderschau als Erfolg gewertet werden kann.

2011 wurde mit dem Aufbau des Öko-Inventars für die Elektromotoren begonnen. Der Fokus richtet sich dabei besonders auf die seltenen Erden, die in den Magneten enthalten sind.

Weiter wurden die Energie- und Materialverbräuche während des Scooter-Einsatzes erhoben und analysiert, um die gesamten Umweltauswirkungen der Batterie und der anderen Komponenten in Ökobilanzvergleiche einordnen zu können. Der Ökobilanzvergleich verschiedener Fahrzeuge zeigt u.a. (vgl. Abbildungen unten),

- dass ein E-Scooter nur ein Viertel der Treibhausgas-Emissionen eines 4-Takt-Benzin-Scooters verursacht,
- dass ein E-Scooter ca. 12% der Treibhausgas-Emissionen eines 4-Takt-Autos (Golf) verursacht,
- dass jedoch ein E-Bike nur halb so viele Treibhausgase emittiert wie ein E-Scooter.



2011 wurde mit den Arbeiten „Lärmauswirkungen von Elektro- und Motorrädern“ begonnen. Die Lärmemissionen für Elektromotorräder wurden in Abhängigkeit der Geschwindigkeit abgeschätzt; dies basierend auf der Annahme, dass die Rolllärmkomponente eines Elektromotorrades gleich gross ist wie bei einem PKW. Weiter wurde ein Konzept entworfen, mit dem aus den bestehenden Verkehrsmengen auf dem gesamten Schweizer Strassennetz, wie sie in der SonBase Datenbank des BAFU enthalten sind, sowie aus statistischen Informationen des ASTRA und des ARE, die Lärmemission pro Kilometer Fahrt mit einem spezifischen Fahrzeug in einer spezifischen Fahrsituation, ermittelt werden können.

Die E-Scooter-Nutzerbefragung (Fragebogen und Tagebuch) konnte 2011 weitergeführt werden. Insgesamt benötigt die Datenerhebung jedoch mehr Zeit, als ursprünglich geplant war. Der Grund dafür ist, dass trotz finanzieller Anreize in sieben Schweizer Städten nur wenige E-Scooter gekauft wurden. Erste Auswertungen zeigen, dass E-Scooter vor allem von 30- bis 55-jährigen Männern genutzt werden, die vorwiegend in einer Stadt oder Agglomeration unterwegs sind. Die Hälfte der Probanden verfügt über einen Hochschulabschluss und ist in den vergangenen fünf Jahren regelmässig Motorrad gefahren. Die Auswertung der E-Scooter-Tagebücher zeigte, dass nur wenig auswertbare Datenpaare (Fahrstrecke und Energiebedarf) vorliegen. Für bessere Daten müsste der Verbrauch separat ab Steckdose und Batterie erfasst werden. Das Projektteam wird daher die Tagebücher leicht überarbeiten.

Projektziele

E-Scooter können wesentlich zur Verringerung des Energieverbrauchs, der Treibhausgase, der Luftverschmutzung, des Lärms und der Verkehrsfläche beitragen. Sie ersetzen darüber hinaus ein beträchtliches Ausmass an Autokilometern. Für die Umwelt und die Gesundheit stellen E-Scooter daher eine markante Verbesserung gegenüber Benzinrollern dar.

In der Schweiz sind E-Scooter seit den 1990er-Jahren erhältlich. Ihre Markteinführung und Verbreitung verläuft aber schleppend. Als mögliche Gründe dafür werden die mangelnde Bekanntheit, die beschränkte Reichweite, das kleine Vertriebsnetz und die Kosten der E-Scooter vermutet.

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

Das Forschungsprojekt gliedert sich in sechs Arbeitspakete (AP; siehe Abbildung 1):



Abbildung 1: Sechs Arbeitspakete des Forschungsprojekts

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 sowie die Bedürfnisse und Möglichkeiten der einzelnen Marktakteure untersucht. Für die Ausweitung des Akteurnetzwerkes 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-Scootern im Fokus der Untersuchung.

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

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

1. Arbeitspaket 1: Projektleitung und Kommunikation

1.1. Zweite Begleitgruppen-Sitzung

Die zweite Begleitgruppen-Sitzung des Forschungsprojekts fand im April 2011 an der Universität Bern statt. An dieser Sitzung wurden die ersten Zwischenresultate der einzelnen Arbeitspakete vorgestellt. In der anschliessenden regen Diskussionsrunde erhielt das Forschungsteam wertvolle Hinweise für die weitere Arbeit.

1.2. Zweiter E-Scooter-Workshop in Winterthur

Im September 2011 fand der zweite E-Scooter-Workshop im Rahmen der Blue-Tech in Winterthur statt. Rund 50 Fachleute nahmen teil. Die Blue-Tech ist ein jährlicher Kongress zu effizienten Energielösungen und erneuerbaren Energien. Das diesjährige Thema war „Der Weg zur neuen Stadt“, wobei u.a. zukünftige Versorgungslösungen und Mobilitätsformen diskutiert wurden. Im E-Scooter-Workshop wurden Erfahrungen aus dem In- und Ausland sowie neue technologische Erkenntnisse präsentiert. Herbert Kessler von Mobility Solutions AG präsentierte beispielsweise die Erfahrungen der Post mit den Elektrorollern. Vielerorts in der Schweiz kommt die Post auf leisen Rädern, rund 1'500 Post-Elektroroller flitzen lautlos von Hauseingang zu Hauseingang. Die Post plant, weitere Benzinroller mit E-Scooters zu ersetzen. Der Blick über die Grenze zeigte, dass in Deutschland in Bezug auf die Elektromobilität viel läuft: Resultate aus den zwei Pilotregionen Rhein-Main und Stuttgart wurden von Fachpersonen präsentiert. Anschliessend diskutierten Hersteller, Importeure, Händler sowie Vertreter der Behörden und der Wissenschaft an einer Podiumsdiskussion über die aktuelle Situation im E-Scooter-Markt. Die Diskussion machte deutlich, dass die Zusammenarbeit auf der Angebotsseite noch verbessert, ausgeweitet und intensiviert werden muss. Technische Informationen über Elektromotoren (Wie funktionieren sie? Was leisten sie? Welches sind ihre Umweltauswirkungen?) schlossen den Workshop ab. Die Veranstaltung wurde umrahmt von einer E-Scooter-Ausstellung mit Probefahren für die Kongress-Teilnehmenden und die Bevölkerung. Aus Sicht des Forschungsteams war der Workshop erfolgreich.

1.3. Infoblatt: Die wichtigsten Ergebnisse zur Halbzeit des Projekts

Um E-Scooter-Interessierte in der Schweiz und im Ausland über den aktuellen Stand der Forschungsarbeiten zu informieren, wurde Anfang September ein Infoblatt mit den wichtigsten Ergebnissen zur Halbzeit des Projektes erstellt. Der Flyer liegt in deutscher und englischer Version vor und wird vom Forschungsteam aktiv verteilt. Das Infoblatt steht auch online als pdf-Dokument zur Verfügung und kann heruntergeladen werden.

2. Arbeitspaket 2: Marktentwicklung und Akteure

2.1. Globale Marktentwicklung

Die globale Marktentwicklung wurde im November 2011 an der EICMA, einer der bedeutendsten Motorradmessen Europas, analysiert (vgl. Schwegler, 2011). Die diesjährige Ausstellung widerspiegelt den aktuellen Stand der Entwicklung gut:

Auffallend ist die grosse Anzahl von sportlichen Motorrädern, welche in einzelnen Ländern bereits auf dem Markt sind (vgl. Abbildung 2). Auch wenn es sich dabei um Nischenprodukte handelt, können sie das Image des Elektroantriebes verbessern und den Massenmarkt beleben.



Abbildung 2: Sportliche Motorräder mit Elektroantrieb: CRP (links) und Brammo Enertia (rechts)

Bei den eigentlichen E-Scootern gibt es nur noch wenige Hersteller, die nicht wenigstens ein Modell führen, das schneller als 45 km/h fährt. Die Bleibatterien wurden in diesem Segment durch Lithium-Technologien ersetzt. Die Preise liegen teilweise bereits unter CHF 6'000 (vgl. Abbildung 3).



Abbildung 3: Schnelle E-Scooter: Elmove (links) und VRone (vonRoll, rechts), beides Schweizer Entwicklungen

E-Scooter mit einer Höchstgeschwindigkeit von 45 km/h verfügen häufig über abnehmbare Batterien (z.B. E-Ton, Matra, E-Tropolis, vmoto, Yamaha). Sie haben damit den Vorteil, dass sie nicht von Ladestationen abhängig sind. Dabei gibt es besonders innovative Ideen wie drei Batterieblöcke oder eine Batterien mit Rollen, welche sich wie ein Rollenkoffer ziehen lässt (vgl. Abbildung 4).



Abbildung 4: Abnehmbare Batterien bei E-Scootern mit Höchstgeschwindigkeit von 45 km/h: E-Tropolis (links) und vmoto (ehemals e-max, rechts)

Namhafte grosse Motorradhersteller, u.a. Honda, Piaggio, Peugeot, Suzuki, SYM, Yamaha zeigten bereits bekannte Elektro-Roller, die bei den Händlern jedoch kaum gut ankommen dürften – zu gering ist ihre Leistung. Die Messe zeigt, dass die E-Scooter-

Entwicklung in den letzten Jahren erstaunliche Fortschritte gemacht hat. Erfreulich ist auch die Entwicklung auf dem Gebiet der Komponentenentwickler und -hersteller: An der EICMA zeigten diverse Firmen ganze Antriebslösungen – Motor, Batterie und die Steuerung der beiden Komponenten als besonders anspruchsvolle Aufgabe.

Mehrere Anbieter haben den kleinen Güterverkehr als kurzfristig erfolgversprechendes Marktsegment entdeckt. Neben Kyburz, der bei der Schweizer Post erfolgreich eingesetzt wird, bieten Piaggio, Oxygen, Govecs und vmoto so genannte Cargo-Scooters an (vgl. Abbildung 5).



Abbildung 5: Cargo-Scooters: Kyburz (links) und Piaggio Liberty (rechts)

Bei der Analyse bzgl. der Marktentwicklung und der Gewährung von Fahrzeugbeiträgen in den Nachbarländern der Schweiz hat sich gezeigt, dass keine nationalen Förderprogramme für E-Scooter bestehen. Es sind einzelne Bundesländer, Gemeinden, Städte sowie Energieunternehmen, welche finanzielle Beiträge an den Fahrzeugkauf leisten:

- Paris: Seit März 2009 subventionieren die Stadtbehörden von Paris 25% des Kaufpreises eines E-Scooters oder max. 400 Euro. Die Förderbeiträge gelten für Privatpersonen sowie einige Berufsgruppen (Handwerker, Händler, Techniker). 280 E-Scooter mit subventioniertem Kaufpreis wurden seither verkauft. Ab 1. Februar 2012 werden die Subventionen auf weitere Berufsgruppen (Kurier- und Lieferdienste, Berufsleute aus dem Gesundheitswesen) ausgedehnt.
- Österreich: Gefördert werden E-Scooter in zahlreichen Bundesländern und Gemeinden (bis zu 30 % des Anschaffungswertes oder maximal 500 Euro). Interessant ist der Vergleich der Neuzulassungen von E-Scooter in Österreich und der Schweiz (Abbildung 6). Dieser zeigt die wichtige Funktion der Schweizer Post. Ohne die Initiative dieses ‚Early Adopters‘ würde die Entwicklung der Neuzulassungen in den beiden Ländern vergleichbar verlaufen.
- Deutschland: Es konnten lediglich Förderbeiträge einzelner Energieunternehmen ausfindig gemacht werden.

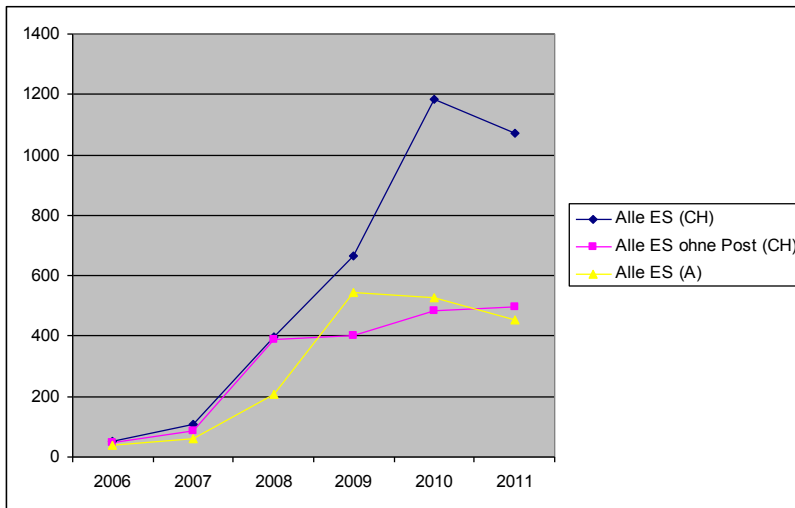


Abbildung 6: Neuzulassungen E-Scooters (ES) in der Schweiz (CH) und Österreich (A). Bei den Zahlen aus Österreich gilt jeweils die Jahresmitte als Stichtag. (Quellen: Schweizer E-Scooter-Importeur, Datafact, VCÖ 2011)

2.2. Akteure

Ziel des Arbeitspakets 2.2 ist es, die verschiedenen Akteure zu untersuchen, ihre Bedürfnisse zu analysieren und Kooperationsmöglichkeiten aufzuzeigen. Damit sollen die Hindernisse und Chancen für die Diffusion von E-Scootern aus Sicht der Akteure aufgezeigt werden. Dieses Jahr wurde der Fokus auf die Motorrad- resp. E-Scooter-Händler als wichtige Akteure im Diffusionsprozess gelegt. Zum Einen wurden bereits bestehende Untersuchungen von Händlern analysiert und synthetisiert (vgl. Hofmann, 2011a) und zum Anderen wurde eine Befragung von 102 Motorradhändlern zu ihrer Einschätzung von E-Scootern durchgeführt (vgl. Hofmann, 2011b). Die beiden Untersuchungen zeigen u.a. folgende Punkte:

- die Schweizer Motorradhändler insgesamt sind schlecht über die laufende Entwicklung der E-Scooter-Technologie informiert. Das Interesse an E-Scootern und entsprechendes Know-how sind gering. Allgemein besteht ein grosses Verbesserungspotential im Bereich der Kommunikation.
- E-Scooter haben bei den befragten Motorradhändlern noch immer ein negatives Image (zu kleine Reichweite, zu hohe Anschaffungskosten, Probleme mit der Batterie, etc.). Es kann angenommen werden, dass sich dies mit zunehmender Präsenz von E-Scootern (beispielsweise bei der Post) ändern wird.
- Die Hälfte der befragten Motorradhändler würden E-Scooter von ihrer Hausmarke verkaufen. Die Händler haben kein Vertrauen in die heutigen E-Scooter-Firmen und warten daher auf die Initiative ihrer Lieferanten.

Ein Vergleich der Entwicklung der Anzahl Händler mit E-Bikes (EB) und mit E-Scootern (ES) in der Schweiz zeigt, dass sich das Händler-Netz für E-Scooter erst punktuell entwickelt (vgl. Abbildung 7).

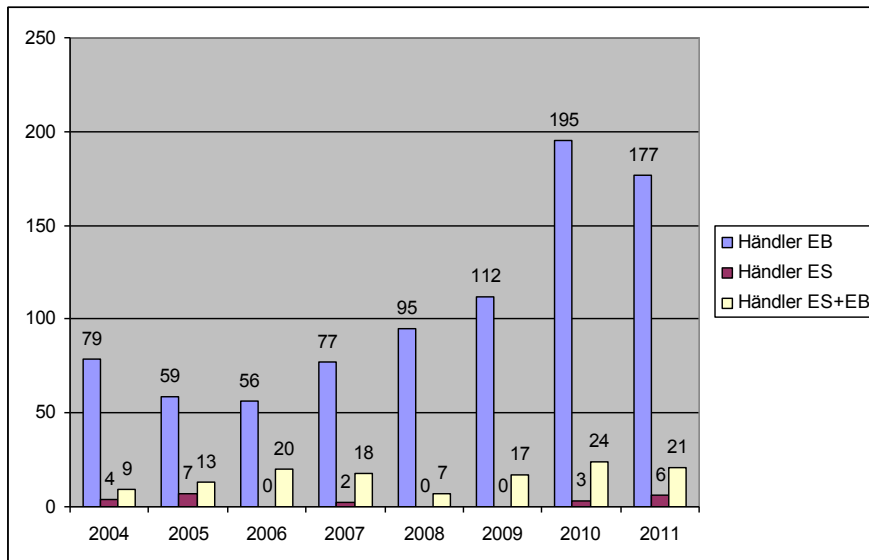


Abbildung 7: Händler mit E-Bikes (EB) und/oder E-Scooters (ES) im Vergleich (Quelle: S. Walter)

2.3 Bewertung Nationaler Rahmenbedingungen

Für die Bewertung der nationalen Rahmenbedingungen hinsichtlich der Förderung neuer Technologien eignet sich der Technologische Innovationssystem-Ansatz (TIS; Bergek, Jacobsson et al. 2008). Dieser wurde in Europa vor allem für die Analyse der Rahmenbedingungen für die Einführung energie-effizienter und umweltfreundlicher Technologien weiterentwickelt und eingesetzt. Dabei wird die Funktionalität eines Innovationssystems nicht nur anhand der Struktur des Systems (Akteure, Netzwerke, Institutionen) sondern auch anhand kritischer Innovationsfunktionen bewertet. Genannt werden in der Literatur sieben Funktionen, die ein Innovationssystem erfüllen sollte, nämlich:

- Unternehmerische Aktivitäten (Entrepreneurial Activities),
- Wissensgenerierung/Lernen (Knowledge Development),
- Wissensverbreitung (Knowledge Diffusion),
- Orientierungshilfen für die Lösungssuche (Guidance of the Search),
- Formierung eines Marktes (Market Formation),
- Mobilisierung von Ressourcen (Resource Mobilization),
- Schaffung von Legitimität und Überwinden von Widerständen gegen den Wandel (Support from Advocacy Coalitions).

In vielen dieser Funktionen ist die Mitwirkung der Politik üblich und sinnvoll. Für die konkrete Anwendung des TIS-Ansatzes in diesem Projekt mussten einige Anpassungen vorgenommen werden. Insbesondere wurde das Klassifizierungsschema innovationsfördernder Aktivitäten (zusammengefasst zu sog. Event Types) überarbeitet (siehe Tabelle 1). Ein solches Schema wird benötigt, da die Operationalisierung der Innovationsfunktionen auf dem systematischen Sammeln von Event-Daten und deren Auswertung basiert.

System Functions	Event Types
F1: Entrepreneurial Activities	<ul style="list-style-type: none"> - Projects with a commercial aim started (+/-) - Demonstrations started (+/-) - Portfolio expansions - Organisations entering the market
F2: Knowledge Development	<ul style="list-style-type: none"> - Prospective studies - Laboratory trials - Prototypes developed - Pilots
F3: Knowledge Diffusion	<ul style="list-style-type: none"> - Reports - Conferences - Exhibitions - Workshops - Alliances between actors - Joint ventures - Setting up of branch organisations - Setting up of platforms
F4: Guidance of the Search	<ul style="list-style-type: none"> - Expectations (+/-) - Promises positive (+/-) - Research outcomes (+/-) - Policy targets - Roadmaps - Awards - Label
F5: Market Formation	<ul style="list-style-type: none"> - Financial support for the technology's use - Regulations supporting niche markets (+) - Regulations hampering niche markets (-) - Generic tax exemptions (+) - Lack of tax exemptions (-) - 'Obligatory use'
F6: Resource Mobilisation	<ul style="list-style-type: none"> - Financial capital (+) - Refusal of financial capital (-) - Infrastructure developments (+/-)
F7: Support from Advocacy Coalitions	<ul style="list-style-type: none"> - Lobbies ; Advice pro/contra (+/-)

Tabelle 1: Klassifizierungsschema der Innovationsfunktionen (Quelle: Eigene Klassifizierung basierend auf Suurs, R. A. A. (2009))

Auch mussten geeignete Datenquellen für die Analyse bestimmt werden. Dabei hat sich herausgestellt, dass sich die Datenquellen öffentlicher Organisationen (z.B. die jährlichen Überblicksberichte der BFE-Programmleiter oder die Datenbanken mit Details zu den Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekten im Energiebereich) sehr gut für die Analyse eignen, weil die Verfügbarkeit und Qualität der Daten über den gesamten Untersuchungszeitraum gewährleistet ist. Das Analyse-Instrument und die Datenquellen wurden anschliessend auf das Schweizerische Innovationssystem ‚Elektrische Zweiräder‘ (E-Scooters und E-Bikes) angewendet. Erste Ergebnisse zeigen, dass der Analyse-Ansatz ein solides Bild über die Dynamik und Strukturen, insbesondere Akteure, Institutionen, Barrieren und Förderfaktoren des Innovationssystems ‚Elektrische Zweiräder‘ gibt. Ziel ist es, nach einer Überprüfung der Ergebnisse mittels Experten-Interviews, konkrete Politik-Empfehlungen zu formulieren.

Zur Illustration eines Arbeitsschrittes der Datenauswertung dient die Abbildung 8, welche das Aktivitätenmuster der sieben Systemfunktionen zeigt. Diese Darstellung ermöglicht einen ersten Überblick über die Entwicklung der Aktivitäten im Untersuchungszeitraum pro Funktion und weist auf allfällige Entwicklungen hin, die einer vertieften Analyse bedürfen.

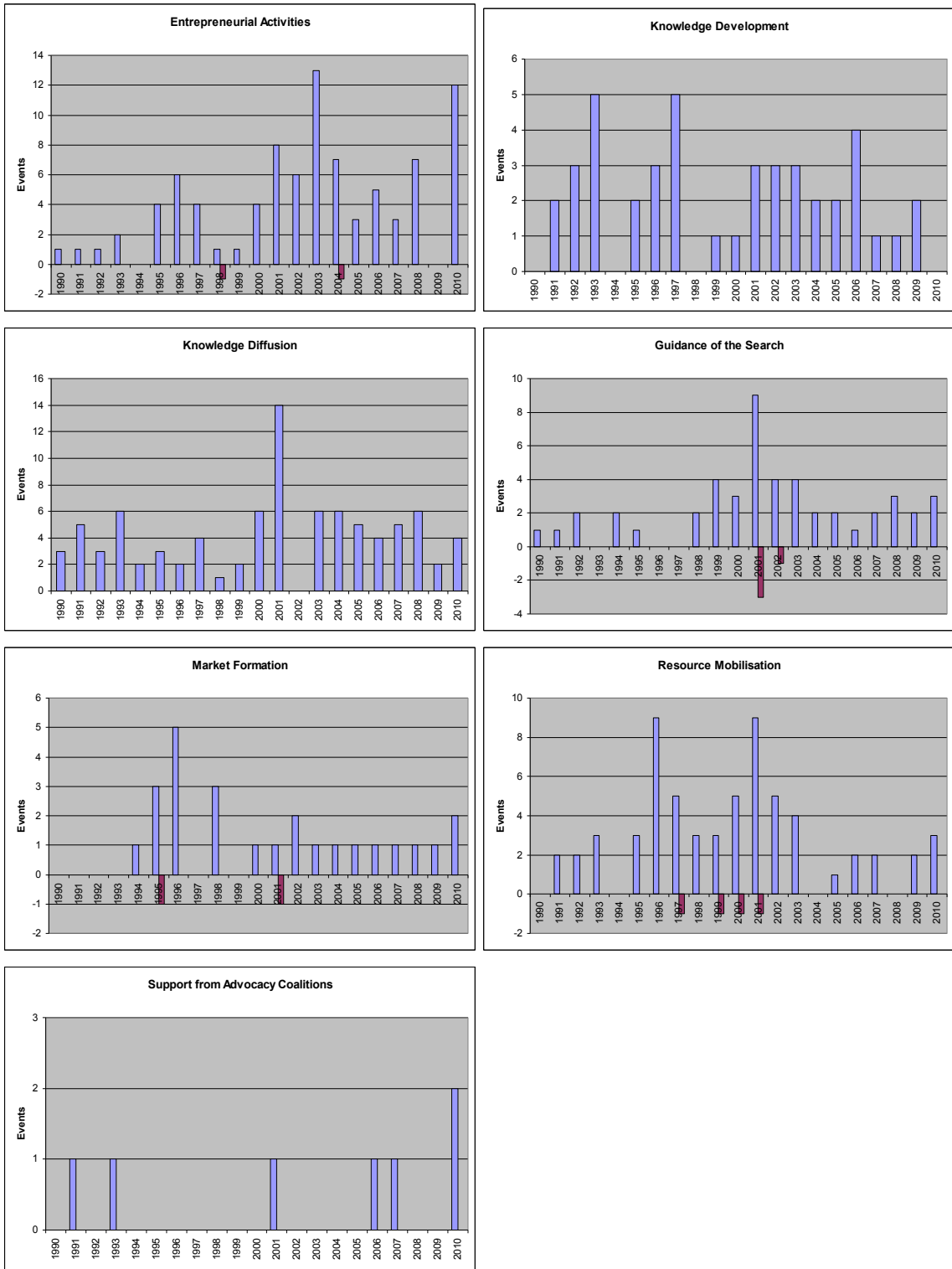


Abbildung 8: Aktivitätenmuster der sieben Systemfunktionen

3. Arbeitspaket 3: Ladeinfrastruktur und Verkehrssicherheit

3.1. Ladeinfrastruktur

Im Bereich Ladestationen wurden diverse Erkenntnisse gewonnen: Die Kosten für die erstellten öffentlichen Ladestationen (z.B. in Köniz, St. Gallen) lagen deutlich über CHF 1'000. Dies ist vor allem auf die Installation und dabei insbesondere auf die Grabarbeiten für die Stromzufuhr zurückzuführen. Wenn diese im Rahmen von Bau- oder Umbauprojekten realisiert werden könnten, fielen die Kosten deutlich geringer aus, weil die Installation dann zusammen mit den übrigen elektrotechnischen Arbeiten erfolgen könnte. Deshalb wurde ein Merkblatt für Bauherren verfasst mit der Idee, dass die Baubewilligungsbehörden es den Baugesuchstellern abgeben oder gar als Auflage in die Baubewilligung aufnehmen würden. Die bisher kontaktierten Baubewilligungsbehörden zeigten allerdings wenig Bereitschaft, dieses Merkblatt abzugeben. Einerseits gibt es bereits (zu) viele Auflagen und Hinweise für Baugesuche, andererseits wird die Notwendigkeit von Ladeinfrastruktur für E-Scooter offenbar noch zu wenig erkannt. Den Gemeinden wird zudem empfohlen, bei der Revision von Baureglementen eine Vorschrift zur Vorinstallation von Ladestationen vorzuschreiben. Das Merkblatt kann unter www.newride.ch heruntergeladen werden.

Als weitere Zielgruppen wurden der Hauseigentümerverband und der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein kontaktiert. Beide stellen anfangs 2012 eine Seite in ihren Mitgliederzeitschriften für das Thema Ladeinfrastruktur (für zwei- und vierrädrige Fahrzeuge) zur Verfügung.

3.2. Verkehrssicherheit

An der Swiss-Moto vom Februar 2011 organisierte das Förderprogramm NewRide zum vierten Mal eine Sonderschau E-Scooter, und dabei wurde u.a. der Aspekt Sicherheit thematisiert. In Zusammenarbeit mit Electrosuisse, dem Schweizerischen Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik, wurde eine elektrotechnische Untersuchung der ausgestellten E-Scooter vorgenommen. Electrosuisse erstellte zu jeder Marke einen Bericht und ein Gesamtfazit ihrer Arbeit. Danach ist der Sicherheitsstand mehrheitlich zufriedenstellend. Folgende Punkte sollten jedoch beim Betrieb von E-Scooter beachtet werden:

- Ladegeräte, die nicht fest im Fahrzeug eingebaut sind, sollten vor Wasser und Staub geschützt werden.
- Es sollte verhindert werden, dass ein Lenker mit eingestecktem Kabel losfahren kann.
- Haushaltübliche Steckverbindungen am Ladegerät können zu Verwechslungen und im Extremfall zu Kurzschlüssen führen.

Ebenfalls an der Swiss-Moto 2011 wurde in Zusammenarbeit mit der Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu und mit der Stadtpolizei Zürich die oft schlechte Sichtbarkeit von Motorradlenkenden demonstriert. In einem dunklen Tunnel standen zwei Puppen mit Motorradbekleidung, die eine mit gut sichtbaren Reflektoren, die andere ohne. Mit einer Taschenlampe konnten sich die Besuchenden in die Rolle eines Autofahrers versetzen. Die Reaktionen der Messebesuchenden waren gut.

Ein Vertreter der Projektteams hat am 25. August 2011 an einem „Atelier“ der bfu zu deren Präventionsprogramm Motorrad teilgenommen und dabei die E-Scooter-spezifischen Aspekte – niedriger Geräuschpegel, ungeübte ältere Neulenker – eingebracht. In einer anschliessenden Stakeholderbefragung der bfu wurden diese Anliegen aufgenommen, und das Projektteam hat seine Bereitschaft zur weiteren Mitarbeit in der Arbeitsgruppe bekräftigt.

4. Arbeitspaket 4: Fördermassnahmen

Die Swiss-Moto wird seit 2009 wissenschaftlich evaluiert. 2011 wurde nebst der klassischen Bestandesaufnahme (Anzahl Besuchende und Anzahl Probefahrten, Gesamteindruck der Ausstellung) eine Befragung zur Zufriedenheit der Aussteller und Besuchenden sowie eine Analyse der Medienarbeit durchgeführt (vgl. Landis/Helbling, 2011). Die Befragung zeigte, dass die Sonderschau als Erfolg gewertet werden kann. Im Vergleich zu den Vorjahren konnte das Angebot erweitert werden, und auch bezüglich der organisatorischen Abläufe sind wesentliche Verbesserungen gelungen (beispielsweise die Abwicklung der Probefahrten). Im Schlussbericht werden u.a. folgende Empfehlungen formuliert:

- Erfolgreiche Medienarbeit braucht attraktive „Aufhänger“: E-Scooter als solche sind inzwischen keine exotischen Produkte mehr. Für die Kommunikation bedeutet dies, dass eine hohe Aufmerksamkeit der Medien nur mit zusätzlichen „Aufhängern“ erreicht werden kann. 2011 gelang dies mit der Ideenbörse „E2“. Für 2012 ist frühzeitig nach ähnlichen Attraktionen zu suchen.
- Attraktionen während der Messe: Mittels periodischer „Events“ kann die Aufmerksamkeit der Besuchenden noch stärker auf die Halle 7 gerichtet werden. Wir denken hier beispielsweise an spektakuläre Demonstrationen der Möglichkeiten von E-Scootern durch Profis wie dies im Jahr 2010 der Fall war (allerdings mit weniger Geruchsemissionen verbunden). Unter Umständen kann eine solche Show auch einen guten Aufhänger für die Kommunikation vor der Messe bilden (vgl. obige Empfehlung). Im Weiteren bieten solche Attraktionen auch die Möglichkeit, die Kommunikation während der Messe (Lautsprecherdurchsagen, Bildschirme usw.) zu verbessern.

Die Empfehlungen des Evaluationsberichts fliessen jeweils in die Vorbereitung der nächsten Swiss-Moto ein.

5. Arbeitspaket 5: Energie & Umwelt

Die Inventarisierung (LCI ecoinvent) der LiMnO₂ Batterie (Kokam) ist abgeschlossen und die Resultate sind publiziert (vgl. Gauch et al. 2010).

Die Inventarisierung (LCI ecoinvent) von typischen (e-Scooter-)Elektromotoren ist abgeschlossen, eine Publikation ist in Vorbereitung.

Die Inventarisierung der Leistungselektronik zum Betrieb von EV (inkl. e-Scooter) ist in Bearbeitung und soll im 1. oder 2. Quartal 2012 abgeschlossen sein.

LCI Lärm: Planung und Outline der Methode haben begonnen.

5.1. LCI Motoren

2011 wurde mit dem Aufbau des Öko-Inventars für die Elektro-Motoren begonnen. Der Fokus richtete sich dabei besonders auf die seltenen Erden, die in den Magneten enthalten sind. Nach Schweizer Regeln müssten Antriebe mit 0.25, 0.5, 1, 4, 11, 25 und >25kW abgebildet sein. Entsprechende e-Motoren wurden ausgewählt und abgebildet (vgl. Tabelle 2 und Abbildung 9):

Motor Designation	GM Hub-Motor	GM MagicPie	Perm PMS 100	Perm PMS 120	Perm PMS 156 W	Brusa HSM6.17.12
Power [kW]	0.25-0.5	0.5 - 2	2-4	4 - 11	11 - 25	25-80
Torque [Nm]	?	?	4.3	20	54	85/223
Voltage [V]	36	48	48	72/96	96/320	320
approx. total Mass [kg]	2.7	?	5.8	12.3	31	53.86

Composition	Unit	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg
Dynamo-Blech	kg	10.0%	0.270	10.0%	0.650	39.0%	2.262	43.0%	5.289	48.0%	14.880	50.0%	26.950
Cu	kg	13.3%	0.359	13.3%	0.865	14.0%	0.812	16.0%	1.968	18.0%	5.580	13.3%	7.150
Kunststoff	kg	1.1%	0.030	1.1%	0.072	3.0%	0.174	3.0%	0.369	2.0%	0.620	0.9%	0.485
Al	kg	29.5%	0.797	29.5%	1.918	33.0%	1.914	30.0%	3.690	27.0%	8.370	19.1%	10.267
Stahl	kg	41.4%	1.118	41.4%	2.691	6.0%	0.348	4.0%	0.492	2.0%	0.620	12.9%	6.949
Messing Ms	kg	0.0%	0.000	0.0%	0.000	0.0%	0.000	0.0%	0.000	0.0%	0.000	0.5%	0.259
Magnete Nd-Fe-B	kg	4.7%	0.127	4.7%	0.306	5.0%	0.290	4.0%	0.492	3.0%	0.930	3.3%	1.800
TOTAL	kg	100.0%	2.7	100.0%	6.5	100.0%	5.8	100.0%	12.3	100.0%	31	100.0%	53.86

Tabelle 2: Übersichtstabelle der inventarisierten e-Motoren

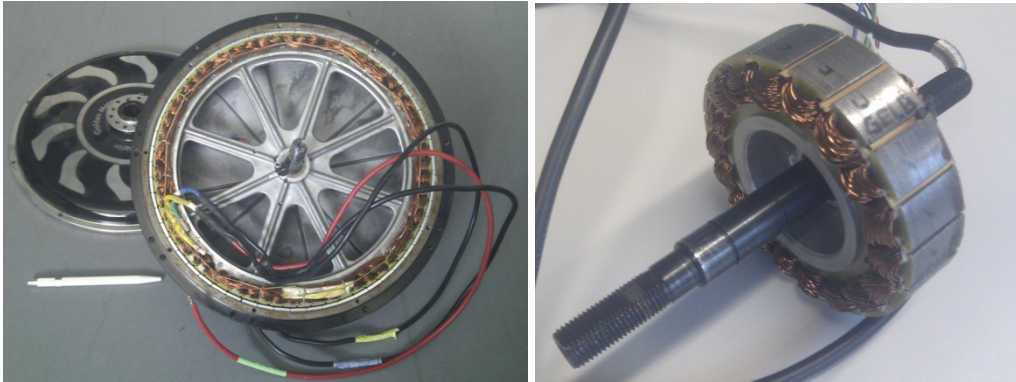


Abbildung 9: Ansichten der e-Motoren GM Hub-Motor (rechts) und GM MagicPie (links)

Die Untersuchungen zur Gewinnung von seltenen Erden und die Herstellung von Permanentmagneten erlaubten deren Inventarisierung. Viele Details der Herstellungsprozesse sind nicht veröffentlicht, und es mussten z.T. weitreichende Abschätzungen gemacht oder sog. Proxies verwendet werden. Die nun existierenden Datensätze werden gepflegt und durch neue Erkenntnisse laufend verfeinert und verbessert. In Abbildung 10 ist eine Ökobilanz gerechnet, die das Treibhaus-Potential der Produktion eines Kilogramms verschiedener Metalle im Vergleich zu Neodym-Eisen-Bor-Magneten (NdFeB-Magneten) zeigt. Es ist ersichtlich, dass dieser Indikator unauffällig ist und z.B. nicht weit über dem Wert der Alu Herstellung liegt.

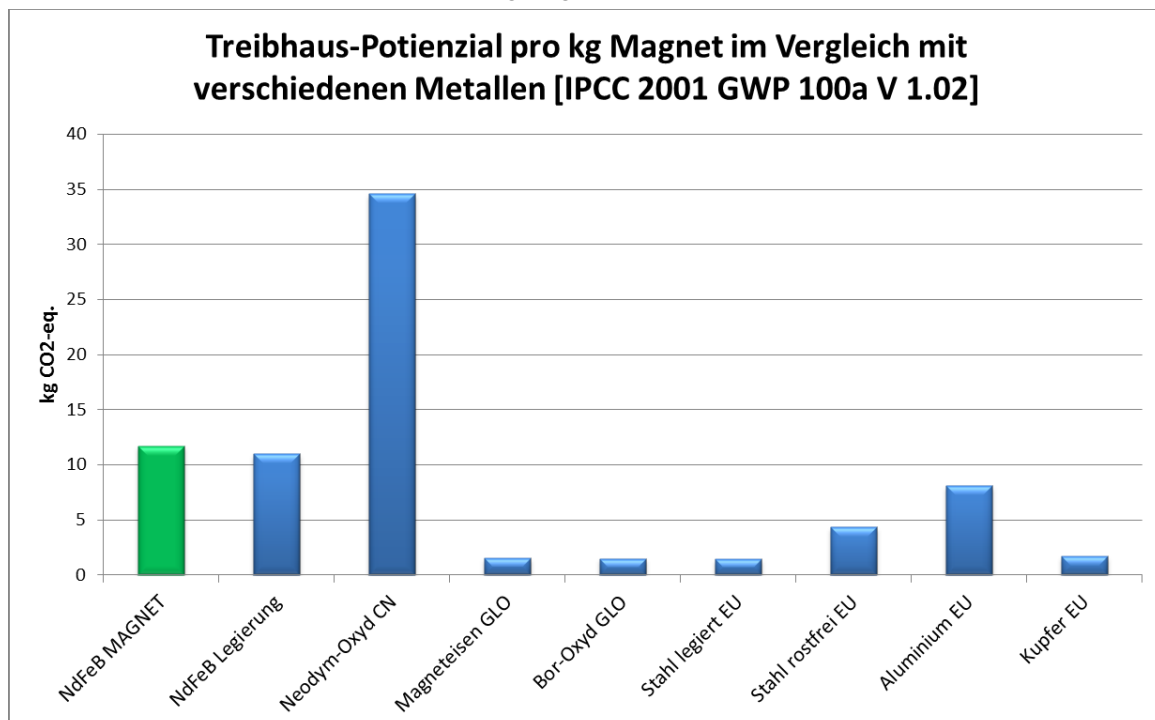


Abbildung 10: Vergleich des Treibhaus-Potenzials verschiedener Metallherstellungsprozesse mit NdFeB-Magneten

Werden diese NdFeB-Magnete in Motoren verbaut, ergeben sich mit den neuen Inventardaten die in Abbildung 11 gezeigten Indikatoren. Es zeigt sich, dass sich sowohl das Treibhaus-Potenzial als auch der gesamte Umweltschaden nach UBP (Umweltbelastungspunkte) in etwa mit der Gesamtmasse der e-Motoren skalieren. Also auch nichts Auffälliges, und die Resultate entsprechen gut den Erwartungen.

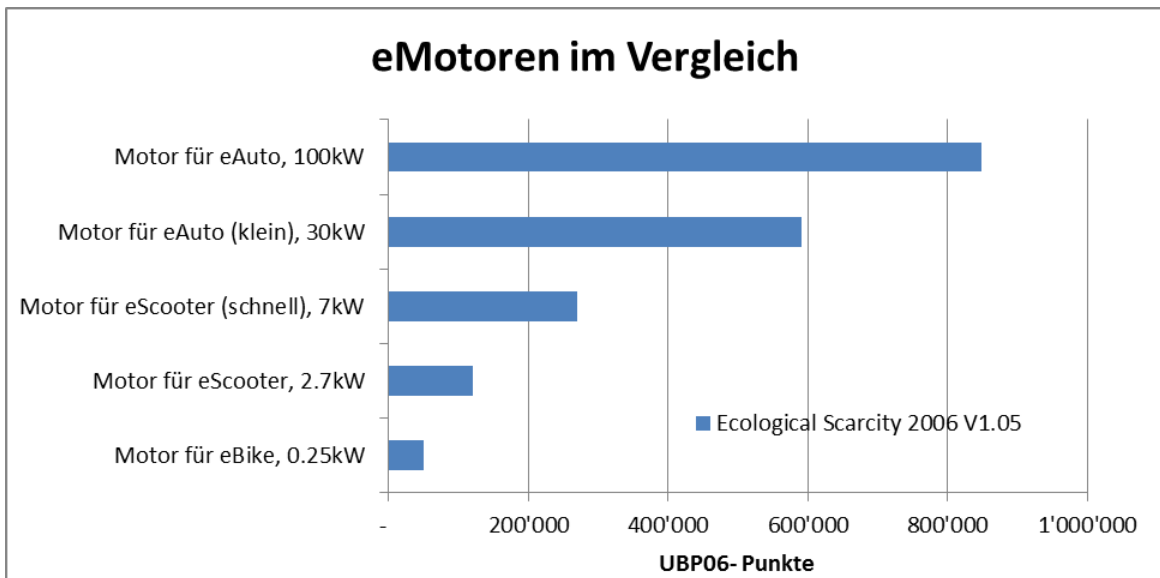
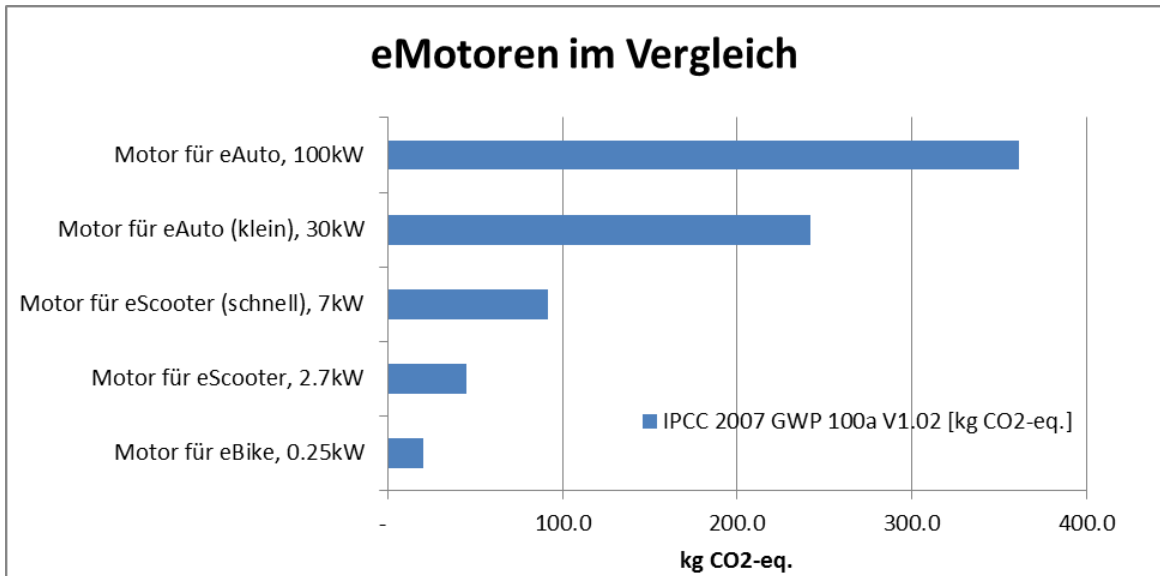


Abbildung 11: Vergleich verschiedener e-Motoren mit NdFeB - Magneten für unterschiedliche Leistungsbereiche

Die Inventarisierung von Leistungselektronik wurde durchgeführt. Dazu wurden verschiedene Schlüsselkomponenten zur Analyse beschafft und analysiert (Materialzusammensetzung, Massen, Herstellungsprozesse; vgl. Abbildung 12).

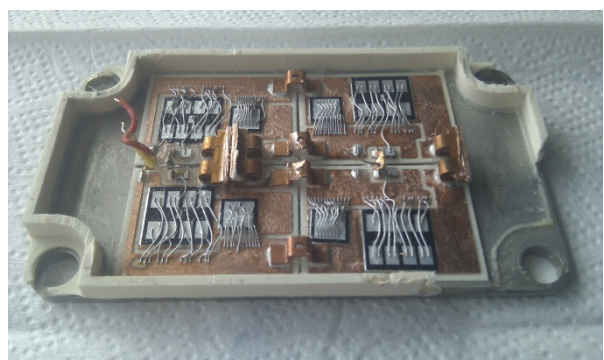
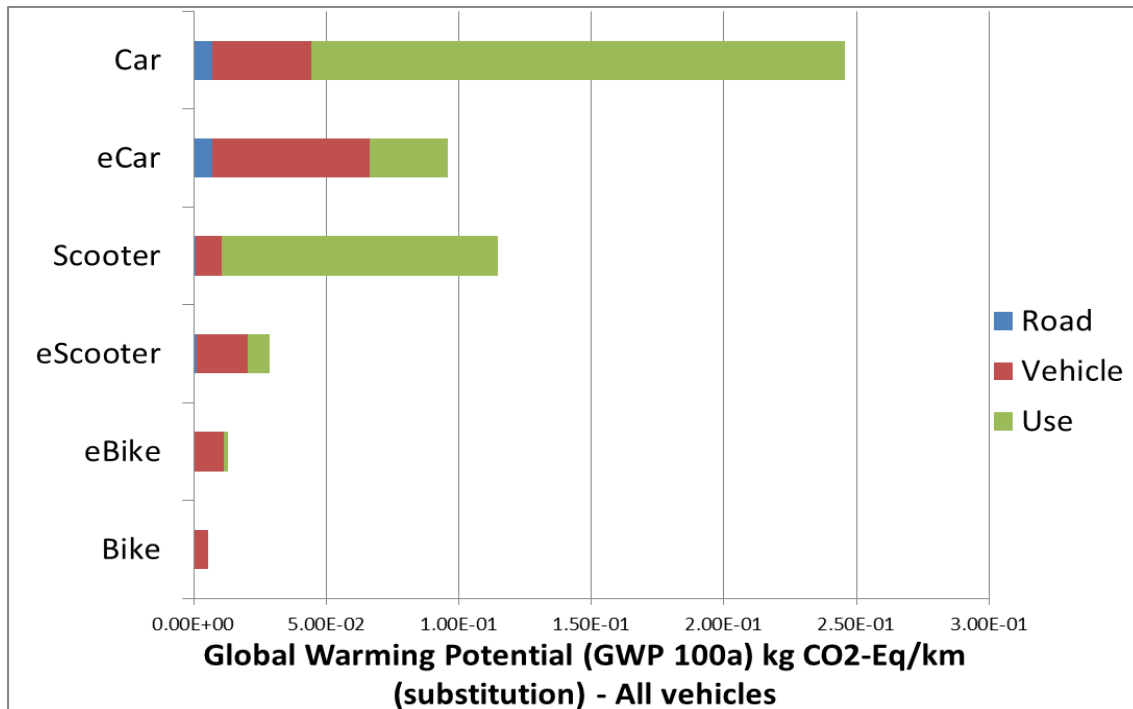


Abbildung 12: Ansichten einer typischen Leistungselektronik wie sie in stärkeren E-Scootern zum Einsatz kommt. Rechts sieht man die vier dunklen Si-chips sowie die aufwändige Materialkomposition

Die Energie- und Materialverbräuche für die Produktion und den Gebrauch von Elektrofahrzeugen (E-Scooter und andere) wurden erhoben und analysiert, um die gesamten Umweltauswirkungen der Batterie und der anderen Komponenten in Ökobilanzvergleiche einordnen zu können. Erste Lebenszyklusanalysen (LCA) wurden gerechnet (vgl. Beispiel in Abbildung 13).

Der Ökobilanzvergleich verschiedener Fahrzeuge zeigt u.a.,

- dass ein E-Scooter nur ca. ein Viertel der Treibhausgas-Emissionen eines 4-Takt-Benzin-Scooters verursacht,
- dass ein E-Scooter ca. 12% der Treibhausgas-Emissionen eines 4-Takt-Autos (Golf) verursacht,
- dass jedoch ein E-Bike nur halb so viele Treibhausgase emittiert als ein E-Scooter.
- dass der Betrieb (Strom CH-mix) deutlich weniger emittiert als die Herstellung
- dass die Herstellung der Batterie deutlich mehr emittiert als die der Motoren und der Leistungselektronik (letztere Werte sind immer noch Schätzungen).



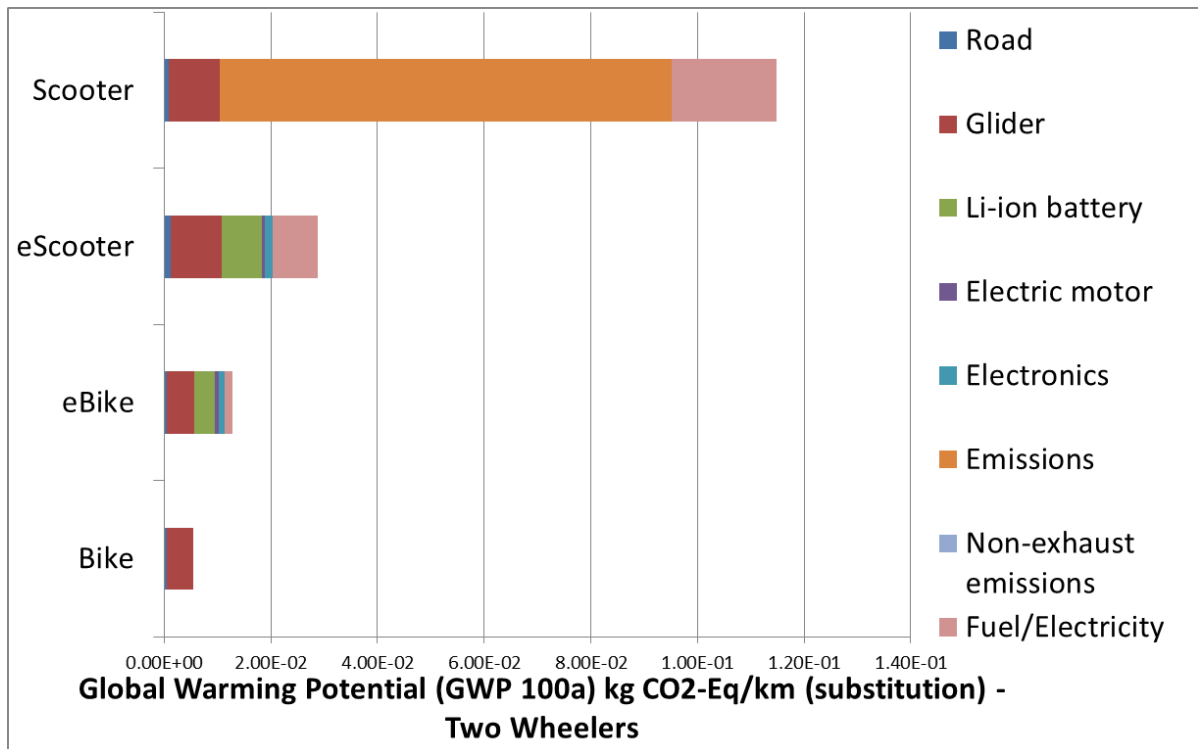


Abbildung 13: Resultate eines LCA Vergleichs (Treibhaus-Potenzial) für je 1km Fahrt mit verschiedenen Fahrzeugen

5.2. Lärmauswirkungen

2011 wurde begonnen, die Arbeiten zur Integration von Lärm von Autos und LKW's in die Ökobilanzmethodik (Althaus, de Haan et al. 2009a,b) um den Lärm von Motorrädern und Elektromotorrädern zu erweitern. Für die Lärmemission benzinbetriebener Motorräder konnte auf bestehende Methoden zurückgegriffen werden (Heutschi 2004). Für Elektromotorräder hingegen mussten die Lärmemissionen in Abhängigkeit der Geschwindigkeit vorerst abgeschätzt werden (vgl. Abbildung 14). Die vorgeschlagene Funktion basiert auf der Annahme, dass die Rolllärmkomponente eines Elektromotorrades (in der auch der aerodynamische Lärm enthalten ist) gleich gross ist wie bei einem PKW. Die Motorenlärmkomponente wird zunächst über den ganzen Geschwindigkeitsbereich als konstant 5 dB(A) angenommen.

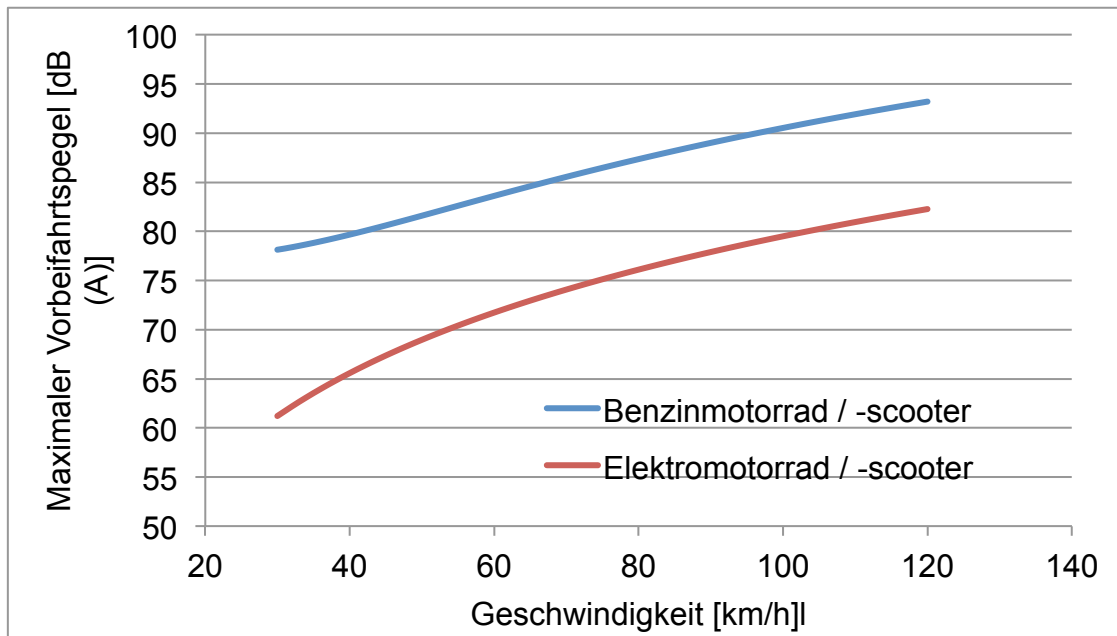


Abbildung 14: Lärmemission von Motorrädern mit Benzin- und Elektroantrieb

Weiter wurde ein Konzept entworfen, mit dem aus den bestehenden Verkehrsmengen auf dem gesamten Schweizer Strassennetz, wie sie in der SonBase Datenbank des BAFU enthalten sind, sowie aus statistischen Informationen des ASTRA und des ARE die Lärmemission pro Kilometer Fahrt mit einem spezifischen Fahrzeug in einer spezifischen Fahrsituation ermittelt werden können. Bezüglich Fahrsituation müssen Strassentypen (Innerorts-, Ausserortsstrasse oder Autobahn), Tageszeiten (Tag oder Nacht) und Wochentage (Samstag, Sonntag, Werktag) unterschieden werden, da in diesen Situationen signifikant unterschiedliche Lärmemissionen pro km Fahrt verursacht werden. Aus diesen Emissionsdaten können die Lärmimmissionen an sämtlichen bewohnten Gebäuden in der Schweiz berechnet werden. Zusammen mit Informationen über die Anzahl Bewohner in den Gebäuden sowie einer Dosis-Wirkungsbeziehung für Verkehrslärm aus der Literatur (Miedema 2004) wird daraus berechnet, wie viele Personen durch den Lärm einer Fahrt von einem Kilometer mit einem spezifischen Fahrzeug in einer spezifischen Fahrsituation beeinträchtigt werden.

6. Arbeitspaket 6: Nutzerbefragung (Querschnitts-Arbeitspaket)

Die im Jahr 2010 entwickelten Befragungsinstrumente für die E-Scooter-Käufer (Fragebogen und Tagebuch) wurden eingesetzt, und mit der Befragung konnte begonnen werden. Insgesamt benötigt die Datenerhebung jedoch mehr Zeit, als ursprünglich geplant war. Der Grund dafür ist, dass trotz finanzieller Anreize in sieben Schweizer Städten (St. Gallen, Zürich, Bern, Basel, Fribourg, Neuchâtel und Lausanne) nur wenige E-Scooter gekauft wurden. Bisher sind 39 Fördergesuche eingereicht worden, darunter 12 in St. Gallen, acht in Zürich und sechs in Lausanne. Unter den gekauften Modellen sind vor allem Vespino, e-max und Vectrix (vgl. Abbildung 15). 31 Gesuche stammen von Privatpersonen, sieben von Unternehmen und vier von Stadtverwaltungen. Davon beteiligen sich 27 an der Untersuchung. Das Ziel von 300 Nutzern bis Ende 2013 wird kaum erreichbar sein, es wird zurzeit ein Sample von 100 Fahrern und Fahrerinnen angestrebt.

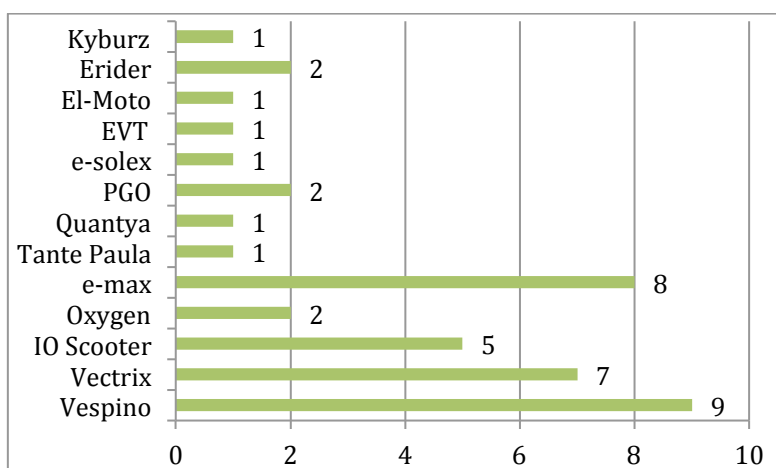


Abbildung 15: Geförderte E-Scooter-Marken seit 2010

6.1. Auswertung der Mobilitätsprotokolle

Die erste Auswertung zeigt, dass E-Scooter vor allem von 30- bis 55-jährigen Männern genutzt werden, die vorwiegend in einer Stadt oder Agglomeration unterwegs sind. Die Hälfte der Probanden verfügt über einen Hochschulabschluss und ist in den vergangenen fünf Jahren regelmässig Motorrad gefahren. Mit den E-Scooter werden Durchschnittsstrecken von ca. 16 km gefahren. Die Hälfte der Probanden hat den Scooter als zusätzliches Fahrzeug beschafft, die andere Hälfte als Ersatz für ein Motorfahrzeug. Nur 6% der Befragten sind nicht zufrieden ihrem E-Scooter, die übrigen je hälftig zufrieden und sehr zufrieden. Die angegebenen Gründe für den E-Scooter-Kauf sind vor allem die Umwelt, gefolgt von der Geräuschlosigkeit (vgl. Abbildung 16).

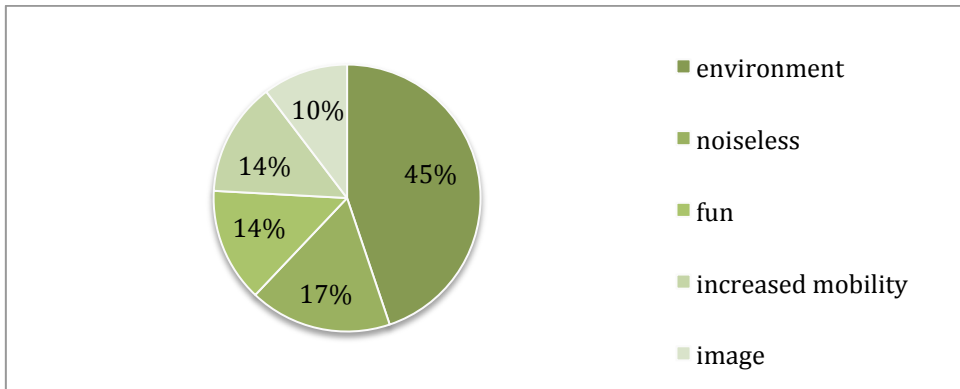


Abbildung 16: Gründe für den E-Scooter-Kauf

6.2. Auswertung der E-Scooter-Tagebücher

Die Auswertung der E-Scooter-Tagebücher ergab, dass zur Zeit nur 12 von 29 Tagebüchern verwertbare Datenpaare (Fahrstrecke und Energiebedarf) enthalten. In den unberücksichtigten Tagebüchern fehlt meist eine verlässliche Energiemessung. Kumuliert umfassen die ausgewerteten 189 Datenpaare ca. 7300 km und eine Gesamtenergie von ca. 550 kWh. Um differenzierte Aussagen zum Energieverbrauch machen zu können, werden die E-Scooter in drei Höchstgeschwindigkeitsklassen eingeteilt. Um die Qualität der Messdaten einzuordnen, ist ein Verlässlichkeitsindex eingeführt worden, der einerseits die relative Standardabweichung und andererseits die Anzahl der Wertpaare berücksichtigt ($1 - \text{StdDev}/\text{ArithAvg} \cdot n/30$).

Die drei E-Scooter-Klassen benötigen unterschiedliche Energiemengen (vgl. Abbildung 17):

- 1) die Klasse unter 45 km/h: 3.8-8.3 kWh/100 km
- 2) Die Klasse bis 80 km/h: 5.2-8.1 kWh/100 km
- 3) Die Klasse über 80 km/h: 6.1 bis 12.4. kWh/100 km

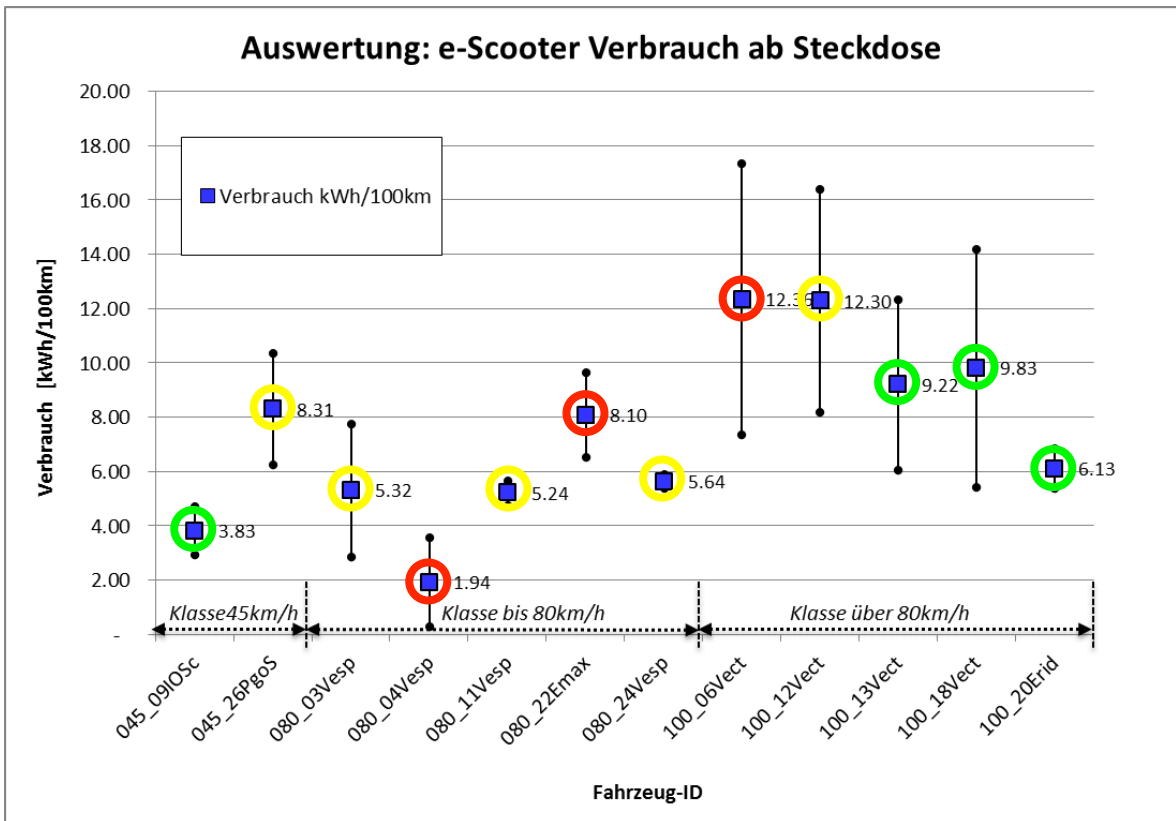


Abbildung 17: gemittelter Verbrauch (grid2wheel) gruppiert nach 3 Klassen Höchstgeschwindigkeit. Die Farbmarkierungen entsprechen einem Verlässlichkeitsindex (grün = gut (0.31-1.00), gelb = mittel (0.21-0.30), rot = tief (0.00-0.20))

Um eine bessere Datenlage zu erhalten, müsste der Energiebedarf ab Steckdose (=Gesamtbedarf=>Kosten) und ab Batterie (=Fahrverbrauch=>Benzinervergleich) erfasst werden. Dies ist wahrscheinlich nur über eine automatisierte Messtechnik möglich (siehe 'MOS-Projekt' unter 'Nationale Zusammenarbeit'). Es zeigte sich ebenfalls, dass einige Teilnehmende mit dem Einfüllen der Daten überfordert sind. Das Projektteam wird daher im Dezember die Tagebücher weiter vereinfachen und leicht überarbeiten, damit die Käufer und Käuferinnen von E-Scootern bessere Daten liefern können. Um mehr E-Scooter-Käufer und -Käuferinnen für die Befragung gewinnen zu können, wird das Projektteam ab 2012 die Plattform des Programms NewRide stärker nutzen; beispielsweise soll auf der NewRide-Homepage Werbung für die Befragung platziert werden. Angedacht ist weiter, dass den Käuferinnen und Käufern, die nicht von den Fördergeldern profitieren, als Anreiz für eine freiwillige Teilnahme an unserer Befragung eine Entschädigung entrichtet wird, z.B. ein Gutschein für den ersten E-Scooter-Service.

Nationale Zusammenarbeit

Durch die personelle Verflechtung ist insbesondere die Zusammenarbeit mit dem Förderprogramm NewRide sehr eng. Über diese Plattform ist das Forschungsprojekt auch mit weiteren Akteuren vernetzt, bspw. mit den übrigen Mitgliedern der Agentur EcoCar (e'mobile, gazmobil ag und infovel) oder der Mobilitätsakademie.

Das Forschungsteam ist in der Begleitgruppe des Präventionsprogramms Motorrad der bfu vertreten. Es profitiert dabei von den Erkenntnissen zur Sicherheit von Motorrädern im Allgemeinen und kann gleichzeitig die E-Scooter-spezifischen Aspekte betreffend Sicherheit einbringen.

Das Forschungsprojekt wurde an der Verkehrssicherheitstagung des TCS (Motto 2011: Elektromobilität) vom 7. September 2011 mit einem Vortrag vorgestellt.

Start des Mobility Solutions Projekts (MOS): Das Projekt "Neue Fahrzeug-Technologien Hybrid, Elektro" hat zum Ziel, Erkenntnisse und Angaben zur Eignung, zur Zuverlässigkeit, zur Zustandsentwicklung und zum spezifischen Energieverbrauch von Fahrzeugen mit Elektro- oder Hybridantrieben für die Fahrzeugevaluation, die Fahrzeugkalkulation und für die Kommunikation zur Verfügung zu stellen. Die Tätigkeiten 2011-2013 umfassen drei Teilprojekte:

- TP1: Begleituntersuchung 2-/3-Rad Fahrzeuge (kick-off: 01.06.2011)
- TP2: Pilotbetrieb Testfahrzeuge (kick-off: Dez. 2011)
- TP3: Pilotbetrieb Testfahrzeuge (kick-off: 19.05.2011)

TP1 (Zusammenarbeit VirVe, FH Biel und Empa) hat zum Ziel

- Gewinnung von Erkenntnissen zur Entwicklung des Zustandes von elektrischen 2-/3-Rad-Fahrzeugen Fokus Lebensdauer der Batterie
- Angaben zum spezifischen Energieverbrauch von elektrischen 2-/3-Rad-Fahrzeugen Methode für den Vergleich des Energieverbrauchs steht für die Evaluation von 2-/3-Rad-Fahrzeugen zur Verfügung
- Gewinnung von Erkenntnissen zur Benutzerfreundlichkeit und zur Nutzerakzeptanz von elektrischen 2-/3-Rad-Fahrzeugen, „Faktor Mensch“.

Weiter wurden im Rahmen des Forschungsprojekts zwei Arbeiten erstellt:

- "ScooterAnalyst", Diplomarbeit M. Bicker 2011 (Zusammenarbeit ZbW St. Gallen, Empa und VirVe)
- "Simulation einer Elektromotorradfahrt: Modellbildung und Implementierung in Android" Bachelorarbeit M. Creola 2011 (Zusammenarbeit UniZH/lfl, Empa und VirVe)

Internationale Zusammenarbeit

Im November 2011 wurde im Rahmen des „German Environmental Sociology Meeting“ in Frankfurt am Main die Befragung von E-Scooter-Käufern vorgestellt und diskutiert. Mit dem deutschen Forschungsteam der Pilotregion Rhein-Main fand ein reger Austausch statt, und die Beantragung eines EU-Projektes wurde andiskutiert.

Vernetzung mit dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin: Im März 2009 trat das im Rahmen des zweiten Konjunkturpakets der deutschen Bundesregierung erlassene Gesetz zur Errichtung eines Sondervermögens „Investitions- und Tilgungsfonds“ (kurz ITF) in Kraft. Das Gesetz ermöglichte in den Jahren 2009 bis 2011 anwendungsorientierte Forschung im Bereich der Elektromobilität im Umfang von 500 Millionen Euro. Interface/Ueli Haefeli ist verantwortlich für die Koordinierung der sechs wissenschaftlich-technischen Teilevaluationen und für das Verfassen eines Gesamtberichts. Ueli Haefeli wird auch in Zukunft das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung in Fragen zur Elektromobilität beraten.

Das Forschungsprojekt "E-Scooter" wurde am European Electric Vehicle Congress in Brüssel vom 26. – 28. Oktober 2011 mit einem Vortrag vorgestellt.

Die Entwicklung des neuen, updated IEA IA HEV Annex "Life Cycle Assessment of Electric Vehicles, From raw material resources to waste management of vehicles with an electric

drive train" kommt weiterhin nur schleppend voran. Die Leitung ist mittlerweile bei der JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH (Gerfried Jungmeier), welcher den ursprünglichen Empa-Vorschlag weiterentwickelt hat. Empa/TSL hat mittlerweile entschieden, beim BFE ihr Interesse an der Mitarbeit in verschiedenen Tasks anzumelden. Es wird angestrebt diese Plattform zu nutzen, um die verschiedenen Aktivitäten und Erkenntnisse in diesem Gebiet (FES, Thelma, ...) international darzustellen.

Hintergrund: Ab 2007 sondierte Empa/TSL bei IEA IA HEV (International Energy Agency Implementing Agreement on Hybrid and Electric Vehicles <http://www.ieahev.org/>) das Interesse am Thema "e-Mobility, End-of-Life Vehicles und LCA" was schliesslich zur Einladung, einen Vorschlag für einen möglichen neuen Annex (so werden Projekte/Programme genannt) auszuarbeiten und zu präsentieren, führten.

Am Symposium EVS24 in Stavanger im Frühjahr 2009 haben wir unseren Entwurf für den neuen Annex "Research Platform for Life Cycle Assessment and End Of Life Management for Electrified Mobility" (LCA & EOL Research Platform) dem IEA IA-HEV ExCo Meeting (Executive Committee) vorgestellt. Die Ziele dieser Forschungsplattform sind: Entscheidungsträger mit Fakten zu Energie- und Materialkreisläufen der Elektromobilität zu versorgen, das EOL Management von EV zu verbessern sowie EV-Designs für optimale Rezyklierbarkeit auszulegen.

Dieser Vorschlag wurde gutgeheissen, indem zwei Mitgliedsländer einer möglichen Mitarbeit zugestimmt haben (USA und CH), und wir wurden aufgefordert, einen Arbeitsplan auszuarbeiten. Die Finanzierung dafür erwies sich als schwierig (z.T. durch FES), und am ExCo Meeting im Juni 2010 in London präsentierten wir stattdessen einen aktualisierten Vorschlag.

Diesmal war das Interesse ungleich grösser, als beim ersten Mal, wie die minutes of meeting zeigen: „... The interim Operating Agent Mr. Widmer (EMPA - Switzerland) presented an update of the proposal for a new Annex ... Denmark, France, South Africa, Switzerland and the USA expressed an interest to participate in this potential new Annex ... Mr. Widmer will prepare a work plan for an Annex ... and seek participation before the next IA-HEV ExCo meeting...“ an der EVS25 in Shenzhen, China.

Bewertung 2011 und Ausblick 2012

Die meisten Arbeitspakete konnten im 2011 planmässig und erfolgreich durchgeführt werden. So hat sich beispielsweise das Instrument zur Erhebung des Mobilitätsverhaltens im Praxiseinsatz bewährt. Die Untersuchung der E-Scooter-Nutzer gestaltete sich jedoch wegen der geringen Kaufzahlen auch dieses Jahr schwierig. Trotz finanzieller Anreize von sieben Schweizer Städten wurden bisher nur wenige E-Scooter gekauft. Das Forschungsteam zielt darauf, dass bis Mitte 2013 mindestens 100 vollständige Dossiers (Befragung und Tagebuch) für die Auswertung vorliegen. Um die Diffusion von E-Scootern zu beschleunigen, hat das Forschungsteam gemeinsam mit den Vertretern der Städte weitere Massnahmen formuliert. Diese werden im 2012 so rasch als möglich umgesetzt.

Die Erstellung der Ökoinventare (LCI ecoinvent) schreitet gut und nach Plan voran und sollte Anfang bis Mitte 2012 abgeschlossen werden können. Bereits konnten auch methodische Fragen zur Integration von Lärm in die LCA-Betrachtung angegangen werden.

Es ergaben sich auch dieses Jahr erfreuliche und produktive Kooperationen, allen voran mit der Schweizer Post (Mobility Solution AG) zum Einsatz und zur Weiterentwicklung der im E-Scooter-Projekt begonnenen Verbrauchsmessungen.

Die Zuverlässigkeitsuntersuchungen sind weiterhin wegen der kleinen Flottengrösse nicht im geplanten Ausmass möglich.

2012 werden die geplanten Arbeitsschritte in den verschiedenen APs weitergeführt (vgl. Forschungsprojekt E-Scooter, Kap. 4: Terminplan). Im Februar findet die Swiss-Moto 2012 statt, hier werden wichtige Kontakte vor allem mit E-Scooter-Anbietern aufgenommen. Als zweiter Meilenstein im 2012 ist die Organisation und Durchführung der dritten Begleitgruppensitzung im Frühling aufzuführen. Nächstes Jahr wird auch mit der „Pösteler“-Befragung gestartet: Postangestellte, die mit einem Elektroroller unterwegs sind, werden über ihre Erfahrungen befragt. Geplant sind Fokusgruppen-Sitzungen. Die Auswertung dieser „E-Scooter-Spezialgruppe“ soll Ende 2012 abgeschlossen sein und in das Forschungsprojekt integriert werden.

In den Mitgliederzeitschriften des Hauseigentümerverbandes und des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins wird Anfang 2012 ein Artikel zum Thema Ladeinfrastruktur publiziert.

Insgesamt ist festzuhalten, dass sich die E-Scooter nur langsam am Markt durchsetzen. Zum Teil ist dies der noch nicht zufriedenstellenden Fahrzeugqualität zuzuschreiben.

Referenzen

- [1] Althaus, H. J., P. de Haan, et al. (2009a): "Traffic noise in LCA Part 2: Analysis of existing methods and proposition of a new framework for consistent, context-sensitive LCI modeling of road transport noise emission." *International Journal of Life Cycle Assessment* 14(7): 676-686.
- [2] Althaus, H. J., P. de Haan, et al. (2009b): "Traffic noise in LCA. Part 1: state-of-science and requirement profile for consistent context-sensitive integration of traffic noise in LCA." *International Journal of Life Cycle Assessment* 14(6): 560-570.
- [3] Bergek, A., S. Jacobsson, B. Carlsson, S. Lindmark and A. Rickne (2008): "Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis." *Research Policy* 37: 407-429.
- [4] Gauch, M., Widmer, R., Wäger, P., Stamp, A., Zah, R. and Hans-Jörg Althaus (2010): „Contribution of Li-Ion Batteries to the Environmental Impact of Electric Vehicles. *Environ. Science & Technology*, No.44/2010 p.6550-6556; DOI: 10.1021/es903729a
- [5] Haefeli, U. (2010): „Die Renaissance des Elektromobils in der Schweiz nach 1970. Visionärer Technologiepfad oder Weg in die Sackgasse?“ in: Schiedt, Hans-Ulrich et al. (Hg.), *Verkehrsgeschichte, Schweizerische Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialgeschichte – Société Suisse d'histoire économique et sociale*, Band 25, 343-356.
- [6] Heutschi, K. (2004): „SonRoad – Berechnungsmodell für Strassenlärm“. SRU 366. SAEFL. Bern, Swiss Agency for Environment, Forest and Landscape (SAEFL).
- [7] Hofmann, H. (2011a): *E-Scooter Händler in der Schweiz: Eine Synthese bestehender Untersuchungen*, Bern.
- [8] Hofmann, H. (2011b): *Untersuchung der Motorradhändler*, Bern.
- [9] Landis, F., Helbling, N. (2011): *Erfolgskontrolle Sonderschau „E-Scooter“ SWISS-MOTO 2011 17.-20.2.2011*. Luzern.
- [10] Miedema, H. M. E. (2004): "Relationship between exposure to multiple noise sources and noise annoyance." *Journal of the Acoustical Society of America* 116: 949-957.
- [11] Schwegler, U. (2011): *E-Scooter Marktübersicht 2011*. Rorschach.
- [12] Suurs, R. A. A. (2009): *Motors of sustainable innovation: Towards a theory on the dynamics of technological innovation systems*, Utrecht University.