

Sozialwissenschaftliche Begleitforschung zur Elektromobilität in der Modellregion Rhein-Main

September 2011

- Resümee -



Einführung

Die Fachhochschule Frankfurt am Main, die Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt am Main und das Nachhaltigkeits-Beratungsunternehmen e-hoch-3 haben über die gesamte Projektlaufzeit von Januar 2010 bis August 2011 alle in der Modellregion Elektromobilität Rhein-Main verankerten Demonstrationsvorhaben sozialwissenschaftlich begleitet. Während die Fachhochschule Frankfurt am Main die Akzeptanz von Elektromobilität anhand quantitativer Befragungen und der Auswertung des Mobilitätsverhaltens ermittelte, führte die Goethe Universität eine qualitative Abschätzung der Akzeptanz einer neuen Mobilitätsstruktur durch Elektromobilität durch. Ein Teilaspekt der qualitativen Akzeptanzermittlung ist den wenig motorisierten Elektrofahrzeugen gewidmet, welche in der Modellregion Rhein-Main den größten Teil der vorhandenen Elektrofahrzeuge ausmachen.

Zudem konnte das Unternehmen e-hoch-3 mit seinem Beitrag zur Identifikation der Umweltpotenziale von Elektromobilität die sozialwissenschaftliche Begleitforschung ergänzen.



Die Ergebnisse der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung zur Elektromobilität in der Modellregion Rhein-Main, Stand August 2011, sind im vorliegenden Bericht zusammenfassend dargestellt. Der erste Teil ist den quantitativen Akzeptanzuntersuchungen der FH Frankfurt gewidmet. Danach werden die Ergebnisse der qualitativen Analysen der Goethe Universität dargelegt. Der Teilaspekt „wenig motorisierte Verkehr“ wird im dritten

Teil abgehandelt. Der Bericht schließt mit dem Beitrag von e-hoch-3 zur Ermittlung der Umweltpotenziale ab. Die endgültigen Ergebnisse werden voraussichtlich Ende Oktober verfügbar sein.

Teil 1: Quantitative Akzeptanzuntersuchungen (FH Frankfurt)

Übergreifende Begleitforschung über alle Demonstrationsvorhaben

Die sozialwissenschaftliche Begleitforschung in der Modellregion Rhein-Main hat eine übergreifende Begleitforschung über alle in der Modellregion angesiedelten Demonstrationsvorhaben durchgeführt. Ausgenommen waren einige wenige Projekte, deren Ziele rein technisch orientiert waren.

Anhand eines in drei Zügen durchgeführten Befragungskonzepts – jeweils vor, während und gegen Ende der Nutzungsperiode – sowie mit Hilfe von Mobilitätstagebüchern, konnten eine Vielzahl von Daten gesammelt und hinsichtlich Mobilitätsverhalten und Nutzerakzeptanz quantitativ ausgewertet werden.

Die Nutzer¹ waren sehr motiviert, sodass sich die Rücklaufquoten zum Teil je nach Demonstrationsvorhaben auf nahezu 100 % beliefen. Mit standardisierten Fragebögen konnten ins-

¹ Zur Vereinfachung der Darstellung wird im Weiteren die weibliche Form i.A. nicht erwähnt; in jedem Fall ist

gesamt 399 Nutzer befragt werden. Werden Anfangs-, Zwischen- und Abschlussbefragung zusammen genommen, so liegen 648 ausgefüllte Fragebögen vor. Hinzu kommen noch weitere 44 Personen, welche im Rahmen der Erprobung von Abfallhybridsammelfahrzeugen interviewt wurden. Auf diese wird im vorliegenden Bericht nicht weiter eingegangen. Die Befragungen sind noch nicht abgeschlossen. Insbesondere bei der Abschlussbefragung wird noch mit weiteren Rückläufen gerechnet. Aufgrund von technischen Schwierigkeiten und Lieferproblemen bei den Hybrid- und Elektrobussen, welche bis zum heutigen Zeitpunkt noch keinen regulären Fahrgastbetrieb aufgenommen haben, konnten in diesen Demonstrations-



vorhaben noch keine Fahrgastbefragungen durchgeführt werden.

Foto: <http://www.kommune-niederkaufungen.de>, 2011

Die Nutzer in Rhein-Main sind sehr motiviert, aber nicht repräsentativ für die Gesamtbevölkerung

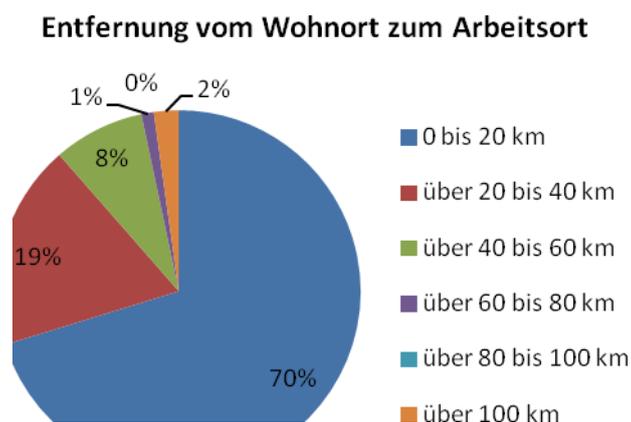
Elektromobilität wird aufgrund der Ausgestaltung der Demonstrationsvorhaben in der Modellregion Rhein-Main in erster Linie von einem bestimmten Personencluster genutzt:

Die in Rhein-Main befragten Nutzer sind zum größten Teil männlich (69 %). Im Vergleich dazu sind 49 % der Hessen männlich und 51 % weiblich [vgl. Hessisches Statistisches Landesamt 2011a]. Die Altersklasse zwischen 42 und 46 Jahren ist am stärksten vertreten. Dies deckt sich zum einen mit der Altersstruktur in Hessen, wonach hier die 38 bis 55-jährigen die stärksten Jahrgänge bilden [vgl. Hessisches Statistisches Landesamt 2011b]. Zum anderen ist diese Altersverteilung aber auch der Unternehmensstruktur der Demonstrationsvorhaben geschuldet. Der Bildungsstand der Befragten in der Modellregion Rhein-Main ist im Vergleich zum hessischen Durchschnitt außerordentlich hoch. Es handelt sich größtenteils um Akademiker mit hohem Einkommen. 58 % der Nutzer haben die allgemeine Hochschulreife; 57 % haben eine abgeschlossene Hochschulbildung, 9 % können sogar einen Dokortitel vorweisen. Eine Berufsausbildung haben 71 % der Befragten abgeschlossen. Dementsprechend ist auch das durchschnittliche Haushaltsnettoeinkommen der befragten Nutzer im Vergleich zu Gesamthessen hoch: 34 % der Befragten verdienen 3.600 Euro oder mehr pro Haushalt und Monat. In Hessen liegt das durchschnittliche Haushaltsnettoeinkommen bei nur 22 % bei 3.200 Euro oder mehr [vgl. Hessisches Statistisches Landesamt 2011b].



dabei jedoch implizit auch die entsprechende weibliche Person gemeint.

Die Befragten in Rhein-Main zeichnen sich außerdem durch ein stark ausgeprägtes Umweltbewusstsein aus. Dies zeigt sich unter anderem darin, dass über die Hälfte der in Rhein-Main befragten Personen bereits Öko-Strom nutzen.



in der Modellregion Rhein-Main geht außerdem auf Pedelec-Nutzer zurück, da diese Elektrofahrzeuge die geringsten Lieferzeiten hatten und in großer Stückzahl zur Verfügung standen. Elektro-Pkw wurden

Abbildung 1: Entfernung vom Wohnort zum Arbeitsort (n=273)

Die Ergebnisse der Soziodemographie zeigen insgesamt, dass die Gruppe der befragten Nutzer in der Modellregion Rhein-Main nicht repräsentativ für die Gesamtbevölkerung Hessens ist. Ein Großteil der Erfahrungen von einem verhältnismäßig kleinen Nutzerkreis getestet.

Elektro-Pkw sind für die tägliche Mobilität nutzbar

Unter der Annahme, dass ein durchschnittlicher Elektro-Pkw auch bei ungünstiger Witterung eine Reichweite von 100 km hat, kann der Schluss gezogen werden, dass Elektrofahrzeuge für den täglichen Weg zum Arbeitsplatz besonders geeignet sind. Interessanterweise legen nur 2 % der befragten Nutzer Wege über 100 km zurück, um zum Arbeitsplatz zu gelangen. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass 98 % der Nutzer ohne Probleme einen Elektro-Pkw für den täglichen Weg zur Arbeit nutzen können – unter der Voraussetzung, dass sie am Arbeitsplatz und am Wohnort die Möglichkeit haben, die Fahrzeugbatterie wieder aufzuladen. Doch selbst wenn das Laden nur entweder zuhause oder am Arbeitsort in Frage kommt, haben immerhin noch 89 % der Befragten die Möglichkeit, den Elektro-Pkw für den täglichen Weg zur Arbeit zu nutzen. Das Problem der Reichweite scheint also für den Alltag nicht so gravierend zu sein, wie allgemein angenommen.

Die an der FH Frankfurt durchgeführte Studie „Elektrolöwe 2010“ untersuchte im Rahmen der hessischen Nachhaltigkeitsstrategie drei unterschiedlich strukturierte Städte in Hessen (Polyzentrum, Monozentrum und ländliche Kommune) und kam zu dem Ergebnis, dass zwischen 92 und 96 % der Befragten bereits heute auf ein Elektroauto mit einer Reichweite von 100 km umsteigen können. Datengrundlage hierfür war die durchschnittliche tägliche Wegelänge, welche aus den Datensätzen MiD (Mobilität in Deutschland) und SrV (System repräsentativer Verkehrsbefragungen) hervorgeht bzw. im ländlichen Raum auf eigenen Erhebungen beruht. Darüber hinaus zeigte sich,



Abbildung 2: Die untersuchten Städte im Projekt "Elektrolöwe 2010"

dass Reisen über lange Distanzen bei den Befragten seltener auftreten, als in der öffentlichen Diskussion oftmals geäußert wird. So haben 55 bis 70 % der Befragten in den drei Städten maximal eine Reise in den drei Monaten vor dem Zeitpunkt der Befragung unternommen. Für diese muss in Zukunft vermehrt auf öffentliche Verkehrsmittel oder Nutzungssysteme zurückgegriffen werden. Durch die Anmietung eines Pkw mit Verbrennungs- oder Hybridmotor können so mehrere hundert Kilometer an einem Tag zurückgelegt und Gepäck, Einkäufe oder andere Notwendigkeiten transportiert werden.

Nimmt man die Ergebnisse der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung und der Studie „Elektrolöwe 2010“ zusammen und vergleicht sie mit den Wünschen der Nutzer hinsichtlich der Reichweite, so kommt man zu folgender Feststellung:

Obwohl die meisten Befragten weniger als 100 km am Tag zurücklegen, geben knapp zwei Fünftel an, dass Elektrofahrzeuge Reichweiten von über 200 Kilometern abdecken müssten, um für sie in Betracht zu kommen. Eine Änderung des Mobilitätsverhaltens scheint erforderlich. Diese Notwendigkeit muss den potenziellen Nutzern der Zukunft jedoch zunächst noch bewusst gemacht werden.

Pedelecs sind für kurze Distanzen eine echte Alternative

Es zeigt sich, dass Pedelecs besonders für kurze Distanzen eine echte Alternative zum motorisierten

Individualverkehr darstellen.

Dies begründet sich in der Tatsache, dass 36 % der Befragten Wege von fünf Kilometern oder weniger zum Arbeitsort zurücklegen.

Dies wäre allerdings auch mit einem normalen Fahrrad ohne Unterstützung möglich. Schwieriger wird es bei größeren Distanzen.

Pedelecs werden im Gegensatz zu herkömmlichen Fahrrädern in der

Regel auch für Wege über fünf Kilometer eingesetzt, weshalb bei der Datenauswertung auch Distanzen von bis zu zehn

Kilometern untersucht wurden. Hierbei ist erkennbar,

dass knapp über die Hälfte aller Befragten ein Pedelec für den täglichen Weg zur Arbeit nutzen kann. Die Reichweite der Batterie ist hierbei unkritisch, da diese für herkömmliche Pedelecs in der Regel bei ca. 40 bis 50 km liegt, je nach Gewicht, Unterstützungs- und Wirkungsgrad des Antriebs, Gegenwind, Steigungen und Temperatur allerdings schwankt [vgl. ADFC 2010]. Aus den Mobilitätstagebüchern geht jedoch hervor, dass ca. drei von vier Fahrten mit dem Pedelec unter 10 km liegen. Abbildung 3 zeigt beispielhaft die Wegelänge von Pedelec-Fahrten in einem Demonstrationsvorhaben.

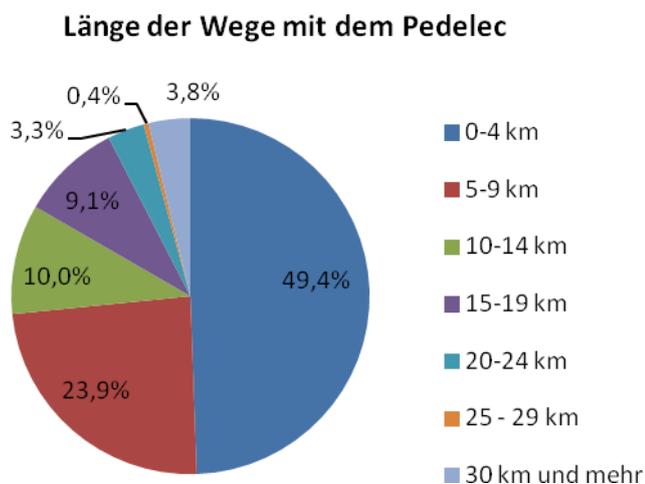


Abbildung 3: Distanz der Pedelec-Fahrten in einem beispielhaften Demonstrationsvorhaben (n=451)

Elektrofahrzeuge werden häufig genutzt, in der Einführungsphase allerdings überwiegend nach dem Sharing-Prinzip oder als Dienstfahrzeug



Die Elektrofahrzeuge in der Modellregion Rhein-Main sind nur zu 34 % rein privat zugeordnet. Ein weitaus größerer Teil (49 %) wird im Sharing Prinzip, als Teil einer Dienstfahrzeugflotte oder als Dienstfahrzeug mit alleiniger Nutzung betrieben. Eine regelmäßige Nutzung ist besonders bei den privat zugeordneten Fahrzeugen sowie den Dienstfahrzeugen mit alleiniger Nutzung gegeben: Drei Viertel der Befragten

nutzen diese an mindestens ein bis drei Tagen pro Woche. Im Sharing Betrieb ist dies nur noch bei der Hälfte, bei innerbetrieblichen Fahrzeugflotten nur bei einem Drittel der Befragten der Fall.

Die Nutzer in Rhein-Main machen regen Gebrauch von den Elektrofahrzeugen. Allerdings ließ die anfängliche Euphorie im Verlauf der Flottenversuche nach, was insbesondere bei Pedelecs auf schlechte Witterung (Nutzung in den Wintermonaten) zurückzuführen sein könnte. Aus der Menge der Nutzer, die sowohl vor Ausgabe der Fahrzeuge, als auch während der Nutzung der Fahrzeuge einen Fragebogen ausgefüllt haben, gaben 60 % an, das Fahrzeug an mindestens ein bis drei Tagen pro Woche zu nutzen. Vor Beginn des Flottenversuchs erwarteten noch 79 %, das Elektrofahrzeug mindestens ein bis drei Mal pro Woche zu nutzen.

Positive Erwartungen der Nutzer wurden weitestgehend erfüllt

Die Erwartungen der Nutzer an die Elektrofahrzeuge waren weitestgehend positiv und konnten während der Testphase bis auf Ausnahmen bestätigt werden. Die Mehrheit der Nutzer war voll davon überzeugt, dass Elektrofahrzeuge für ihren Alltag nützlich sein werden, dass von ihnen eine sehr geringe Geräuschemission ausgeht und dass sie umweltfreundlich sind. Diese Erwartungen konnten bestätigt werden. Weiterhin wurde mit geringen Bedenken erwartet, dass sich die Nutzung der Fahrzeuge selbst sowie das Laden als einfach erweisen werden. Auch dies konnte während der Testphase bestätigt werden. Dasselbe trifft auf die Höchstgeschwindigkeit, den Fahrkomfort und die Sicherheit der Fahrzeuge zu. Der Faktor der Kostenersparnis und die sinnvolle Integration der Elektrofahrzeuge in den Alltag wurden sogar während der Nutzung der Fahrzeuge besser eingestuft, als dies von den Befragten zuvor erwartet wurde. Lediglich die Verfügbarkeit von Lademöglichkeiten und der verfügbare Laderaum bzw. Platz für Personen in Elektrofahrzeugen wurden während der Nutzung als geringfügig schlechter eingestuft, als erwartet. Allerdings waren die Erwartungen an diese beiden Aspekte auch zuvor niedriger als die anderen Faktoren bewertet.

Elektrofahrzeuge ersetzen nicht nur Pkw-Fahrten

Die ausgefüllten Mobilitätstagebücher vor und während der Nutzung eines Elektrofahrzeugs zeigen je nach Demonstrationsvorhaben und Fahrtzweck unterschiedliche Ergebnisse. Sowohl die Nutzungshäufigkeit der verschiedenen Fahrzeugtypen, als auch die Ersetzung von Verkehrsmitteln durch den Einsatz von E-Fahrzeugen unterscheidet sich je nach Demonstrationsvorhaben, Nutzerstruktur, räumliche Lage und zur Verfügung stehende Fahrzeuge. Es zeigt sich aber übergreifend, dass für den Weg zur Arbeit Elektrofahrzeuge in erster Linie anstelle von herkömmlichen Pkw und Fahrrädern genutzt werden, während im Freizeitverkehr vorwiegend Fuß- und Radwege durch die Fahrt mit einem E-Fahrzeug ersetzt werden. Der Anteil der Wege mit konventionellen Pkw nahm weder im Freizeit-, noch im Einkaufsverkehr ab. Für den Fahrtzweck Besorgung/ Einkauf nahmen hingegen die Anteile der Wege zu Fuß, mit dem Fahrrad und dem Motorrad ab. Die Verkehrsmittelanteile vor und während der Nutzung von Elektrofahrzeugen werden in Abbildung 4 beispielhaft für ein Unternehmen dargestellt, in dem eine große Anzahl von Pedelecs und Elektrorollern, sowie wenige Elektro-Pkw zur Verfügung standen.

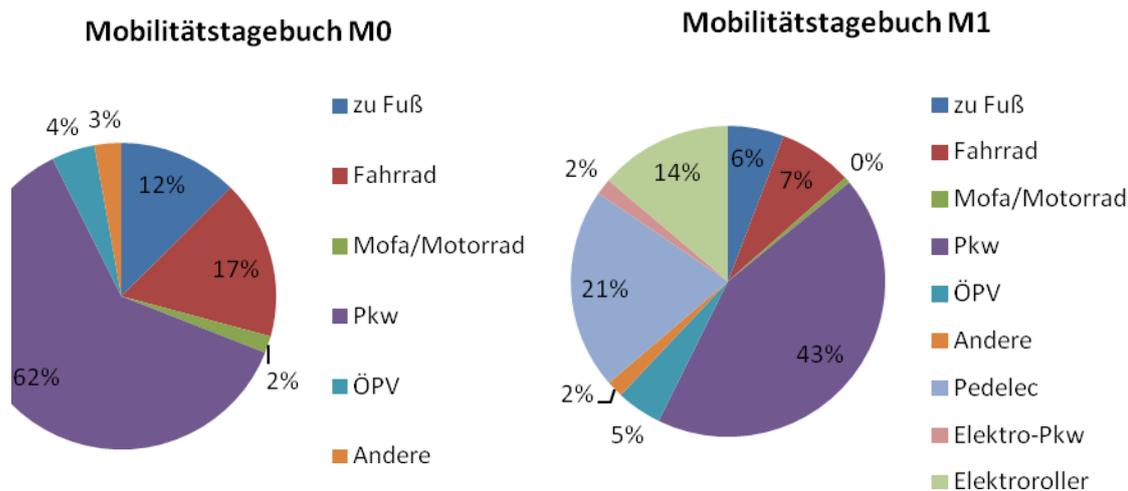


Abbildung 4: Verkehrsmittelanteile in einem Unternehmen vor (M0, n=1.111) und während (M1, n=1.728) der Nutzung von Elektrofahrzeugen

Nur wenige Nutzer würden höhere Kosten für ein Elektrofahrzeug in Kauf nehmen

Elektrofahrzeuge sind – bedingt durch die geringe Nachfrage sowie die verhältnismäßig teure Technologie, insbesondere der Akkus – mit hohen Anschaffungskosten im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugen verbunden. Es ist davon auszugehen, dass eben diese Mehrkosten für viele ansonsten begeisterte Nutzer zu einem Hemmnis hinsichtlich der Kaufbereitschaft werden. So ist von 146 Befragten nur ca. ein Sechstel zu Mehrkosten von 20 % oder mehr im Vergleich zu Pkw mit Verbrennungsmotor bereit.

Die Nutzer in Rhein-Main wurden daraufhin gefragt, wie viel sie bereit wären, für einen Elektro-Pkw mehr zu zahlen und unter welchen Anreizen sie zu diesen Mehrkosten am

ehesten bereit wären. Einen großen Anreiz für den Kauf eines Elektrofahrzeugs bieten monetäre Kriterien. Hierzu zählen günstigere Kfz-Steuer und -Versicherungen für Elektrofahrzeuge, kostenlose Parkplätze für Elektrofahrzeuge sowie preiswerter Ladestrom. Auch reservierte Parkplätze für Elektrofahrzeuge sowie die Einführung einer blauen Umweltschilder sind Kriterien, die von den Nutzern als Anreize wahrgenommen werden. Die Erlaubnis für Elektrofahrzeuge zur Nutzung der Busspur wurde allerdings nicht als wichtig empfunden.

Der Öffentliche Personennahverkehr wird durch Elektrofahrzeuge zumindest im Berufsverkehr nicht geschwächt

Mit Hilfe der Methode „Stated Preferences“ wurde evaluiert, welches Verkehrsmittel die Nutzer für den Weg zum Arbeitsplatz unter vorgegebenen Randbedingungen wählen würden. Zur Auswahl standen Pkw mit Verbrennungsmotor, Elektro-Pkw und der Öffentliche Personennahverkehr. Je nach Weglänge konnten zusätzlich noch Pedelec und Fahrrad gewählt werden. Bei den Randbedingungen wurde unterschieden zwischen:

- 1) 20 Kilometer Entfernung, Ballungsraum, gute Anbindung an ÖPNV und Straßennetz.
- 2) 20 Kilometer Entfernung, ländlicher Raum, Anbindung durch ÖPNV im Stundentakt und durch eine Bundesstraße.
- 3) Nahbereich innerhalb eines Ballungsraums.
- 4) 60 Kilometer Entfernung, kleinere Stadt mit Fernbahnhof in relativer Nähe zur Autobahn.

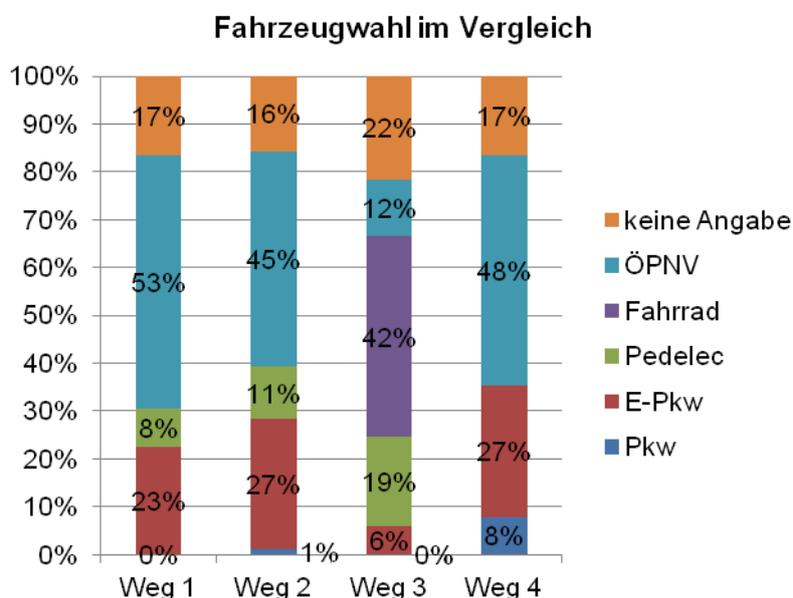


Abbildung 5: Fahrzeugwahl in Abhängigkeit verschiedener Randbedingungen (n=102)

Es fällt auf, dass bis auf den Nahbereich die meisten Befragten den ÖPNV nutzen würden. Die ÖPNV-Nutzung nimmt im Vergleich zu Fall 1 für den Fall 2 und 4 geringfügig ab, bleibt aber das am häufigsten gewählte Verkehrsmittel. Die Abnahme des ÖPNV geht in Fall 3 in erster Linie zugunsten des Elektro-Pkw und des Pedelecs und nur geringfügig zugunsten des herkömmlichen Pkw. Im Fall 4 profitieren Elektro-Pkw und herkömmlicher Pkw von der Abnahme des ÖPNV.



Wege unter fünf Kilometern werden nach wie vor gerne mit dem Fahrrad zurückgelegt und nur in zweiter Linie mit dem Pedelec. Der ÖPNV wird von nur 12 % der Befragten als Verkehrsmittel für den

Nahbereich gewählt. Herkömmliche Pkw hält keiner der Nutzer für sinnvoll.

Teil 2: Qualitative Analysen (Goethe-Universität, Prof. Blätzel-Mink)

Qualitative Untersuchungen zur Akzeptanz und Optimierung durch Nutzer

Durch die qualitative Untersuchung sollen die akteursbezogenen Bedingungen eines „Systemwandels“ in Richtung nachhaltiger Elektromobilität besser verstanden werden. So ist es vor allem notwendig, die Komplexität dieser Bedürfnisse zu erfassen. Der Umstieg auf alternative Mobilitätskonzepte stellt eine „high-cost“ Situation dar, d.h. die Kosten werden in der Regel als höher wahrgenommen als der erwartete subjektive Nutzen. So sieht sich der politische Wille, nachhaltige E-Mobilitätskonzepte in der Bevölkerung Deutschlands verstärkt durchzusetzen, mit zwei Typen von Autofahrern konfrontiert. Einerseits diejenigen, die eher an sogenannten SUVs (Geländelimousine) als an aktuell angebotenen Elektroautos interessiert sind, da letztere mit weniger Komfort bei noch vergleichsweise hohen Anschaffungskosten verbunden werden. Andererseits sogenannte „Intermodalisten“, die bereits öffentliche Verkehrsmittel und eigenes Kraftfahrzeug in ihrem Alltag kombinieren und unter gewissen Umständen bereit und interessiert wären, das eigene Auto durch ein Pedelec zu ersetzen.



Um die Akzeptanzchancen einer neuen Mobilitätskultur abzuschätzen und das Angebot zu optimieren, sollten Nutzer beteiligt werden. Aus diesem Grund wurden an der Goethe-Universität drei Teilstudien durchgeführt. Zum einen wurden 30 qualitative, leitfadengestützte Interviews mit Bürgern der Modellregion geführt, welche noch keinerlei Erfahrung mit Elektromobilität gemacht haben. Zum anderen wurden fünf leitfadengestützte und moderierte Gruppendiskussionen mit je

sechs bis acht Teilnehmern von ausgewählten Demonstrationsvorhaben durchgeführt. Darüber hinaus wurden fünf Prosumingverfahren in unterschiedlichen Demonstrationsvorhaben durchgeführt.

Wohnort und Lebensumbruchphasen sind verantwortlich für das Mobilitätsverhalten

In den Einzelinterviews wurden Personen befragt, die nicht an den Demonstrationsvorhaben der Modellregion teilnehmen. Dabei zeigte sich, dass das Mobilitätsverhalten der Befragten deutlich mit der Wohnortlage variiert. Erwartungsgemäß wird die Nutzung des Autos in der Stadt aufgrund von Parkplatzmangel und hohem Verkehrsaufkommen tendenziell als unbequem angesehen. Im ländlichen Gebiet dagegen wird die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel als unbequem und unpraktisch angesehen.



Während in der Stadt nur solche Befragten über ein Auto verfügen, die häufiger Transporte zu erledigen haben oder berufliche Fahrten in die städtische Peripherie oder auch in Naherholungsgebiete unternehmen, besitzen alle Befragten mit Wohnort in ländlichen Gebieten einen Pkw. Selbst wenn hier die Bereitschaft zur Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel besteht, ist dies mit höherem Aufwand verbunden, da längere Anfahrten etwa vom Wohnort zu den Bahnhöfen in Kauf genommen werden müssten. Überraschend ist der Befund, dass fast alle Befragten mit Wohnort im direkten Frankfurter Umland über ein Auto verfügen. Häufig wird dies mit der ungünstigen Lage von Zugangspunkten zum öffentlichen Verkehrsnetz begründet. Als besonderes Problem erweist sich für alle Erhebungszonen die zentrale und sternförmige Ausrichtung des ÖPNV um den Frankfurter Hauptbahnhof und die Hauptwache. Für den Weg von einem städtischen Peripheriegebiet in ein anderes, sind zeitaufwändige und als unbequem empfundene Dreiecksfahrten erforderlich.

Als zentrales Motiv des Verkehrsmittelwahlverhaltens der Befragten konnte die Bequemlichkeit der Nutzung identifiziert werden. Mit anderen Worten: Dasselbe Motiv, nämlich die Mobilitätszumutungen des Alltags möglichst bequem und ohne Aufwand bewältigen zu können, kann je nach Wohnortlage zu ganz unterschiedlichem Mobilitätsverhalten führen.



Erwartungsgemäß erweisen sich Lebensumbruchphasen als besonders anfällig für eine Veränderung des Verkehrsmittelwahlverhaltens. Insbesondere die Aufnahme einer ersten Beschäftigung bzw. der Eintritt ins Rentenalter ist hier zu nennen. Dies gilt umso mehr, wenn mit der Änderung nicht nur der Arbeitsort, sondern auch der Wohnort gewechselt wird. Umzüge erweisen sich als weiterer wichtiger Faktor. Dabei scheint es auch eine wesentliche Rolle zu spielen, wohin der Umzug erfolgt. Bereits der Umzug in einen Nachbarort, also von der Peripherie in einen anderen Ort der Peripherie, kann eine erhebliche Umstellung des Mobilitätsverhaltens erforderlich machen; bis hin zur Anschaffung

eines Autos. Für Eltern erweist sich hingegen die Entwicklung der Kinder als Einflussfaktor; auch hier bis hin zur Anschaffung eines Autos.

Kritische Einstellung zur Elektromobilität

In Bezug auf die Akzeptanz von Elektromobilität zeigt sich, dass diese vornehmlich mit Elektroautos identifiziert wird. Und von einem Elektroauto wird erwartet, dass es die gleichen Eigenschaften habe und die gleichen Anforderungen erfülle, wie konventionelle Fahrzeuge. Mit anderen Worten: Benennt man ein Elektromobil als ein „Elektro-Auto“, dann wird auch ein Pkw erwartet, welches ein konventionelles Auto mindestens ersetzen könne, am besten sogar einen weiteren Mehrwert bieten sollte. Dementsprechend werden für Elektroautos auch die gleichen Probleme genannt, wie für konventionelle Fahrzeuge (Parkplatzproblematik, Anschaffungskosten, Steuern und Versicherung etc.). Angesichts dieser Ansprüche kann es nicht überraschen, dass die Befragten die Technologie nicht für marktfähig halten. Elektroautos seien noch nicht entwickelt genug, um den Ansprüchen und Erfordernissen der heutigen Gesellschaft mit ihrer gerecht zu werden. Deutlich wird hier die hohe Kontinuitäts-erwartung in Bezug auf das eigene Mobilitätsverhalten, welches die Befragten an das Elektroauto richten.

Elektromobilität wird weiterhin mit Pedelecs in Verbindung gebracht. Während aber jüngere Befragte der Meinung sind, ein Pedelec sei doch eher etwas für die ältere Generation, sind befragte Rentner davon überzeugt, Pedelecs seien, ob der erreichbaren Geschwindigkeit, doch eher etwas für die jüngere Generation.

Bequemlichkeit als entscheidendes Motiv zum Umstieg



Als Motiv für die Umstellung auf ein Elektrofahrzeug wird in der vorliegenden Stichprobe erwartungsgemäß die Umweltfreundlichkeit genannt. Ob Elektroautos aber tatsächlich so umweltfreundlich sind, wie es ihr Image suggeriert, wird von vielen Befragten bezweifelt. Grund dafür sind die Unklarheiten in Bezug auf den Herstellungsprozess, die Technologie und die hierfür notwendigen Rohstoffe, sowie die spätere Entsorgung der Batterien und der Karosserie. Interessant ist, dass die Befragten dem Elektroauto aufgrund des vermiedenen CO₂-Ausstoßes höhere Umweltfreundlichkeit bescheinigen als einem Benzinauto. Diese Umweltfreundlichkeit wird aber aufgrund des Herstellungsprozesses kritisch gesehen. Hingegen wird der Herstellungsprozess für konventionelle Fahrzeuge nicht hinterfragt. Insgesamt beklagen die

Befragten ein Informationsdefizit in Bezug auf Elektroautos. Angesichts des benannten

Informationsdefizits sowie des mit den Notwendigkeiten regelmäßiger Aufladung vermuteten Mehraufwands kann es nicht weiter überraschen, dass die wesentliche Barriere für den Umstieg auf ein Elektrofahrzeug in einem als völlig unangemessen bewerteten Preis-Leistungsverhältnis gesehen wird.

Wichtigste Erkenntnis der vorliegenden Studie ist das Nutzungsmotiv der Bequemlichkeit. Elektromobilität müsste einen Mehrwert an Bequemlichkeit bieten, also die Bewältigung der Mobilitätsanforderungen des Alltags bequemer ermöglichen als andere Alternativen, um eine möglichst hohe Akzeptanz und Marktdurchdringung zu erreichen. Folgende Thesen ergeben sich aus den Einzelinterviews, welche mit weiteren Verfahren zu prüfen wären:

- Je einfacher der Umstieg auf ein Elektrofahrzeug möglich ist, desto höher die Akzeptanz dafür.
- Je besser potenzielle Nutzer über die Technologie informiert sind, desto höher die Akzeptanz.
- Wenn Elektroautos als technologische Innovation mit einem „Mehr“ an Bequemlichkeit wahrgenommen werden, dann wächst die Akzeptanz.
- Wenn Elektroautos nicht einfach die Anforderungen an ein Auto erfüllen, sondern eine Weiterentwicklung im Sinne eines technischen Fortschritts bieten, dann wächst die Akzeptanz.
- Wenn Elektrofahrzeuge den individuellen Lebensstil der Menschen unterstützen und seine Bewältigung erleichtern, wächst die Akzeptanz.

Die Frage, die es für eine erfolgreiche Akzeptanz und Marktdurchdringung also zu beantworten gilt, lautet: Wo könnte der technologische Mehrwert, die Innovation, der Fortschritt von Elektromobilität liegen, der den Menschen die Bewältigung ihres Alltags einfacher und bequemer macht und den Umstieg auf ein Elektrofahrzeug motiviert?

Die Nutzer der Demonstrationsvorhaben sehen die Elektromobilität positiver als die Nicht-Nutzer

Mit Hilfe von Fokusgruppen wurden die Einstellungen zur Elektromobilität von Personen bzw. Personengruppen untersucht, die bereits Elektrofahrzeuge im Rahmen eines Demonstrationsvorhabens nutzen oder genutzt haben. Die überwiegende Anzahl der befragten Nutzer schätzt die unkomplizierte Nutzung eines Elektrofahrzeuges und findet es wichtig, einen eigenen individuellen Beitrag zur Nachhaltigkeit zu leisten, stellt jedoch die Wirtschaftlichkeit (Anschaffungs- und Wartungskosten) der Elektromobilität in Frage, und bemängelt die noch unreife Technologie sowie fehlende standardisierte Lösungen. Es entspricht der allgemeinen Einstellung quer durch die Fokusgruppen, dass ein Elektrofahrzeug mit dem derzeitigen Stand der Technik nicht mit konventionellen Pkw konkurrieren kann, aber unter bestimmten intermodalen Kriterien durchaus alltags-tauglich wäre. Unternehmen spielen



bei der Umsetzung der Elektromobilität eine große Rolle. Weil die Elektrofahrzeuge momentan noch sehr kostenintensiv sind, wird es als durchaus positiv wahrgenommen, dass die Arbeitgeber die Möglichkeit realisieren, erste Nutzungserfahrungen zu machen.

Auffällig sind die Unterschiede der Einstellungen zur Elektromobilität von Personen, die bereits Elektrofahrzeuge genutzt haben, im Vergleich zu Personen, die noch keine Erfahrungen haben. So zeigten sich die Teilnehmer der Demonstrationsvorhaben erfreut über die unkomplizierte Nutzung und die Möglichkeit, einen Beitrag zur Nachhaltigkeit zu leisten. Außerdem assoziierten die Befragten außerhalb der beforschten Demonstrationsvorhaben mit Elektromobilität vor allem: klein, langsam, unzuverlässig usw. Die Teilnehmer der Vorhaben dagegen konstatierten immer wieder, Elektrofahrzeuge machen einfach Spaß. Sie sehen sich als Lead User und erfahren viel Anerkennung aus ihrem privaten und beruflichen Umfeld. Es lässt sich also festhalten: wer einmal ein Elektrofahrzeug testet, ist von Fahrgefühl und Handhabbarkeit beeindruckt, sieht hingegen noch Handlungsbedarf, was die Wirtschaftlichkeit und die Zuverlässigkeit der Technologie sowie die institutionellen Rahmenbedingungen (Steuern, Versicherung, geldwerter Vorteil etc.) betrifft. Allerdings besteht auch Konsens unter den Befragten der Fokusgruppen, dass Elektrofahrzeuge gegenwärtig nicht mit konventionellen Pkw konkurrieren können, unter bestimmten Bedingungen wie etwa verstärkter intermodaler Verkehrsstrukturen jedoch durchaus alltagstauglich sein könnten.

Prosuming wurde als wirksames Instrument zur Verbesserung der Angebotsseite wahrgenommen

Der Begriff „Prosuming“ bzw. „Prosumer“ nimmt Bezug auf eine Mischform von Produktion und Konsum außerhalb des Erwerbslebens. Eingeführt wurde er von Toffler (1980). Sprachlich setzt es sich aus *Producer* und *Consumer* zusammen. Aufgabe der Prosumingverfahren war es, Vorteile und Probleme der Nutzung bestimmter Elektrofahrzeuge mit Nutzern, Herstellern und Anbietern strukturiert zu diskutieren sowie gemeinsame Lösungsansätze zu entwickeln.

Auf Seiten der Produzenten bzw. Anbieter stießen die Prosumingworkshops aus mehrerlei Gründen auf positive Resonanz: Zunächst konnten die Praxiserfahrung der eigenen Kunden in den Produktions- bzw. Umsetzungsprozess eingebunden, sowie zentrale Wünsche und Probleme umgesetzt werden. Des Weiteren wurden die Prosumingworkshops aus Marketinggründen als durchaus wertvoll angesehen:



Die Teilnehmer als Lead User in einem gesellschaftlich vollkommen neuen Handlungsfeld, fungierten für die Produzenten- bzw. Anbieterseite als Multiplikatoren, welche die im Laufe des Workshops gesammelten intensiven Eindrücke sowie das persönliche Zusammentreffen mit den Projektverantwortlichen, in einigen Fällen sogar mit den Herstellern, nach außen

Teil 3: Akzeptanz, Nutzung und Wirkung von Pedelecs

(Goethe-Universität, Prof. Lanzendorf)

Besondere Rolle der Pedelecs im Hinblick auf Nachhaltigkeit

Im Rahmen der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung zur Marktvorbereitung und Einführung von Elektromobilität in der Modellregion Rhein-Main hat sich die Stiftungsprofessur Mobilitätsforschung am Institut für Humangeographie der Goethe-Universität Frankfurt am Main der Analyse von Akzeptanz, Nutzung und Wirkung wenig-motorisierter Elektromobilität, insbesondere in der Form von Pedelecs angenommen.

Mit Blick auf Nachhaltigkeit kommt Pedelecs eine besondere Rolle zu. Sie verfügen nicht nur über eine neue Antriebsform, sondern besetzen eine Marktnische, da sie neue Mobilitätsmöglichkeiten und ein großes Potenzial der Verlagerung von Autofahrten bieten. Pedelecs tragen dazu bei, dass die Reichweite und Einsatzmöglichkeiten ursprünglich nicht-motorisierter Verkehrsmittel erheblich erweitert werden und mindern Flächenverbrauch und Lärm. Zudem sind sie technisch schon relativ ausgereift und auch ihr Preis ist für einen größeren Kundenkreis akzeptabel.



Foto: ABGnova, 2011

Aus diesen Gründen kam den Pedelecs in der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung der Demonstrationsvorhaben in der Modellregion Elektromobilität Rhein-Main eine Sonderrolle zu und deren Akzeptanz, Nutzung und Wirkung aus Sicht der Nutzenden, Unternehmen und Kommunen wurden mittels eines eigens dafür konzipierten Arbeitspakets analysiert. Aufgrund der Konstruktion der Demonstrationsvorhaben, bei denen die E-Bikes

hauptsächlich von Unternehmen, Institutionen oder Kommunen ihren Arbeitnehmern zur Verfügung gestellt wurden, fokussierte sich die Analyse stark auf die Akzeptanz und Nutzung der Pedelecs für den Bereich der Arbeitswege und kürzeren Dienstfahrten.

Um den Fragen nach Akzeptanz, Nutzung und Wirkung der Pedelec-Nutzung in den Modellanwendungen nachgehen zu können, wurden nach einer vorgelagerten Literaturanalyse qualitative Befragungen – Experteninterviews, Einzelinterviews mit Nutzern, Fokusgruppen mit Nutzern – bei den Praxispartnern der Modellregion Elektromobilität Rhein-Main, die Pedelecs anbieten, durchgeführt. Insgesamt wurden elf Experten, zehn Nutzer im Einzelgespräch und 31 Nutzer im Rahmen von fünf Fokusgruppen interviewt.

Wie bereits in Teil 1 erläutert, handelt es sich bei den Untersuchten, aufgrund der Randbedingungen der Demonstrationsvorhaben, um eine recht homogene Gruppe mit meist hohem Bildungsstand und gehobenen Einkommen. Familiär ist es so, dass viele Teilnehmer in festen Beziehungen wie Ehe oder Partnerschaft leben, was einen Einfluss auf die Nutzung

von Pedelecs hat, wie später noch zu sehen sein wird. Insgesamt kann festgehalten werden, dass die Teilnehmer hauptsächlich dem bürgerlichen Milieu zuzuordnen sind.

Der Pkw hat in dieser Gruppe eine hohe Bedeutung. Ca. 70% der Teilnehmer haben einen eigenen Pkw in ihrem Haushalt. Das Pedelec nutzt die überwiegende Zahl der Teilnehmer (70%) in einem formal dienstlichen Rahmen, wobei bei 42% auch eine private Nutzung möglich war (siehe Abb. 6, Poolnutzung und Dienstfahrzeuge (privat nutzbar)).

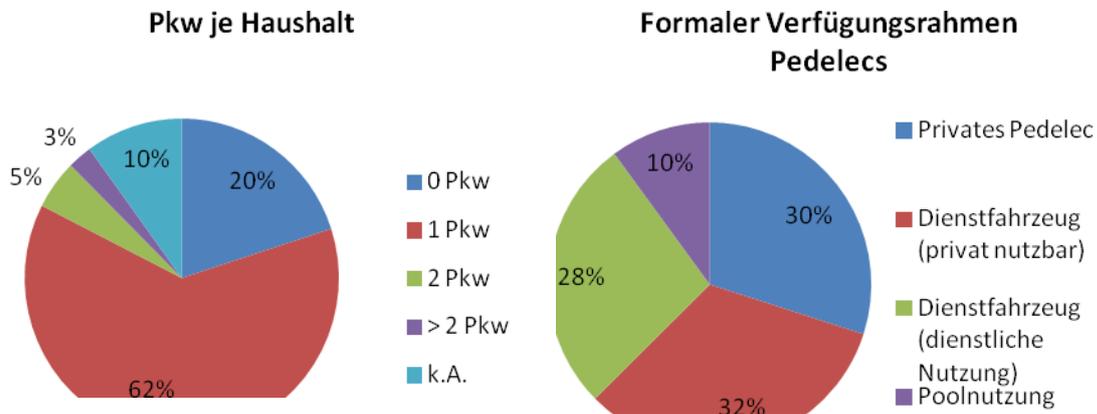


Abbildung 6: Pkw je Haushalt und formaler Verfügungsrahmen der Pedelecs

Das „Pedelec-Grinsen“ der Nutzer

Die Gespräche mit den Nutzern zeigten, dass Pedelecs auf breite Akzeptanz stoßen und vor allem die erste Fahrt mit einem E-Bike für viele ein Schlüsselerlebnis mit Wow-Effekt war, das Begeisterung auslöste.

„Ich habe letztens einen Bericht gelesen, in dem war die Rede vom Pedelec-Grinsen – also, wenn die Leute an der Ampel den anderen einfach davonfahren, während die strampeln. Mit zwei bis drei Umdrehungen sind die Pedelecfahrer weg. Und genauso ist das auch. So ein Gefühl von: ganz locker-lässig fährt man da und hat dann direkt so eine Geschwindigkeit – das macht schon Spaß, das macht Laune [...].“

Die Pedelecs gelten als gute Alternative zum Auto für bestimmte Wegelängen und –zwecke. Vor allem bei Arbeitswegen und Dienstreisen werden sie geschätzt, weil sie gegenüber dem ÖPNV oder Fahrgemeinschaften eine selbstbestimmtere Mobilität ermöglichen. Und die Ankunft beim Kunden oder Geschäftspartner mit einem Pedelec eröffnet oftmals einen guten Gesprächseinstieg. Umwelt-, Image- oder Gesundheitsaspekte haben bei den meisten Befragten eine eher implizite Bedeutung, sind positive Nebeneffekte.

„Es ist auch ein Mehrwert für die Firma. Wenn man dem Kunden sagen kann: Ich bin mit dem Fahrrad da! Da hat man sofort den Einstieg, wenn die wissen, da kommt einer [...] [und] die machen was mit erneuerbaren Energien und Energieeffizienz, und dann kommen die auch noch mit dem Elektrofahrrad. Es hat halt Werbewirksamkeit.“

Ein hoher Mehrwert wird seitens vieler Nutzer ebenfalls darin gesehen, Leistungsdefizite zum Partner auszugleichen. Insbesondere für einige Frauen war dieser Aspekt sehr bedeutend.

Aber auch Akzeptanzhemmnisse aufgrund umständlichen Handlings und mangelnder Infrastruktureinrichtungen – insbesondere fehlende gesicherte Abstellmöglichkeiten – sowie aus Nachhaltigkeitsperspektive weniger erwünschte Verlagerungen vom Fahrrad und ÖPNV auf E-Bikes, konnten festgestellt werden.

Hinsichtlich der Markteinführung und -verbreitung zeigte sich, dass der Preis bei vielen kein grundsätzliches Ablehnungskriterium ist, jedoch fällt die Kaufentscheidung komplexer und differenzierter aus. Hier konnten Unternehmen, Institutionen und Kommunen als Arbeitgeber einen wichtigen Beitrag leisten, indem sie bspw. im Rahmen eines Projekts Testphasen ermöglichten, die von vielen Teilnehmenden genutzt wurden, um die Alltagstauglichkeit eines Pedelecs für sich zu klären. Positiv wirkte sich hier aus, wenn unterschiedliche Modelle zur Verfügung standen.



Abbildung 7: Assoziationen der Nutzer mit dem Pedelec

Dienstpedelecs – Imageträger mit Potenzial

Für die beteiligten Unternehmen und Kommunen ergaben sich insbesondere positive Image-Effekte. So diente die Anschaffung der Fahrzeuge der weiteren Verankerung des Leitbilds der Nachhaltigkeit in der Außendarstellung, und für die Innenwirkung wurden die Gesundheitsförderung der Mitarbeiter und auch Wettbewerbsvorteile bei der Anwerbung neuer Arbeitskräfte als positiv wirkende weiche Faktoren benannt. Harte Faktoren wie Kosteneinsparungen durch Verlagerung von Dienstfahrten auf Pedelecs, die Verkleinerung des Pkw-Fuhrparks oder weniger vorzuhaltende Stellplätze spielten im Rahmen des Projekts noch keine Rolle, jedoch wird hier in der Langfristperspektive durchaus Potenzial gesehen.



Aber genau an diesen Punkten setzt auch Kritik an, die hier strukturelle Hemmnisse befürchten. So geht die Nutzung eines Dienstwagens oft auch mit einem Statusgewinn innerhalb des Unternehmens einher und der Umstieg auf ein Dienstpedelec trifft teilweise auf Ablehnung, wenn er als „Downgrade“ empfunden wird. Förderlich wirkt hier, wenn die oberen Hierarchieebenen ihre Vorbildfunktion wahrnehmen und die E-Bikes eifrig nutzen.

Positiv auf die Akzeptanz und Nutzung der Pedelecs im Rahmen von Dienstfahrten wirkt sich auch aus, wenn die Fahrzeuge sichtbar aufgestellt sind und die Zugänglichkeit und Nutzbarkeit unproblematisch funktioniert. Hemmend in diesem Bereich war, dass über die Bereitstellung der Pedelecs hinaus selten Mittel für die Organisation des Verleihs oder die Stellplatz-Infrastruktur zur Verfügung standen und ausschließlich auf das Engagement Einzelner gebaut werden konnte, das zum Glück meist auch vorhanden war.

„Es ist so eine Hemmschwelle da: Könnte ich mal vorbeikommen? Könnte ich jetzt den Schlüssel haben? Wie komme ich an das Fahrrad ran? Wünschenswert wäre in der Tat eine Infrastruktur mit Fahrradabstellplätzen direkt vor der Haustür und diesen Einheiten, die jeweils mit Stromanschluss und PIN-Code oder wie auch immer ausgestattet sind, um möglichst einfach, komfortabel und mit niedriger Hemmschwelle an das Fahrrad zu kommen. Wenn ich etwas sehe benutze ich es auch eher, als wenn es in irgendwelchen Kellern, Schuppen oder Büroräumen steht.“

Pedelecs als Wegbereiter für ein neues Mobilitätskonzept

Insgesamt hat sich gezeigt, dass Pedelecs bei den Nutzenden auf großen Zuspruch stoßen und für Arbeitgeber eine neue Option im Fuhrparkmanagement mit positiven Effekten bieten. Die Einführung sowohl im Markt als auch in den Unternehmen und Kommunen ist jedoch kein Selbstläufer, sondern sollte über die Anschaffung der Fahrzeuge hinaus auch mit Ressourcen für Organisation und Infrastruktur ausgestattet sein. Unternehmen und Kommunen sowie deren Mitarbeiter, die die Pedelecs nutzen, kommt hier eine wichtige Katalysatorfunktion zu, sowohl in Bezug auf die Innenwirkung bei den Mitarbeitern, als auch – vor allem bei den Kommunen – bei ihrer Außenwirkung, wenn diese als Vorreiter und Vorbilder ein neues Mobilitätskonzept im Alltag sichtbar machen.

Teil 4: Umweltpotenziale (e-hoch-3)

Umweltuntersuchungen zur Elektromobilität in der Modellregion Rhein-Main

Elektromobilität verspricht in den Augen vieler die umweltgerechte Mobilität der Zukunft zu werden. In wie weit dies wirklich zutrifft und ob die Umweltpotenziale dort liegen, wo sie vermutet werden, muss jedoch noch nachgewiesen werden. Einen Beitrag zur Identifikation der Umweltpotenziale leistet die Modellregion Rhein-Main mit dem Projekt „Eco-effiziente Elektromobilität“, das als Teil des sozialwissenschaftlichen Forschungskonzepts in der Modellregion vom Nachhaltigkeits-Beratungsunternehmen e-hoch-3 durchgeführt wird.

Die Modellregion mit ihren vielen verschiedenen Demonstrationsvorhaben, dem breiten Spektrum an unterschiedlichsten Elektrofahrzeugen und Nutzern sowie der Erfassung des realen Mobilitätsverhaltens durch die FH Frankfurt bietet dabei beste Voraussetzungen, verschiedenste Umweltaspekte der Elektromobilität zu untersuchen.

Das Projekt „Eco-effiziente Elektromobilität“ verfolgt das Ziel, Umweltpotenziale von Elektromobilität in einem ganzheitlichen Ansatz, d. h. unter Berücksichtigung des gesamten Lebenswegs – von der Herstellung der Fahrzeuge über deren Nutzung, bis hin zur Entsorgung – zu identifizieren. Es hebt sich dabei in zwei Punkten von anderen Untersuchungen ab: Zum einen können erstmals reale



Fahrprofile und damit auch Änderungen im Mobilitätsverhalten von Nutzern in die Betrachtungen einbezogen werden, zum anderen geht der ganzheitliche Ansatz über andere, rein energetische Betrachtungen des Energieverbrauchs im Fahrbetrieb hinaus. Damit soll eine Aussage auch hinsichtlich jener Komponenten getroffen werden, bei denen hohe Umweltbelastungen vermutet werden, z.B. den Lithium-Ionen Akkus.

Lebenswegübergreifende Ansätze sind für die Ermittlung der Umweltbelastung ausschlaggebend

Am Beispiel des Vergleichs des Energieverbrauchs im Fahrbetrieb zweier Fahrzeuge der Kompaktklasse des selben Herstellers wird noch einmal die Bedeutung des lebenswegübergreifenden Ansatzes deutlich: Emissionen von 99 g/km CO₂ einer Dieselvariante (VW Golf V BlueMotion, 1,6 TDI, 77 kW [vgl. Volkswagen AG 2011]) stehen einem Stromverbrauch in der elektrischen Version (VW Golf VI blue-e-motion [vgl. Die Zeit 2010]) von 126 Wh/km und damit 92,4 g/km CO₂ gegenüber². Bei diesem unter Umweltaspekten relativ geringen Unterschied (verglichen mit den Kraftstoffverbräuchen anderer Fahrzeuge) können die Umweltbelastungen des darüber hinaus gehenden Produktlebensweges ausschlaggebend sein.

² zugrunde gelegt wurde der deutsche Strommix, Niederspannung, Datensatz ecoinvent

Methodische Grundlage der ökologischen Beurteilung im Projekt ist die Ökobilanz bzw. das Life Cycle Assessment (LCA) nach DIN EN ISO 14040-44. Durchgeführt wird die Beurteilung in Form eines LCA-Screenings, einem in wissenschaftlichen Kreisen anerkannten und weit verbreiteten Vorgehen zur Erzielung richtungsweisender Ergebnisse bei vertretbarem Untersuchungsaufwand. Beurteilt wird die Umweltgerechtigkeit in Relation zur Nutzung eines konventionellen Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor oder im Vergleich zu dem bisherigen Mobilitätsverhalten. Damit können Umweltpotenziale identifiziert und Empfehlungen zur zukünftigen, umweltgerechten Ausgestaltung von Elektromobilität abgeleitet werden.

Umweltbewertung von Elektromobilität – Eine Gleichung mit vielen Unbekannten

Um ein entsprechendes LCA-Screening durchzuführen, sind Daten zur Materialzusammensetzung der Fahrzeuge, reale Bewegungsprofile und Nutzungsszenarien aus der Modellregion Rhein-Main sowie der Prozesse zur Entsorgung bzw. dem Recycling der Fahrzeuge am Ende des Produktlebens erforderlich. Auf Grundlage dieser Daten werden Datenmodelle für die Herstellungs-, Nutzungs- und Entsorgungsphase erarbeitet, die bei der eigentlichen ökologischen Beurteilung zugrunde gelegt werden. Die Generierung dieser Modelle stellt einen der zentralen und umfangreichsten Schritte bei der Erstellung eines LCA-Screenings dar.

Die Datengenerierung zu den Pedelecs gestaltete sich überaus positiv. So konnte die Materialzusammensetzung der Pedelecs eines in der Modellregion ansässigen Herstellers direkt bei diesem erhoben werden, womit für diese Fahrzeuge qualitativ hochwertige Daten für eine Umweltbeurteilung zur Verfügung stehen.

Bei der weiteren Datengenerierung zeigte sich jedoch ein anderes Bild: Informationen zur Materialzusammensetzung von Elektrofahrzeugen, Batterien sowie den derzeit in Forschungsvorhaben entwickelten Batterie-Recyclingprozessen waren praktisch nicht zugänglich. Bei den Herstellern liegen entweder keine Daten vor, sie werden von diesen aus unternehmensinternen Gründen nicht herausgegeben oder die Fahrzeuge bzw. Batterien befinden sich noch im



Prototypenstadium. Die Ergebnisse der Recycling-Forschungsvorhaben sind noch nicht veröffentlicht und weitere Informationen nicht verfügbar. Hieraus ergab sich eine der zentralen Herausforderung bei der Durchführung des Projekts.

Im Rahmen des Projekts konnte die Herausforderung der fehlenden Datengrundlage durch die Entwicklung eigener Fahrzeug-Datenmodelle gelöst werden. Die Materialzusammensetzung repräsentativer Fahrzeugklassen wurde durch eine umfangreiche Recherche ermittelt und fehlende Informationen ergänzt. Die in diesem Rahmen aufgebauten Datenmodelle für die ökologische Beurteilung wurden anschließend in Zusammenarbeit mit Fahrzeugexperten hinsichtlich ihrer Belastbarkeit evaluiert.

Die Problematik der fehlenden Datengrundlage zeigt jedoch deutlich, dass die ökologische Beurteilung von Elektromobilität noch in den Anfängen steckt. Vor diesem Hintergrund sollten insbesondere allgemeingültige Aussagen hinsichtlich der Umweltgerechtigkeit von Elektromobilität kritisch hinterfragt werden, da entsprechende belastbare Studien heute noch die Ausnahme darstellen.



Foto: <http://www.heagmobilo.de>, 2011

Zudem wird ersichtlich, dass weitergehende Studien zur Umweltgerechtigkeit von Elektromobilität zur Schließung der bestehenden Wissenslücken erforderlich sind. Elektromobilität kann nicht per se als umweltgerecht eingestuft werden. Vielmehr muss ein vermeintlicher Umweltvorteil im Rahmen von ökologischen Beurteilungen auch nachgewiesen werden. Hierbei ist jedoch auch immer eine Vielzahl an Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, die, wie sich in der Modellregion Rhein-Main gezeigt hat, auch regionsspezifisch sein können. Projekte, wie das Vorhaben zur wissenschaftlichen Begleitforschung in der Modellregion Rhein-Main tragen daher in einem erheblichen Maß dazu bei, solche Rahmenbedingungen zu konkretisieren und deren Potenziale nutzbar zu machen.

Umwelttreiber liegen oft an anderer Stelle als erwartet



Foto: <http://www.juwi.de>, 2011

Im Rahmen des Projekts wurde eine Vielzahl von Studien und Ökobilanzen gesichtet, die Rückschlüsse auf die Umweltgerechtigkeit von Materialien, Komponenten und Technologien ermöglichen. Relevante Umwelttreiber konnten dabei in anderen Bereichen identifiziert werden, als dies in der öffentlichen Diskussion wahrgenommen wird.

So ist beispielsweise das Aluminium der relevante Umwelttreiber der Batterien von Elektrofahrzeugen [vgl. Notter 2010]. Es wird vorwiegend als Träger für das aktive

Kathodenmaterial von Lithium-Ionen Akkus eingesetzt. Mit der heutigen Technologie kann dieses Material auch in einem Recyclingprozess nicht zurückgewonnen werden. Die viel diskutierte Relevanz des Lithiums liegt vielmehr in der Rolle als strategischer Rohstoff und weniger in seinem Umweltbeitrag, zumal der Anteil an Lithium in den Zellen nur ca. 1 bis 5 % beträgt. In der öffentlichen Wahrnehmung werden solche Aspekte jedoch oft nicht sauber getrennt.

Eine in der Schweiz 2010 durchgeführte, umfassende und lebenswegübergreifende Umweltstudie zu verschiedenen Fahrzeugantrieben zeigte auch, wie knapp der Umweltvorteil von batterieelektrischen Fahrzeugen ist [vgl. Althaus & Gauch 2010]. Der ökologische Vorteil

batterieelektrischer Pkw konnte nur unter der Annahme einer Versorgung mit rein regenerativ erzeugtem Strom nachgewiesen werden. Ein solches Szenarium ist jedoch mittelfristig nicht realistisch. Wird der reale Schweizer Strommix zu Grunde gelegt, ist der Plug-in Hybrid dieser Studie nach der umweltfreundlichste Pkw.

Ob sich vergleichbare Ergebnisse auch bei den Untersuchungen des e-hoch-3 Projekts ergeben, bei denen andere Fahrprofile und Datenmodelle zugrunde gelegt werden, wird derzeit ermittelt. Die Veröffentlichung der Endergebnisse erfolgt nach Abschluss des Projekts.

Das System Elektromobilität aus Sicht der Umwelt – Chancen und Risiken

Elektromobilität bietet aus systemischer Sicht sowohl Chancen als auch Risiken im Bereich des Umweltschutzes. Beides sollte aus Umweltsicht kritisch hinterfragt werden.

So sieht die derzeit viel diskutierte „Urbane Elektromobilität“ den Einsatz von Elektroautos vor allem im städtischen Bereich vor. Emissionsfreie und leise Elektroautos sollen dabei die Lebensqualität in der Stadt erhöhen. Dies kommt auch der eingeschränkten Reichweite von Elektrofahrzeugen entgegen, einem der bisher in der öffentlichen Diskussion hervorgebrachten relevantesten Nachteile gegenüber konventionellen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Unberücksichtigt bleibt dabei vielfach, dass auch Elektroautos Fahrgeräusche und Feinstaubemissionen durch Reifen- und Bremsenabrieb erzeugen. Bremsenergieerückgewinnungs-Systeme können diese Feinstaubemissionen zwar deutlich verringern, wie eine von e-hoch-3 betreute Studie an der Hochschule Rhein-Main aufgezeigt hat, sie können sie jedoch nicht verhindern.

Zudem helfen Elektroautos keineswegs, dem Verkehrsinfarkt in den Städten vorzubeugen. Der benötigte Verkehrsraum entspricht dem konventioneller Fahrzeuge. Gerade im innerstädtischen Bereich sind relevante Umweltpotenziale durch die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel oder Intermodalität, also der Einsatz verschiedener, angepasster Verkehrsmittel – Stichwort: „Mobilitätskette“ – zu erwarten. Den Pedelecs könnte hier eine entscheidende Rolle zufallen. Die erheblich geringeren Umweltbelastungen bei Herstellung und Entsorgung sowie der deutlich geringere Energie- und Platzbedarf eröffnen der individuellen Mobilität damit neue Potenziale.



Die erheblich geringeren Umweltbelastungen bei Herstellung und Entsorgung sowie der deutlich geringere Energie- und Platzbedarf eröffnen der individuellen Mobilität damit neue Potenziale.

Aus ökologischer Sicht ebenfalls kritisch zu sehen, ist die Ausweitung der Reichweite von batterieelektrischen Fahrzeugen. Nach Angaben der Adam Opel GmbH sowie nach Analysen in der Modellregion Rhein-Main sind 80 % aller Fahrten kürzer als 50 Kilometer. Bereits für eine Distanz von 120 bis 150 Kilometern ist nach heutiger Technik eine Fahrzeugbatterie von über 300 Kilogramm erforderlich. Eine Batterie dieser Größe trägt

einen erheblichen Umweltrucksack mit sich und stellt im Fahrbetrieb einen großen Ballast dar, der den Energieverbrauch der Fahrzeuge zusätzlich erhöht. Relevante Weiterentwicklungen in der Batterietechnik sind in der Diskussion, wurden bisher jedoch noch nicht realisiert.

Unter Umweltgesichtspunkten sind hier Fahrzeuge mit geringerer Reichweite von Vorteil, da diese mit einer kleineren Batterie auskommen. Dieser Aspekt war auch ausschlaggebend für das gute Abschneiden der Plug-in Hybridfahrzeuge in der bereits genannten Schweizer Studie. Entsprechende Fahrzeuge würden einer Vielzahl von Pendlern eine umweltgerechte Lösung für die Fahrt zum Arbeitsplatz bieten. Doch dies erfordert ein Umdenken des gewohnten Mobilitätsverhaltens: Fahrten müssen geplant werden, auch unter Einbeziehung anderer Verkehrsmittel.

Und gerade hier liegt nach Ansicht der Projektbearbeiter von e-hoch-3 die eigentliche Chance der Elektromobilität: Die Veränderung des Mobilitätsverhalten des Einzelnen, bedingt durch die neuen Möglichkeiten aber auch Restriktionen der Elektromobilität.



Literatur

- [1] ADFC - Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club (2010): ADFC-Information zu Pedelecs und E-Bikes. Bremen, URL: <http://www.adfcbw.de>, Stand: 23.08.2011.
- [2] Althaus, H.-J. & M. Gauch (2010): Vergleichende Ökobilanz individueller Mobilität: Elektromobilität versus konventionelle Mobilität mit Bio- und fossilen Treibstoffen, EMPA, Dübendorf.
- [3] Die Zeit (2010): VW Golf VI blue-e-motion, URL: <http://www.zeit.de/auto/2010-09/elektroauto-volkswagen-golf>, Stand 24.08.2011.
- [4] Hessisches Statistisches Landesamt (2011a): Statistische Berichte - Haushalte und Familien in Hessen 2010 - Ergebnisse der 1 % - Mikrozensus - Stichprobe, August 2011.
- [5] Hessisches Statistische Landesamt (2011b): Altersaufbau der Bevölkerung in Hessen, URL: <http://www.statistik-hessen.de>, Stand: 25.08.2011.
- [6] Notter, D. et. al. (2010): Contribution of Li-Ion Batteries to the Environmental Impact of Electric Vehicles, Environmental Science & Technology 2010, 44, 6550–6556.
- [7] Toffler, Alvin (1980): Die dritte Welle. Zukunftschance. Perspektiven für die Gesellschaft des 21. Jahrhunderts, München.
- [8] Volkswagen AG (2011): The Golf, Environmental Commendation, Background Report.



Kontakte

Prof. Dr.-Ing. Petra K. Schäfer

Fachhochschule Frankfurt am Main
Fachbereich Architektur, Bauingenieurwesen, Geomatik

Nibelungenplatz 1
D-60318 Frankfurt am Main
Email: petra.schaefer@fb1.fh-frankfurt.de;
Tel.: +49 (0)69/ 1533-2797

Prof. Dr. Birgit Blätzel-Mink

Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main
Fachbereich Gesellschaftswissenschaften

Robert-Mayer-Straße 5
60054 Frankfurt am Main
Email: b.blaettel-mink@soz.uni-frankfurt.de
Tel.: +49 (0)69/ 798-22542

Prof. Dr. Martin Lanzendorf

Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main
Fachbereich Geowissenschaften/
Geographie

Robert-Mayer-Str. 8
D-60325 Frankfurt am Main
Email: lanzendorf@em.uni-frankfurt.de
Tel.: +49 (0)69/ 798-22409

Dr.-Ing. Udo Hermenau

e-hoch-3 – eco efficiency experts
Hora – Hermenau – Tazir GbR

Robert Bosch Str. 7
D-64293 Darmstadt
Email: hermenau@e-hoch-drei.de
Tel: +49 (0)6151/ 8701082

