

Inhalt

1	Executive Summary	3
2	Einleitung	4
3	Datengrundlage	6
3.1	Daten aus Einzelprojekten	6
3.2	Methodische Anmerkungen zu den Studien aus den Einzelprojekten der Modellregionen	9
3.3	Minimaldatenset	9
3.4	Methodische Anmerkungen zum Minimaldatenset.....	13
4	Kosten und Zahlungsbereitschaft	15
4.1	Fuhrpark- und Organisationsleitung	15
4.2	Fahrzeugnutzer	19
4.3	Weiterer Forschungsbedarf	21
5	Reichweite	22
5.1	Fuhrparkverantwortliche.....	22
5.2	Fahrzeugnutzer	24
5.3	Weiterer Forschungsbedarf.....	27
6	Ladeinfrastruktur	28
6.1	Fuhrparkverantwortliche.....	28
6.2	Fahrzeugnutzer	29
6.3	Weiterer Forschungsbedarf.....	31
7	Beschleunigung und Geschwindigkeit	32
7.1	Fuhrparkverantwortliche.....	32
7.2	Fahrzeugnutzer	32
7.3	Weiterer Forschungsbedarf.....	34

8	Zuverlässigkeit, Funktionalität und Komfort	35
8.1	Fuhrparkverantwortliche.....	35
8.2	Fahrzeugnutzer	35
8.3	Weiterer Forschungsbedarf.....	38
9	Schulungserfordernisse und Sicherheit	39
9.1	Fuhrparkverantwortliche.....	39
9.2	Fahrzeugnutzer	39
9.3	Weiterer Forschungsbedarf.....	40
10	Imagegewinn	42
10.1	Fuhrparkverantwortliche.....	42
10.2	Fahrzeugnutzer	43
10.3	Weiterer Forschungsbedarf.....	44
11	Anreize.....	45
11.1	Fuhrparkverantwortliche.....	45
11.2	Fahrzeugnutzer	45
11.3	Weiterer Forschungsbedarf.....	46
12	Zusammenfassung und Ausblick	47
13	Literaturverzeichnis.....	51
	Erläuterungen zum Projekt und Danksagung.....	53
	Impressum.....	54

1 Executive Summary

Diese Studie verfolgt das Ziel, die Ergebnisse aus der ersten Phase der Modellregionen hinsichtlich der Akzeptanz für Elektrofahrzeuge in gewerblichen Flotten zusammenzutragen, um eine Konsolidierung des erarbeiteten Wissensstandes zu erreichen. Die Studie stützt sich dabei zum einen auf die Daten, die mit dem Minimaldatenset, einer gemeinsamen Erhebung in allen Projekten des Programms, erhoben wurden. Zum anderen werden die Ergebnisse aus den einzelnen Projekten berücksichtigt, indem die vorliegenden Projektberichte vergleichend ausgewertet werden.

Zentrale Erkenntnisse sind dabei, dass aus Sicht der Fuhrparkverantwortlichen die Elektrofahrzeuge noch nicht wirtschaftlich sind. Ferner stellt die begrenzte Reichweite ein zentrales Hemmnis dar. Ein wesentlicher Vorteil der Elektrofahrzeuge ist der Imagegewinn, der mit ihrem Einsatz einhergeht. Die Neuartigkeit der Technik stellt die Fahrer der Fahrzeuge vor keine großen Probleme. Größerer Schulungsbedarf besteht hauptsächlich im Bereich der Wartung und Instandhaltung.

Wichtige offene Fragen bestehen noch hinsichtlich der Zahlungsbereitschaft und der Reichweite. Es muss genauer untersucht werden, wie die Fuhrparkverantwortlichen Kosten und Nutzen der Elektrofahrzeuge genau kalkulieren. Weitere Untersuchungen sind hier nötig, um Aussagen darüber treffen zu können, wie weit die Elektrofahrzeuge aus Sicht der Fuhrparkverantwortlichen noch von der Schwelle zur Wirtschaftlichkeit entfernt sind. Hinsichtlich der Anforderungen an die Reichweite muss auch genauer untersucht werden, welche Reichweite für welche Anwendungen notwendig ist. Ferner bleibt zu klären, in welchen Bereichen des Wirtschaftsverkehrs Schnellladung und gemischte Fahrzeugpools zur Relativierung der Reichweitenproblematik einen relevanten Beitrag leisten können.

2 Einleitung

Im Rahmen des Programms Modellregionen für Elektromobilität unterstützte das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) von 2009 bis 2011 verschiedene Projekte im Bereich Elektromobilität. Das Programm soll dazu beitragen, das Ziel der Bundesregierung zu erreichen, bis 2020 eine Millionen Elektrofahrzeuge in Deutschland auf die Straße zu bringen. Da der Anteil der gewerblichen Fahrzeuge an den Neuzulassungen in Deutschland bis zu 60%¹ beträgt, kommt gewerblich genutzten Fahrzeugen eine zentrale Bedeutung bei der Diffusion neuer Antriebstechnologien im Markt zu. Ferner werden gewerbliche Fahrzeugflotten aus verschiedenen Gründen als besonders geeignet für den Einsatz von Elektrofahrzeugen betrachtet. In der wissenschaftlichen Diskussion werden in diesem Zusammenhang die bessere Planbarkeit von Fahrten, das Vorhandensein von konventionellen Ersatzfahrzeugen in größeren Fahrzeugpools, die höheren Fahrleistungen (geringere Treibstoffkosten kommen dadurch stärker zum Tragen), bessere Ausgangsbedingungen zur Errichtung bedarfsspezifischer Infrastruktur oder auch das Vorhandensein von betriebseigenen Wartungskapazitäten genannt.²

Vor diesem Hintergrund befassten sich verschiedene Projekte im Programm Modellregionen speziell mit der Umsetzung von Elektromobilität im gewerblichen Bereich und wurden teilweise von Akzeptanzuntersuchungen begleitet. Neben diesen Untersuchungen wurden die Fahrzeugnutzer im Rahmen der projektübergreifenden Begleitforschung durch das Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) mit einem einheitlichen Fragebogen befragt. Dieses Paper analysiert Akzeptanzaspekte für Elektromobilität im gewerblichen Bereich auf Grundlage publizierter Resultate aus den Einzelprojekten und Auswertungen der Daten der projektübergreifenden Begleitforschung. Das Ziel dieses Papers ist es, die Ergebnisse aus den Modellregionen zusammenzuführen, um den durch das Förderprogramm erlangten Wissensstand zu konsolidieren und weiteren Forschungsbedarf zu identifizieren.

Bei dem Gros der Fahrzeuge, die im Rahmen der Modellregionen gefördert wurden, handelte es sich um rein batterieelektrische Fahrzeuge. Plug-in Hybridfahrzeuge, die ebenfalls als Elektrofahrzeuge bezeichnet werden, stellten bei den geförderten Fahrzeugen nur einen kleinen Anteil. Reine Elektrofahrzeuge unterscheiden sich in verschiedenen Aspekten von konventionell angetriebenen Fahrzeugen und ihre Integri-

¹ Eine genaue Angabe hierzu ist schwierig, da bspw. Kurzzulassungen die verfügbaren Zahlen teilweise verzerren. Vgl. hierzu Zischler (2011).

² Eine Aufzählung und Diskussion der Besonderheiten von gewerblichen Fuhrparks hinsichtlich der Adoption von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben findet sich bei Nesbitt (1998).

on in einen Fuhrpark kann zu verschiedenen Herausforderungen führen sowie unterschiedlich motiviert sein.

Die erste Gliederungsebene dieses Papers richtet sich an diesen Unterschieden, Herausforderungen und Motiven aus. So verursachen Elektrofahrzeuge bei der Anschaffung höhere **Kosten** als konventionelle Fahrzeuge, zeichnen sich jedoch durch niedrige laufende Kosten aus. Die hohen Anschaffungskosten können daher ein Hemmnis darstellen, während die niedrigen Treibstoffkosten sich positiv auf die Akzeptanz auswirken können. Ferner haben batterieelektrische Fahrzeuge eine niedrigere **Reichweite** als konventionelle Fahrzeuge, was ein mögliches Manko hinsichtlich der Akzeptanz durch Entscheider und Nutzer darstellt. In diesem Zusammenhang kann auch die Wahrnehmung der Fuhrparkverantwortlichen und Nutzer hinsichtlich der benötigten **Ladeinfrastruktur** für die Fahrzeuge von Relevanz für die Akzeptanz der Elektrofahrzeuge sein. Auch technische Leistungsparameter wie **Beschleunigung und Höchstgeschwindigkeit** können die Verwendungsmöglichkeiten und die Nutzerakzeptanz der Fahrzeuge beeinflussen. Durch den reichweitenreduzierenden Effekt von Zusatzverbrauchern wie Heizung und Klimaanlage aber auch durch die leisen Fahrgeräusche können sich Elektrofahrzeuge in Sachen **Fahrkomfort** sowohl positiv als auch negativ von konventionellen Fahrzeugen abheben. Zudem stellt sich die Frage, inwieweit die **Zuverlässigkeit und Funktionalität** der Elektrofahrzeuge den Anforderungen im Alltag gewerblicher Fahrzeugflotten gerecht werden. Ferner kann für die Technologieakzeptanz auch von Bedeutung sein, wie die **Sicherheit** der Elektrofahrzeuge bewertet wird und welche **Schulungserfordernisse** durch ihre Einführung entstehen. Das **Image** von Elektrofahrzeugen kann ein Grund für deren Akzeptanz bei den Nutzern sein, und der Imagegewinn für das Unternehmen auch ein Argument für ihre Beschaffung darstellen. Um die Akzeptanz der Fahrzeuge bei den Fuhrparkverantwortlichen und den Nutzern zu erhöhen, kann auch der Einsatz von **Anreizen** erforderlich sein.

Ein grundlegender Unterschied hinsichtlich der Akzeptanz von Elektrofahrzeugen im privaten und gewerblichen Bereich besteht darin, dass im gewerblichen Bereich Fahrzeugnutzer und Kaufentscheider nicht zwangsläufig identisch sind. Daher orientiert sich die zweite Gliederungsebene dieses Papers an den Personen, deren Akzeptanz für die Elektrofahrzeuge untersucht wird. Dabei wird jeweils zunächst auf die Fuhrparkverantwortlichen eingegangen und anschließend werden die Fahrzeugnutzer betrachtet. In einem dritten Gliederungspunkt werden die Ergebnisse jeweils zusammengefasst und offene Fragen identifiziert, die weiterer Forschung bedürfen.

Im abschließenden Kapitel 12 werden die Ergebnisse zusammengefasst, offene Fragen dargestellt und zueinander in Beziehung gesetzt. Ziel ist es einen Überblick über das Erreichte zu geben und einen Ausblick zu erhalten, was zu tun bleibt.

3 Datengrundlage

Wie in der Einleitung bereits angesprochen, gab es in der ersten Phase der Modellregionen verschiedene Forschungsaktivitäten mit sozialwissenschaftlicher Ausrichtung. Entsprechend basiert die Konsolidierung des Wissenstands auf unterschiedlichen Datenquellen. Diese Datenquellen sollen im Folgenden dargestellt und beschrieben werden.

3.1 Daten aus Einzelprojekten

Da eine Grundlage dieses Papers die veröffentlichten Ergebnisse aus den einzelnen Projekten sind gibt Tabelle 3-1 einen Überblick, um welche Projekte es sich dabei handelt und in welchen Modellregionen diese Projekte angesiedelt waren. Weiterhin sind die Anzahl der genutzten Fahrzeuge, die methodische Ausrichtung und Zielgruppen der sozialwissenschaftlichen Datenerhebung in den Projekten sowie die zentralen Forschungsfragen der einzelnen Projekte wiedergegeben. Die letzte Spalte verweist auf die Quellen, aus denen die hier berichteten Projektergebnisse entnommen sind.

Tabelle 3-1: Projekte in den Modellregionen mit Fokus auf gewerbliche Nutzer

Projekt	Modellregion	Fahrzeuge ³	Forschungsmethode und Datenbasis	Sozialwissenschaftliche Zielsetzung	Veröffentlichungen
Drive eCharged	München	<ul style="list-style-type: none"> • 10 E-Pkw 	<ul style="list-style-type: none"> • qualitative Interviews mit Nutzern • qualitative Interviews mit Fuhrparkverantwortlichen 	Untersuchung der Akzeptanz durch Nutzer und Entscheidungsträger	Eyser (2011)
SaxMobility	Sachsen	<ul style="list-style-type: none"> • ca. 40 E-Fahrzeuge 	<ul style="list-style-type: none"> • zwei standardisierte Befragungen von Fuhrparkverantwortlichen (N=27; N=56)⁴ 	Repräsentative Erhebung zu Akzeptanz, Hemmnissen und fördernden Faktoren bei Führungskräften	Modellregion Elektromobilität Sachsen (2010) Modellregion Elektromobilität Sachsen (2011)
HH=More	Hamburg	<ul style="list-style-type: none"> • 68 E-Pkw 	<ul style="list-style-type: none"> • zwei standardisierte Nutzerbefragungen (N=40; N=24) • standardisierte Kurzbefragung von Fuhrparkverantwortlichen 	Zielgruppendefinition im Hinblick auf Nutzungsanforderungen, Einsatzprofile und benötigte Ladeinfrastruktur	Modellregion Hamburg (2009-2011)
CologneE-Mobil	Rhein-Ruhr	<ul style="list-style-type: none"> • 10 E-Transporter • 10 E-Kleintransporter • 5 E-Pkw 	<ul style="list-style-type: none"> • standardisierte Befragung von Fuhrparkverantwortlichen (N=296) • 18 qualitative Interviews von Fuhrparkverantwortlichen in ausgewählten Branchen 	Branchenspezifische Erforschung von Zahlungsbereitschaften, Hemmnisse und Treiber in diesen Branchen	Dudenhöffer und Leisten (2011) Krüger (2011)
MOREMA	Rhein-Main	<ul style="list-style-type: none"> • 16 Pedelects • 9 E-Roller • 14 E-Pkw • 1 E-Transporter 	<ul style="list-style-type: none"> • qualitatives Interview mit einem Fuhrparkverantwortlichen⁵ 	Identifikation der Herausforderungen und Möglichkeiten beim Aufbau und der Optimierung eines E-Fuhrparks	Schäfer und Schmidt (2011)

³ Die angegebene Zahl der Fahrzeuge bezieht sich auf das jeweilige Gesamtprojekt. Die Fahrer dieser Fahrzeuge haben nicht zwangsläufig an der Befragung mit dem Minimaldatenset teilgenommen.

⁴ Es wird angegeben, dass bei der Erstbefragung der Rücklauf 10% von einer Bruttostichprobe von 266 betrug; bei der Zweitbefragung betrug der Rücklauf 15% von 376 angeschriebenen Organisationen.

⁵ Für die Projekte der Modellregion Rhein-Main gab es eine einheitliche Begleitforschung; die methodischen Bestandteile der einzelnen Projekte waren Teil eines Gesamtkonzepts.

Projekt	Modellregion	Fahrzeuge	Forschungsmethode und Datenbasis	Sozialwissenschaftliche Zielsetzung	Quellen
Zukunft erFahren	Rhein-Main	<ul style="list-style-type: none"> • 13 Pedelecs/E-Bikes • 2 E-Klein-Pkw • 2 E-Transporter • 3 E-Roller 	<ul style="list-style-type: none"> • qualitatives Interview mit einem Fuhrparkverantwortlichen 	Vergleichende Nutzung und Evaluierung verschiedener Elektrofahrzeuge	Schäfer und Schmidt (2011)
ABGnova	Rhein-Main	<ul style="list-style-type: none"> • 26 E-Pkw • 40 Pedelecs 	<ul style="list-style-type: none"> • qualitatives Interview mit einem Fuhrparkverantwortlichen • Mobilitätstagebücher 	Feldtest verschiedener Lade- und Abrechnungsstationen	Schäfer und Schmidt (2011)
UPS: Flottenversuch Elektromobilität	Rhein-Main	<ul style="list-style-type: none"> • 1 E-Transporter (5 weitere außerhalb der Modellregion) 	<ul style="list-style-type: none"> • qualitatives Interview mit einem Fuhrparkverantwortlichen • Teilnehmende Beobachtung 	Hemmnisse und fördernde Faktoren im PKE-Bereich	Schäfer und Schmidt (2011)
Kommunalfahrzeuge mit Hybridantrieb	Rhein-Main	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Hybrid-Abfallsammelwagen 	<ul style="list-style-type: none"> • qualitatives Interview mit einem Fuhrparkverantwortlichen • qualitative Interviews mit Nutzern (Fahrer, Abfalldepersonal) • qualitative Interviews mit Passanten • qualitatives Interview mit einem Werkstattmechanikers 	Akzeptanz, Hemmnisse, Treiber bei kommunalen Nutzfahrzeugen mit Hybridantrieb	Schäfer und Schmidt (2011)
IKONE	Stuttgart	<ul style="list-style-type: none"> • 140 E-Transporter 	<ul style="list-style-type: none"> • qualitative Interviews mit Nutzern • Gruppendiskussionen mit Nutzern • qualitative Interviews mit Fuhrparkverantwortlichen 	Akzeptanz, Hemmnisse, Treiber für Elektrofahrzeuge im Werksverkehr	Pohl et al. (2011)
Elektromobilität nachhaltig vernetzt	Stuttgart	<ul style="list-style-type: none"> • 7 E-Pkw • 5 E-Roller • 5 Pedelecs 	<ul style="list-style-type: none"> • qualitative Interviews mit Nutzern 	Akzeptanz, Hemmnisse, Treiber bei Dienstfahrzeugen in einem kommunalen Fuhrpark	Modellregion Elektromobilität Region Stuttgart (2011)
E-City-Logistik	Berlin-Potsdam	<ul style="list-style-type: none"> • 3 E-Transporter • 2 E-Lkw 	<ul style="list-style-type: none"> • zwei standardisierte Nutzerbefragungen (N=10) • qualitative Interviews mit Fuhrparkverantwortlichen • qualitative Interviews mit Kunden und Anwohnern 	Akzeptanz und Hemmnisse im alltäglichen Betrieb, Wahrnehmung durch Kunden und Öffentlichkeit	Lenz (2011) Ehrler und Hebes (2012)
E-Mobility	Berlin-Potsdam	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Fahrzeuge im Projekt 	<ul style="list-style-type: none"> • standardisierte Befragung von Fuhrparkverantwortlichen (N=31) 	Akzeptanz für Elektrofahrzeuge bei Entscheidungsträgern gewerblicher Fuhrparks	Hacker et al. (2011)

3.2 Methodische Anmerkungen zu den Studien aus den Einzelprojekten der Modellregionen

Die Erkenntnisse aus den einzelnen Projekten der Modellregionen beruhen primär auf standardisierten Befragungen (Fragebogenbasiert) und qualitativen Interviews (offene Gespräche, die anhand eines Leitfadens geführt werden). Diese Untersuchungen liefern viele interessante Einblicke. Grundsätzlich müssen jedoch einige Einschränkungen im Hinblick auf die Aussagekraft, die Repräsentativität und Interpretierbarkeit gemacht werden, welche i.d.R. dadurch verursacht sind, dass sich die Marktentwicklung der Elektromobilität in einer frühen Phase befindet und bspw. nur eine begrenzte Zahl an Fahrzeugen und dementsprechend auch Nutzern zur Verfügung steht.

Hinsichtlich der standardisierten Befragungen ist festzuhalten, dass die Untersuchungen in Hamburg (N=40/24), Sachsen (N=27/56) und Berlin (E-Mobility Berlin: N=31; E-City Logistik N=10) eher geringe Fallzahlen aufweisen. Statistisch signifikante Aussagen sind bei solchen Stichprobengrößen nur bei einer sehr deutlichen Datenlage möglich. Die Umfrage bei CognE-Mobil (N=296) weist eine höhere Fallzahl auf; der Bericht zur Studie macht, wie auch die Berichte zu den anderen standardisierten Befragungen, aber keine Aussagen dazu, inwieweit die Ergebnisse statistisch signifikant sind. Insofern stehen die Aussagen aus diesen Studien zu Zusammenhängen oder Gruppenunterschieden unter einem gewissen Vorbehalt. Ferner beinhalten die Berichte auch nur sehr eingeschränkt Informationen darüber, wie die jeweiligen Stichproben der standardisierten Befragungen zusammengesetzt sind und wie die Teilnehmerakquise genau ablief. Entsprechend ist es auch schwierig einzuschätzen, inwieweit die Auswahl der Studienteilnehmer repräsentativ war und welche Gruppen über- oder unterrepräsentiert sind. Dies führt zu Einschränkungen hinsichtlich der Generalisierbarkeit der Ergebnisse.

Das Ziel von qualitativen Interviews besteht nicht darin, generalisierbare Aussagen zu machen. Vielmehr werden Einzelfälle detailliert betrachtet, um den Sachverhalt möglichst umfassend auszuleuchten. Bei der Interpretation der Ergebnisse solcher qualitativen Studien muss man sich darüber im Klaren sein, dass deren Ergebnisse nicht ohne Weiteres auf andere Fälle übertragbar sind.

3.3 Minimaldatenset

Neben den Studien innerhalb der Projekte bzw. Modellregionen erfolgte eine projektübergreifende Befragung der Fahrzeugnutzer durch das Fraunhofer ISI auf Basis des

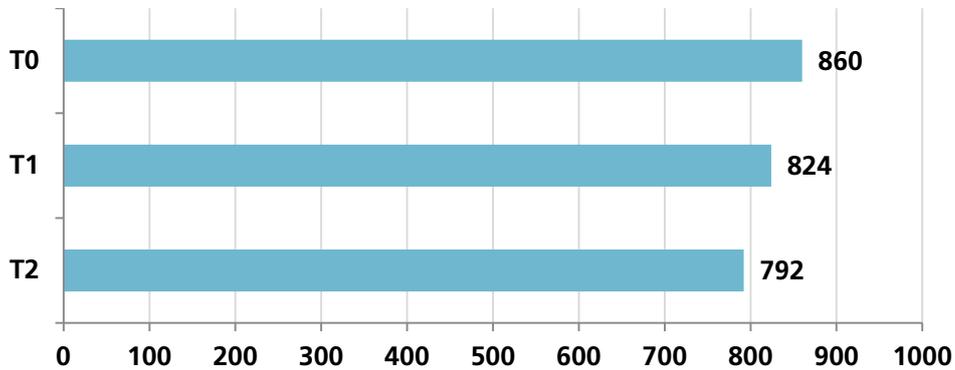
so genannten Minimaldatensets.⁶ Die Datenerhebung erfolgte dabei zu drei verschiedenen Zeitpunkten (T0, T1 und T2). Die T0-Erhebung erfolgte vor Nutzungsbeginn und erfasste die Erwartungen der Nutzer hinsichtlich der Elektrofahrzeuge. Die T1-Erhebung zielte darauf ab, den ersten Eindruck der Nutzer von den Elektrofahrzeugen zu erfassen und erfolgte daher kurz nach Nutzungsbeginn (nach einer bis elf Wochen). Die T2-Erhebung hatte zum Ziel, die Erfahrungen der Nutzer mit den Elektrofahrzeugen nach einer längeren Nutzungsdauer zu erfassen und fand daher zeitlich mindestens drei Monate nach Nutzungsbeginn statt. Der Fragebogen bestand im Wesentlichen aus zwei Arten von Fragen. Zum einen wurden Fragen gestellt, die darauf abzielten, Angaben über die Person und das jeweilige Nutzungsszenario der Elektrofahrzeuge zu erheben. Zum anderen gab es Evaluationsfragen, bei denen der Befragte verschiedene Aspekte des Elektrofahrzeugs bewerten konnte.

Die Evaluation der Elektrofahrzeuge durch die Nutzer erfolgte in der Form, dass die Befragten Aussagen zu den Elektrofahrzeugen (bspw. „Die Nutzung des Elektrofahrzeugs ist einfach.“) zustimmen oder ablehnen konnten. Alternativ gab es auch Fragen, bei denen die Befragten angeben konnten, wie gut das Elektrofahrzeug ihren Anforderungen im Alltag hinsichtlich verschiedener Aspekte gerecht wurde (bspw. Reichweite). Die Befragten konnten ihr Urteil bei diesen Evaluationsfragen auf einer sechsstufigen Skala zum Ausdruck zu bringen. Der Wertebereich erstreckte sich dabei von eins (trifft überhaupt nicht zu / gar nicht) bis sechs (trifft voll und ganz zu / völlig). Die Aussagen waren dabei stets so formuliert, dass ein hoher Wert (Zustimmung) einer positiven Bewertung des Elektrofahrzeugs entsprach.

Insgesamt umfasst das Minimaldatenset 2476 Fälle, wobei 860 Befragte auf die T0-Erhebung, 824 Befragte auf die T1-Erhebung und 792 Befragte auf die T2-Erhebung entfallen. Dabei handelt es sich um private und gewerbliche Nutzer.

⁶ Bei den Befragten des Minimaldatensets und den Befragungen der Nutzer in den einzelnen Projekten (vgl. Kapitel 3.1) kann es sich um die Selben Personen handeln.

Abbildung 3-1: Anzahl der Befragten in den Brutto-Stichproben von T0, T1 und T2

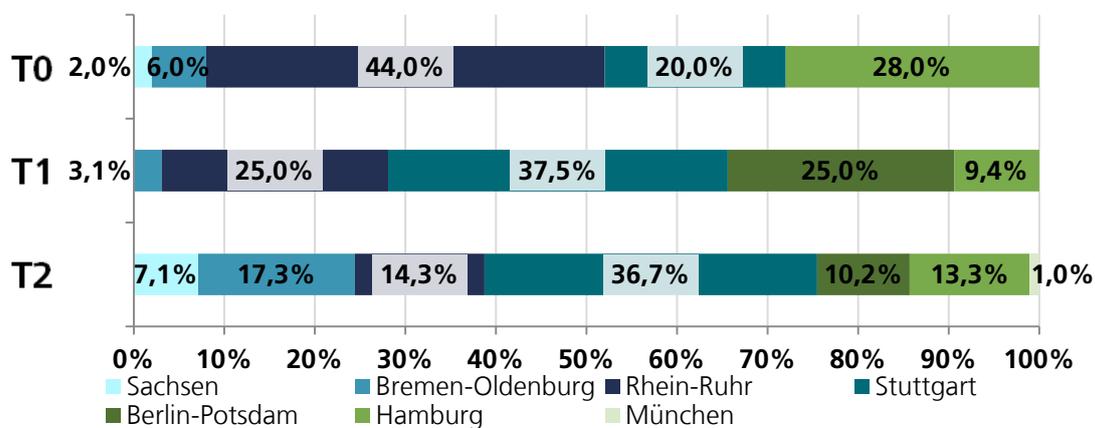


Für das vorliegende Paper wurden zunächst diejenigen Fälle aus dem Datensatz ausgeschlossen, bei denen keine gewerbliche Nutzung gegeben war. Zur Sicherstellung der Validität der analysierten Angaben wurden ferner Fälle ausgeschlossen, bei denen viele Werte bei den Evaluationsfragen fehlten (>30 %). Der thematische Fokus dieses Papers liegt auf Nutzern von Pkw und Transportern. Daher wurden Nutzer von Zweirädern (Pedelecs, Elektroroller) bei der Betrachtung ausgeklammert.⁷ Ferner wurden für T2 und T1 nur Nutzer in die Analyse aufgenommen, die das Fahrzeug mindestens ein Mal pro Monat genutzt haben, um sicherzustellen, dass den Bewertungen der Nutzer auch eine gewisse Erfahrung mit den Elektrofahrzeugen zugrunde liegt. Der resultierende Datensatz umfasst 99 Befragte zu T0, 116 Befragte zu T1 und 50 Befragte zu T2. Für fehlende Werte bei den Evaluationsfragen wurden die Mittelwerte der entsprechenden Variablen ersetzt. Diese Fallzahlen gelten für sämtliche Ergebnisse, die aus dem Minimaldatensatz zu den Evaluationsfragen berichtet werden.

In Abbildung 3-2 ist die Aufteilung der Befragten auf die einzelnen Modellregionen dargestellt. Nach der auf Seite beschriebenen Aufbereitung der Daten waren in keinem der drei Datensätze Befragte aus der Modellregion Rhein-Main mehr vertreten. Aus diesem Grund ist die Modellregion Rhein-Main in Abbildung 3-2 nicht aufgeführt und die Darstellung beschränkt sich auf die übrigen sieben Modellregionen.

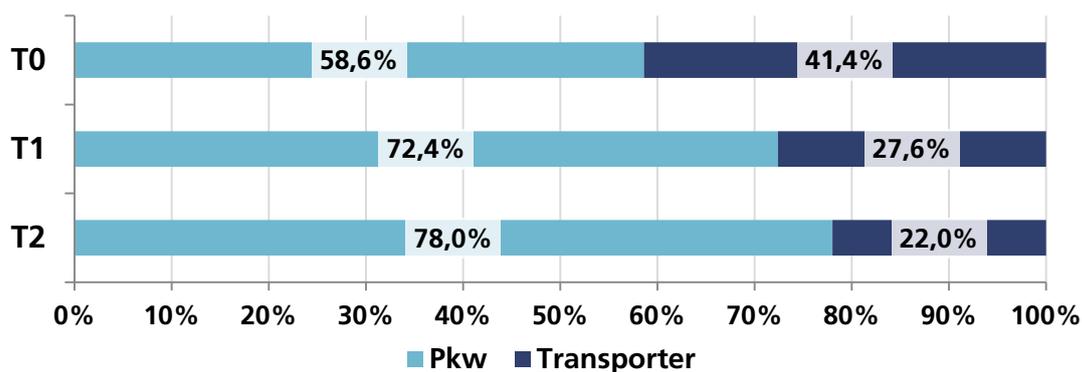
⁷ Reichardt et al. (2012) befassen sich speziell mit den Ergebnissen aus den Modellregionen im Hinblick auf Zweiradnutzer.

Abbildung 3-2: Aufteilung der Befragten auf die einzelnen Modellregionen



Die Zusammensetzung der einzelnen Stichproben der projektübergreifenden Begleitforschung hinsichtlich der gefahrenen Fahrzeugklassen ist in Abbildung 3-3 dargestellt.

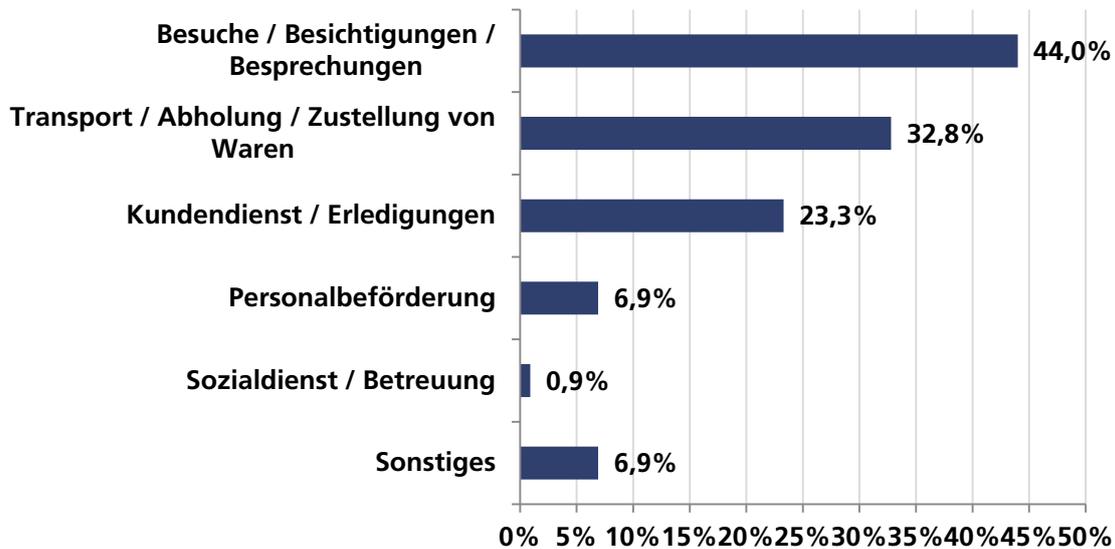
Abbildung 3-3: Anteil der Pkw-Nutzer und Transporter-Nutzer an den einzelnen Erhebungen



Bei T0 ist der Anteil der Fahrer eines Transporters mit 41,4% am höchsten und fällt zu den späteren Erhebungszeitpunkten geringer aus.

In Abbildung 3-4 ist exemplarisch für T1 dargestellt, zu welchen Zwecken die Fahrzeuge verwendet wurden. Zu beachten ist dabei, dass bei der entsprechenden Frage mehrere Antworten gegeben werden konnten, so dass sich die Anteile der verschiedenen Kategorien nicht zu 100 % aufaddieren.

Abbildung 3-4: Verwendungszwecke der genutzten Fahrzeuge bei T1



Fahrten zu Besuchen, Besichtigungen und Besprechungen sind mit 44% der am häufigsten genannte Verwendungszweck. Weitere relevante Verwendungszwecke der Fahrzeuge sind der Transport von Waren (32,8%) sowie der Kundendienst und Erledigungen (23,3%). Personalbeförderung und sonstige Fahrzwecke werden mit jeweils 6,9% dagegen relativ selten genannt. Fahrten im Bereich Sozialdienst und Betreuung kommen mit 0,9% im Minimaldatenset bei T1 dagegen kaum vor.

3.4 Methodische Anmerkungen zum Minimaldatenset

Da es sich bei diesen Nutzern um Angehörige von Organisationen handelt, die an den Feldversuchen teilgenommen haben, liegt der Zusammensetzung der resultierenden Stichprobe kein Zufallsmechanismus zu Grunde. Die Ergebnisse des Minimaldatensets sind daher im statistischen Sinne nicht repräsentativ. In den Bruttostichproben des Minimaldatensets (vor der beschriebenen Bereinigung der Daten) gab es Befragte, die an zwei oder allen drei Erhebungen (T0, T1, T2) teilgenommen haben. Bei den bereinigten Nettostichproben ist dies nicht mehr der Fall. Dadurch handelt es sich bei den drei Datensätzen um Querschnitterhebungen und nicht um einen Längsschnitt. Das hat zur Folge, dass keine Aussage dazu getroffen werden kann, inwieweit die Unterschiede zwischen den drei Erhebungen auf den Wandel von individuellen Einstellungen im Zeitverlauf zurückgehen. Ein statistischer Vergleich kann nur auf aggregierter Ebene stattfinden, indem die jeweiligen Gesamtstichproben miteinander verglichen werden. Methodisch wird dieser Vergleich mittels T-Tests für unabhängige Stichproben durch-

geführt. Ein Vergleich von privaten und gewerblichen Nutzern kann in diesem Paper aus Platzgründen nicht erfolgen.⁸

⁸ Für eine solche Analyse mit dem Datensatz von T2 sei auf Globisch et al. (2013) verwiesen.

4 Kosten und Zahlungsbereitschaft

Durch die höheren Anschaffungskosten von Elektrofahrzeugen gegenüber konventionellen Fahrzeugen nehmen Fragen zur Zahlungs- oder Aufpreisbereitschaft in den Untersuchungen zur Akzeptanz für Elektrofahrzeuge eine zentrale Stellung ein.

4.1 Fuhrpark- und Organisationsleitung

Bei **ColgneE-mobil**, **SaxMobility** und **E-Mobility Berlin** waren Fragen zur Zahlungsbereitschaft Teil der standardisierten Untersuchungen. Weiterhin liegen Ergebnisse zum Thema Kosten und Zahlungsbereitschaft durch qualitative Befragungen von Fuhrparkverantwortlichen aus den Projekten **Drive eCharged**, **Morema**, **IKONE**, **CologneE-mobil** und „**Kommunalfahrzeuge mit Hybridantrieb**“ vor.

In den quantitativen Erhebungen wird generell eine eher begrenzte Aufpreisbereitschaft festgestellt. Die **E-Mobility Berlin**-Studie kommt zu dem Ergebnis, dass ca. 40% (n~12)⁹ der befragten Fuhrparkverantwortlichen keinen Aufschlag im Hinblick auf die Total Cost of Ownership (TCO) hinnehmen würden. Ca. 30% (n~9) wären zu einem Aufschlag bis zu 5% bereit, weitere ca. 30% (n~9) würden einen Aufschlag von 10%-20% akzeptieren. Ferner geben die Befragten in dieser Studie an, dass Kostenaspekte bei der Fahrzeugbeschaffung der wichtigste Aspekt sind. Die Autoren der Studie interpretieren ihre Daten dahingehend, dass Unternehmen mit größeren Fahrzeugflotten eher bereit sind, einen Aufschlag in Kauf zu nehmen. Weiterhin berichten die Autoren von einer Wechselbeziehung zwischen der Bereitschaft zur Akzeptanz eines TCO-Aufschlags und der Einschätzung der Eignung des Unternehmensfuhrparks für einen Einsatz von Elektrofahrzeugen: Fuhrpark- und Organisationsverantwortliche, die einen höheren Aufschlag bei den TCO in Kauf nehmen würden, schätzen die Elektromobilitätstauglichkeit ihres Fuhrparks besser ein. Als weitere Ursache für die Akzeptanz von Aufschlägen bei den TCO benennt die Studie die Erwartungen der Unternehmen an den Imagegewinn, der mit dem Einsatz von Elektrofahrzeugen verbunden ist.¹⁰

Bei der Zweitbefragung im Rahmen von **SaxMobility** wurden auch Fragen zu Aufpreisbereitschaft gestellt. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass 49% (n~27) gar

⁹ Sofern Angaben zu Fallzahlen nicht in der jeweiligen Quelle genannt werden, sondern auf eigenen Berechnungen auf Grundlage der Gesamtzahl der Fälle und der Prozentwerte aus den Berichten beruhen, wird dies durch die Verwendung des „~“-Zeichens deutlich gemacht. Bei direkt übernommenen Fallzahlen wird das „=“-Zeichen verwendet.

¹⁰ Aus der Publikation ist nicht abzulesen, ob es sich bei diesen Ergebnissen um mit statistischen Verfahren abgesicherte Zusammenhänge handelt (vgl. Kapitel 3.2).

keinen Aufpreis bei der Anschaffung akzeptieren würden und weitere 35% (n~20) bereit wären, max. 10% höhere Anschaffungskosten zu tragen. Weitere 5% (n~3) würden einen um max. 20% und 2% (n~1) einen um max. 30% höheren Anschaffungspreis in Kauf nehmen.¹¹ Zu den möglichen Ursachen der variierenden Zahlungsbereitschaft geht aus der Studie nichts hervor. Insgesamt geben 36 der 52 Befragten an, dass sie auf Grund des Preises der Elektrofahrzeuge bisher nicht planen, Elektrofahrzeuge in ihren Fuhrpark aufzunehmen. Der Preis stellt damit den am häufigsten genannten Grund dar, der die Fuhrparkverantwortlichen von einer Beschaffung von Elektrofahrzeugen abhält.

Die Untersuchung im Rahmen von **ColognE-mobil** in der Modellregion Rhein-Ruhr stellt bei gewerblichen Akteuren eine durchschnittliche Zahlungsbereitschaft von 22.300 Euro bei der Anschaffung eines Elektrofahrzeugs¹² fest. Die durchschnittliche maximale Zahlungsbereitschaft liegt bei dieser Untersuchung damit um 3.000 Euro tiefer als bei ebenfalls befragten privaten Autokäufern und weist eine Differenz von ca. 10.000 Euro zu den Preisen von Elektroautos auf (Stand 2011). Jedoch sind die Zahlungsbereitschaften über verschiedene Branchen hinweg sehr unterschiedlich ausgeprägt. So haben gewerbliche Akteure im Bereich der sozialen Dienste mit durchschnittlich 19.500 Euro eine sehr geringe Zahlungsbereitschaft, während Werbeagenturen (28.500 Euro), Architekturbüros (26.000 Euro) und Hotels (23.500 Euro) hier deutlich höhere Werte aufweisen.¹³

Ein Vergleich der Ergebnisse der standardisierten Befragungen zur Zahlungsbereitschaft ist zwischen **E-Mobility Berlin** und **SaxMobility** eingeschränkt möglich, da die Aufpreisbereitschaften in beiden Fällen prozentual ermittelt wurden. Die Ergebnisse der beiden Befragung unterscheiden sich recht deutlich. Während bei der Berliner Studie 40% (n~12) der befragten Unternehmen angeben, keinen Aufschlag bei den TCO in Kauf zu nehmen, geben in Sachsen 49% (n~27) der Unternehmen an, gar keinen Aufpreis bei der Anschaffung zu akzeptieren. Da Elektrofahrzeuge deutlich geringere Treibstoffkosten haben, die einen höheren Kaufpreis bei einer TCO-Betrachtung relati-

¹¹ Zu beachten ist bei dem Vergleich der Ergebnisse aus Berlin und Sachsen, dass in Berlin nach der Bereitschaft zu Inkaufnahme eines Aufschlags bei den Total Cost of Ownership gefragt wurde während in Sachsen eine Bereitschaft zu einem höheren Anschaffungspreis erhoben wurde. Insofern differieren die Ergebnisse der beiden Studien stärker, als das dem ersten Augenschein nach der Fall ist.

¹² Bezogen auf ein Elektrofahrzeug mit den Merkmalen: 16 kWh Lithium-Ionen-Batterie, 8 Stunden Ladedauer, 130 km/h Höchstgeschwindigkeit, 36 Monate Garantie, Standardausstattung. Diese Werte entsprechen in etwa denen eines i-Miev.

¹³ Wie viele Vertreter aus welchen Branchen in der Stichprobe enthalten waren, wird nicht berichtet (vgl. Kapitel 3.2).

vieren können, bedeutet das, dass die Ergebnisse der beiden Studien deutlich auseinander liegen. Sofern die Befragten bei ihren Angaben die geringeren laufenden Kosten von Elektrofahrzeugen berücksichtigt haben, ist davon auszugehen, dass der Anteil der Unternehmen, die in Sachsen zu keinem Aufpreis im Bezug auf die TCO bereit wären, die 49%, die keinen Aufpreis bei der Anschaffung akzeptieren wollen, übersteigt.

Die Ergebnisse aus **ColognE-mobil** sind durch die unterschiedliche Fragestellung (absolute Zahlungsbereitschaft vs. relative Aufpreisbereitschaft) mit denen der anderen beiden Studien nicht unmittelbar vergleichbar. Bei der Abfrage der Zahlungsbereitschaft im Rahmen der Kölner Studie wurden den Befragten grobe Rahmendaten¹⁴ zu dem Elektrofahrzeug genannt, für das sie ihre Zahlungsbereitschaft nennen sollen. Diese Rahmendaten entsprechen in etwa denen des Mitsubishi iMiev bzw. den baugleichen Modellen Peugeot iOn und Renault C-Cero. Die konventionelle Variante des iMiev ist in Deutschland zwar nicht erhältlich, im Jahr 2007 hätte sie jedoch umgerechnet etwa 13.000 Euro gekostet (Kölling 2007; Grünweg 2007). Legt man diesen Wert als Vergleichsmaßstab zugrunde, so resultieren daraus relative Aufpreisbereitschaften von ca. 50% (soziale Dienste) bis 120% (Werbeagenturen). Dieses Beispiel zeigt, dass die Ergebnisse zu den Aufpreisbereitschaften sehr stark von der Art und Weise abhängen, wie die Zahlungsbereitschaft erhoben wird.

Generell lässt sich festhalten, dass die hohen Anschaffungskosten von Elektrofahrzeugen problematisch sind, da die Befragten sie entweder als bedeutendes Hemmnis benennen (**SaxMobility**) oder die geäußerten Zahlungsbereitschaften deutlich unter den aktuellen Preisen von Elektrofahrzeugen liegen (**ColognE-Mobil**). Dieser Tenor setzt sich auch in den meisten qualitativen Interviews mit den Projektverantwortlichen innerhalb der Projekte der Modellregionen fort. So geben die interviewten Fuhrparkverantwortlichen bei **Drive eCharged**, **Morema**, **IKONE**, **ColognE-mobil** und „**Kommunalfahrzeuge mit Hybridantrieb**“ an, dass die Total Cost of Ownership ein Hauptkriterium bei der Fahrzeugbeschaffung sind. Bei den getesteten Fahrzeugen wird die Wirtschaftlichkeit gegenüber vergleichbaren konventionellen Fahrzeugen oftmals als nicht gegeben betrachtet und damit einhergehend ein Sinken der hohen Anschaffungspreise als essenzielle Voraussetzung für eine weitere Verbreitung von Elektrofahrzeugen gesehen.

¹⁴ Pkw, 16 kWh-Batterie, Ladedauer 8 Stunden, 150 km Reichweite, Höchstgeschwindigkeit 130 km/h, 36 Monate Garantie, Standardausstattung.

Tabelle 4-1: Übersicht über die Ergebnisse zur Aufpreisbereitschaft von Unternehmen für Elektrofahrzeuge aus den einzelnen Projekten

Projekt	Standardisierte Befragungen	Qualitative Interviews
ColognE-Mobil	<ul style="list-style-type: none"> • Ø Zahlungsbereitschaft für E-Fahrzeug liegt bei 22.300 Euro • Hohe Differenz (~10.000 Euro) zwischen Zahlungsbereitschaft und Preisen von E-Fahrzeugen • Geringere Zahlungsbereitschaft als bei privaten Autokäufern • Umgerechnet ergeben sich Aufpreisbereitschaften von 50% bis 120% beim Anschaffungspreis 	<ul style="list-style-type: none"> • TCO sind ein Hauptkriterium bei der Fahrzeugbeschaffung • Wenig Akzeptanz für Preisauflschläge
SaxMobility	<p>Aufpreisbereitschaft der Unternehmen beim Anschaffungspreis</p> <ul style="list-style-type: none"> • 49% keine Aufpreisbereitschaft • 35% bis max. 10% • 7% bis max. 20% • 2% bis max. 30% 	
E-Mobility Berlin	<p>Aufpreisbereitschaft der Unternehmen bei den TCO</p> <ul style="list-style-type: none"> • 40% keine Aufpreisbereitschaft • 30% bis max. 5% • 20% haben Aufpreisbereitschaft von 10%-20% 	
Drive eCharged, Morema, IKONE, „Kommunalfahrzeuge mit Hybridantrieb“		<ul style="list-style-type: none"> • TCO sind ein Hauptkriterium bei der Fahrzeugbeschaffung • Wenig Akzeptanz für Preisauflschläge

Die Ergebnisse der einzelnen Projekte zur Zahlungsbereitschaft sind in Tabelle 4-1 noch einmal überblicksartig dargestellt. Grundsätzlich kann man festhalten, dass zumindest bei einigen Fuhrparks eine gewisse Aufpreisbereitschaft für Elektrofahrzeuge besteht. Die Ergebnisse zur Aufpreisbereitschaft im Hinblick auf die TCO deuten darauf hin, dass diese Aufpreisbereitschaften nicht ausschließlich auf wirtschaftliche Erwä-

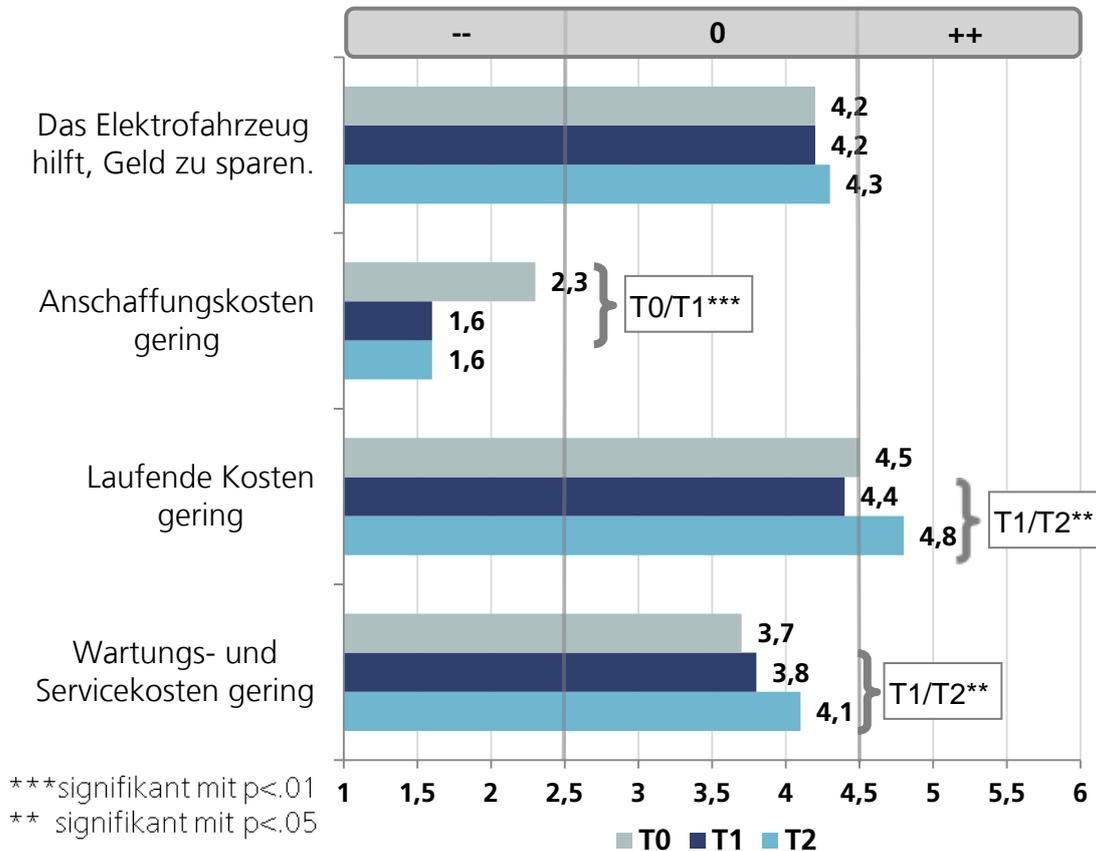
gungen zurückgehen. Der Umstand, dass es größere Gruppen zu geben scheint, die zu keinem Aufpreis bei der Anschaffung bereit sind, wirft jedoch auch die Frage auf, inwieweit die niedrigen laufenden Kosten von Elektrofahrzeugen ein relevanter Treiber für deren Akzeptanz sein können bzw. ob die Befragten bei ihren Angaben überhaupt TCO-Überlegungen zugrunde legen. Insgesamt fällt es schwer ein einheitliches Fazit zu ziehen, da die einzelnen Ergebnisse durch die unterschiedlichen Fragestellungen (Aufpreisbereitschaft bei Anschaffungspreis absolut, Aufpreisbereitschaft bei Anschaffungspreis relativ, Aufpreisbereitschaft hinsichtlich der TCO) schwer zu vergleichen sind und inhaltlich teilweise auch sehr stark voneinander abweichen.

4.2 Fahrzeugnutzer

In den einzelnen Projekten in den Modellregionen wurde die Frage nach der Wahrnehmung der Kosten der Elektrofahrzeuge durch die Fahrzeugnutzer – soweit dies aus den publizierten Projektberichten hervorgeht – nicht thematisiert.

Im Rahmen der Befragung durch das Minimaldatenset wurden den gewerblichen Nutzern Fragen zu ihrer Wahrnehmung der Kosten der Elektrofahrzeuge gestellt. Abbildung 4-1 zeigt die Mittelwerte der Antworten der Nutzer für die drei Erhebungszeitpunkte.

Abbildung 4-1: Wahrgenommene Kosten und Wirtschaftlichkeit: „Wie gut wird das Elektrofahrzeug den Anforderungen im Alltag gerecht?“ (1 = „gar nicht“; 6 = „völlig“)



Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit („Das Elektrofahrzeug hilft Geld zu sparen.“) liegt mit durchschnittlichen Bewertungen von 4,2 und 4,3 am oberen Ende des neutralen Bewertungsbereichs. Die Aussage, dass die Anschaffungskosten gering sind, erfährt durch die Befragten nur eine geringe Zustimmung, was sich an der deutlich negativen Bewertung zeigt (2,3 und 1,6). Der Unterschied zwischen der T0- und der T1-Stichprobe erweist sich als signifikant. Mit durchschnittlichen Bewertungen von 4,4 bis 4,8 schwanken die Angaben der Befragten zu den laufenden Kosten um die Grenze zwischen einer neutralen und einer positiven Bewertung. Die Befragten der T2-Stichprobe bewerten die laufenden Kosten dabei signifikant besser als die Befragten des T1-Samples. Wartungs- und Servicekosten nehmen bei der Bewertung mit 3,7 bis 4,1 eine Mittelstellung ein. Auch hier zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen T1 und T2.

Insgesamt dürften die Kosten für gewerbliche Nutzer, die ihr Fahrzeug z.T. weder selbst beschaffen noch selbst unterhalten müssen, wohl weniger bedeutsam sein als für private Nutzer. Es lässt sich jedoch festhalten, dass die befragten Nutzer tendenzi-

ell davon ausgehen, dass die Fahrzeuge helfen Geld zu sparen. Inwieweit diesem Urteil Überlegungen zu Grunde liegen, die die unterschiedlichen Kosten für Anschaffung, Betrieb und Wartung gegeneinander abwägen, lässt sich nicht abschließend sagen.

4.3 Weiterer Forschungsbedarf

Die Ergebnisse der ersten Studien zum Bereich der Preisbereitschaften für eine gewerbliche Nutzung von Elektromobilität verweisen darauf, dass größere Gruppen höhere Investitionskosten ablehnen, während andere sich zu Preisaufrühen, z.T. auch jenseits der Wirtschaftlichkeit, positiv äußern. Aus Sicht der Fahrer zeigt sich, dass diesen die grundsätzliche Kostenstruktur bei Elektrofahrzeugen bekannt ist. Da bisher nur wenige Studien vorliegen, die nur einzelne Branchen und Unternehmenstypen abdecken, besteht weiterer Forschungsbedarf in folgenden Bereichen:

- Validitätsüberprüfungen der angegebenen Preisbereitschaften: Sind die gefundenen Effekte auch für andere Stichproben stabil? Inwieweit decken sich in Interviews und Fragebogen geäußerte Preisbereitschaften mit tatsächlichen (stated vs. revealed preferences)? Überblicksarbeiten (z.B. Völckner et al., 2006) verweisen darauf, dass diese in der Realität meist niedriger ausfallen.
- Ausdifferenzierung der Preisbereitschaften nach Branchen und Fahrzeugsegmenten sowie möglicherweise Eigenschaften des Fuhrparks (z.B. Bedeutung für Kerngeschäft und Außenwirkung). Die Ergebnisse aus **CologneE-Mobil** verweisen darauf, dass hier bedeutsame Unterschiede bestehen könnten.

5 Reichweite

Die begrenzte Reichweite im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen ist ein potentielles Hemmnis für die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen. Zunächst ist es möglich, dass elektrische Fahrzeuge durch die begrenzte Reichweite für bestimmte Fahrten nicht einsetzbar sind. Ferner kann die Reichweitenbeschränkung sich auch negativ auf die Akzeptanz der Nutzer auswirken, wenn sich im Alltag dadurch zusätzlicher Aufwand für die Nutzer ergibt. Weiterhin kann die Unsicherheit über die verbleibende Reichweite zu einem „mulmigen“ Gefühl bei der Fahrzeugnutzung führen. Ebenso kann ein Akzeptanzhemmnis darin bestehen, dass sowohl Fuhrparkverantwortliche und Entscheider im Unternehmen wie Fahrzeugnutzer Bedenken aufgrund der geringeren Flexibilität durch die Reichweitenbegrenzung haben, selbst wenn es dadurch im Alltag zu keinen konkreten Einschränkungen kommt.

5.1 Fuhrparkverantwortliche

Zu der Sicht der Fuhrparkverantwortlichen auf die Reichweite von Elektrofahrzeugen gibt es aus den einzelnen Projekten der Modellregionen zahlreiche Ergebnisse. Bei den Befragungen bei **E-Mobility Berlin** und **SaxMobility** wird die mangelnde Reichweite von den Befragten als wesentliches Hindernis für die Beschaffung genannt. So geben die meisten befragten Fuhrparkverantwortlichen in Berlin an, dass eine gesicherte Reichweite von 100 km nicht ausreichend ist. Bei der Befragung in Sachsen ist die Reichweite der zweithäufigste Grund, der von ca. 43% (n~24) als Hemmnis für die Anschaffung von Elektrofahrzeugen genannt wird. Im Rahmen der Befragung bei **Co-lognE-Mobil** wurde bei der standardisierten Befragung nicht direkt danach gefragt, wie die Befragten die Reichweite von Elektrofahrzeugen bewerten. Stattdessen wurden bei der Befragung von Gewerbetreibenden Angaben zum Fahrprofil der Fahrzeuge in deren Fuhrparks erhoben. Bei der Auswertung zeigte sich, dass 60% (n=178) der Fahrprofile für den Einsatz von Elektrofahrzeugen negative Rahmenbedingungen aufweisen (Tägliche Fahrleistung über 100 km und/oder Standzeiten von weniger als 8 Stunden am Tag). Bei der weiteren Analyse zeigte sich, dass sich 80% der Befragten (n=95), deren Fuhrpark günstige Rahmenbedingungen aufweist (n=118), die Beschaffung eines Elektrofahrzeugs vorstellen können. In der Gruppe, deren Fuhrparkfahrzeuge ungünstige Fahrprofile aufweisen, lag der Anteil derer, die sich eine Beschaffung vorstellen können, dagegen nur bei 3% (n~9).

Oftmals wird diskutiert, dass sich Fahrzeugpools gut eignen, um Elektrofahrzeuge zu integrieren, da für Langstreckenfahrten konventionelle Ersatzfahrzeuge zur Verfügung stehen (Nesbitt und Sperling 1998, 2001). In dieser Hinsicht kommt die Umfrage bei **Berlin E-Mobil** zu ambivalenten Ergebnissen. Die Autoren der Studie schließen aus

den Angaben der befragten Unternehmen zu ihrem Fuhrpark, dass ein gemischter, flexibler Einsatz technisch möglich sei. Die Befragten der Studie äußern sich zu dieser Möglichkeit jedoch zurückhaltender. Einer solchen flexiblen Fuhrparkgestaltung kann auch der Wunsch eines Unternehmens entgegenstehen, den Fuhrpark möglichst einheitlich mit den gleichen Fahrzeugen auszustatten. Die Ergebnisse aus **Cologne-Mobil** legen nahe, dass der Wunsch nach einem einheitlichen Fuhrpark bspw. bei den Anbietern von sozialen Diensten ein Hemmnis für den Einsatz von Elektrofahrzeugen darstellen könnte. Alles in allem lässt sich festhalten, dass eine Steigerung der Reichweite die Attraktivität von Elektrofahrzeugen vermutlich erhöhen würde.

Auch bei den qualitativen Interviews mit den Fuhrparkverantwortlichen spielte die Reichweitenproblematik eine Rolle. Bei dem Projekt **Morema** war bspw. der Fahrzeugpool der Firma JUWI so organisiert, dass bei längeren Fahrten ein konventionelles Ersatzfahrzeug zur Verfügung stand. Genauere Informationen, inwieweit sich dieses Konzept bewährt hat, gehen aus dem Projektbericht jedoch nicht hervor. Bei „**Kommunalfahrzeuge mit Hybridantrieb**“ spricht der Fuhrparkverantwortliche das Problem an, dass Zusatzverbraucher (Klimaanlage und Heizung) die elektrische Reichweite des Fahrzeugs beeinflussen. Im Rahmen von **E-City-Logistik** wird berichtet, dass die begrenzte Reichweite zu Einschränkungen führt. Auch die qualitativen Interviews mit Unternehmensverantwortlichen im Rahmen von **Cologne-Mobil** kommen zu dem Ergebnis, dass die beschränkte Reichweite im Bereich der KEP-Dienstleistungen ein Problem darstellt. Die Autoren betrachten in diesem Bereich eine flexibel angepasste Routenplanung als einen gangbaren Weg, da bei KEP-Dienstleistern der Einsatz entsprechender Planungstools ohnehin schon weit verbreitet ist. Im Rahmen von **IKONE** wurde die begrenzte Reichweite der Elektrotransporter von vornherein in die Routenplanung mit einbezogen, indem die Fahrzeuge gezielt nur für kurze Routen (bspw. Pendelverkehr zwischen Standorten) eingesetzt wurden.

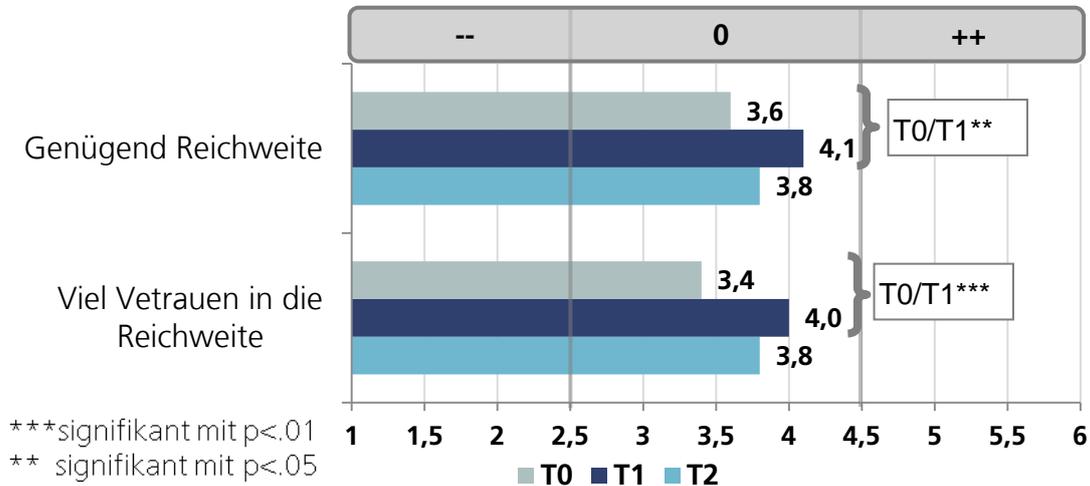
Als Fazit hinsichtlich der begrenzten Reichweite lässt sich festhalten, dass sämtliche Untersuchungen zu dem Ergebnis kommen, dass die beschränkte Reichweite aus Sicht der Fuhrparkverantwortlichen ein potentiell Problem darstellt bzw. ein spezielles Nutzungsszenario (kombinierte Poolnutzung) erfordert. Auch die Zuverlässigkeit, mit der die nominale Reichweite auch tatsächlich zur Verfügung steht, ist ein kritischer Punkt. Die Ergebnisse von **Cologne-Mobil** lassen zudem vermuten, dass für einen wesentlichen Anteil der gewerblichen Fuhrparks insgesamt die Reichweitenbeschränkung von Elektrofahrzeugen ein essenzielles Hemmnis darstellt. Inwieweit eine kombinierte Poolnutzung in der Praxis praktikabel ist und zu einer Relativierung der Reichweitenproblematik beitragen kann, bleibt unklar. Auch liegen keine Erkenntnisse dazu vor, in welchen Bereichen des Gewerbeverkehrs die Reichweitenproblematik stärker oder schwächer ins Gewicht fallen.

5.2 Fahrzeugnutzer

Bei den Nutzerbefragungen in den einzelnen Projekten spielt die Reichweitenproblematik ebenfalls eine Rolle. Die Nutzer bei **HH=more** bewerteten die bestehende Reichweite der Elektrofahrzeuge kritisch. Ebenso war ein Ergebnis der qualitativen Befragungen der Nutzer bei **drive eCharged**, dass temperaturbedingte Reichweitenschwankungen als ein Hemmnis betrachtet wurden, da sie die zuverlässige Einsatzfähigkeit des Elektrofahrzeugs in Frage stellen. Inwieweit hier die Reichweitenreduzierung tatsächlich auf die niedrigen Außentemperaturen oder den damit verbundenen Gebrauch der Heizung zurückzuführen ist, bleibt jedoch unklar. Der reichweitenreduzierende Effekt von Zusatzverbrauchern wurde von den Nutzern im Projekt **IKONE** als negativ bewertet. Ferner bestanden besonders vor Nutzungsbeginn Befürchtungen, mit leerem Akku liegenzubleiben. Im Projektverlauf relativierten sich diese Befürchtungen. Zwar konnten Fahrten vereinzelt nicht angetreten werden, aber es kam zu keinen Ereignissen, bei denen ein Fahrzeug durch eine zu geringe Restreichweite während einer Fahrt Probleme bekam. Die an die Reichweite angepasste Routenplanung und die Restreichweitenanzeige führten, so die Studienautoren, zu einem größeren Vertrauen in die Fahrzeuge. Die Nutzer im Projekt **E-City-Logisitk** geben überwiegend an, dass sie im Bereich der KEP-Dienstleistungen Hybridfahrzeuge favorisieren würden, um Reichweitenbeschränkungen zu vermeiden und so flexibel zu bleiben.

In Abbildung 5-1 sind die Bewertungen der Nutzer zu den Aspekten Reichweite und Verlässlichkeit der Reichweite aus den drei Erhebungen der projektübergreifenden Begleitforschung abgebildet.

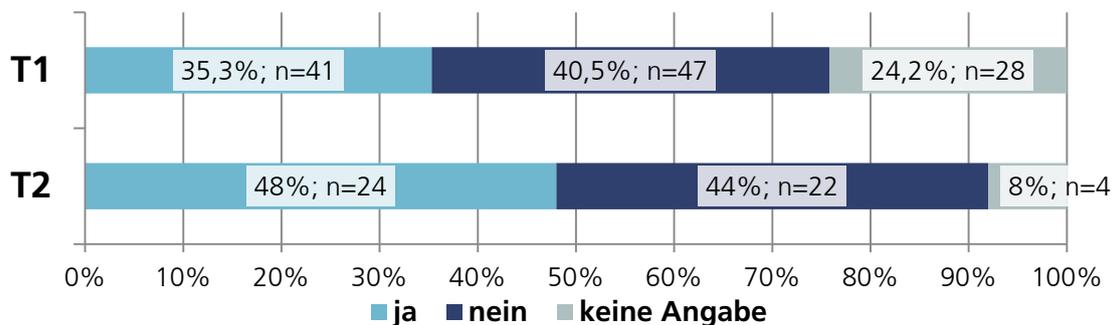
Abbildung 5-1: Bewertung von Reichweite und Verlässlichkeit der Reichweite: Wie gut wird das Elektrofahrzeug den Anforderungen im Alltag gerecht? (Antwortoptionen von 1 = „gar nicht“ bis 6 = „völlig“)



Hinsichtlich der Bewertung der Reichweite allgemein zeigt sich, dass diese vor Nutzung des Fahrzeugs (T0 3,6) schlechter bewertet wird als nach kurzer Nutzungsdauer (T1 4,1), es tritt eine signifikante Verbesserung ein. Die Werte bewegen sich jedoch tendenziell im neutralen Bewertungsbereich. Ein ähnliches Muster zeigt sich hinsichtlich der Verlässlichkeit der Reichweite. Hier verbessert sich der Wert vor Nutzung (T0) von 3,4 auf 4,0 nach den ersten Erfahrungen (T1). Der Unterschied zwischen der T1- und der T2-Stichprobe ist in beiden Fällen nicht signifikant.

Abbildung 5-2: Angaben dazu, inwieweit es Fahrten gab, die durch die begrenzte Reichweite nicht möglich waren¹⁵

Gibt es Fahrten, die mit dem Elektrofahrzeug nicht möglich waren?



¹⁵ Fallzahlen (n) sind, wegen der geringen Stichprobengröße, mit aufgeführt.

Abbildung 5-2 zeigt, dass es sowohl bei T1 als auch bei T2 Nutzer gab, die mit dem Elektrofahrzeug nicht alle Fahrten bewältigen konnten. Sofern die Nutzer angaben, dass es Fahrten gab, die sich nicht mit dem Elektrofahrzeug bewältigen ließen, wurde erfragt, wie sie sich in diesem Fall verhalten haben. Ganz überwiegend gaben die Nutzer an, dass sie dann alternativ ein anderes Verkehrsmittel genutzt haben (T1: n=39; T2: n=23). Nur selten wurde die Fahrt dagegen verschoben oder ganz abgesagt (T1: n=4; T2: n=1).

Abbildung 5-3: Bewertung der Reichweite getrennt nach Nutzern, die nicht alle Fahrten durchführen konnten und Nutzern, die alle Fahrten durchführen konnten. Vergleich mittels T-Tests für unabhängige Stichproben

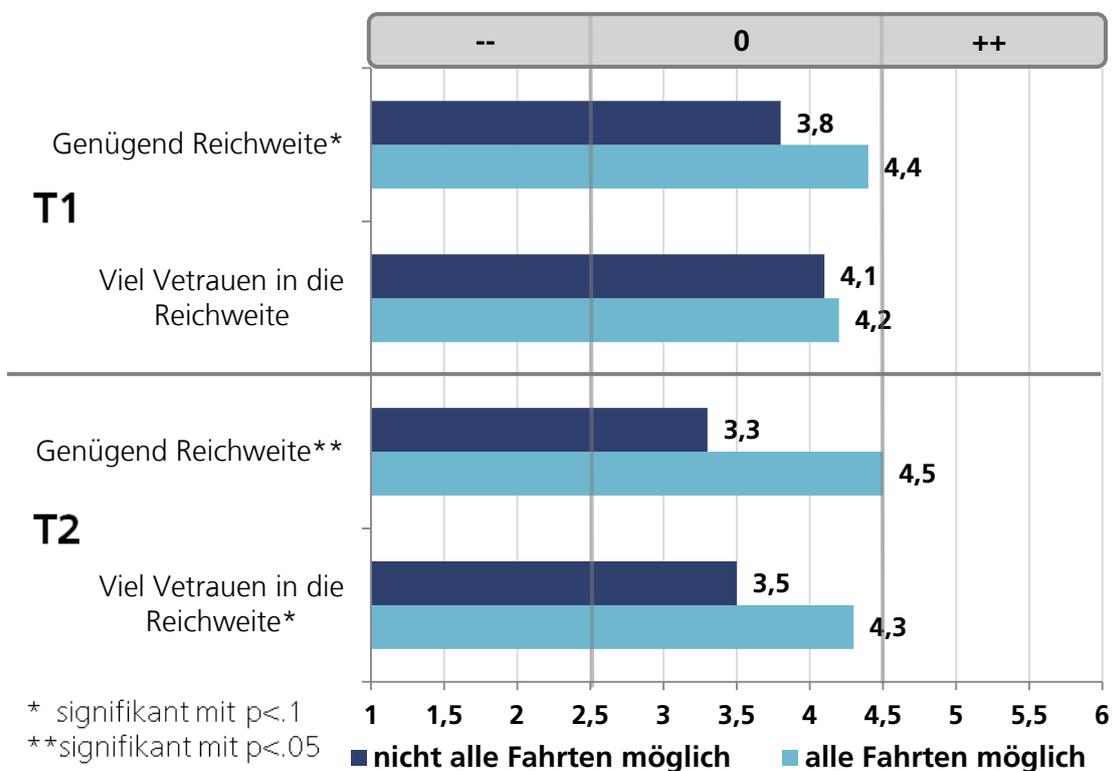


Abbildung 5-3 zeigt, dass sich die Einschätzungen zur Reichweite unterscheiden, je nachdem ob Befragte die Erfahrung machten, dass Fahrten nicht durchführbar waren. Sowohl bei T1 als auch T2 ist die Bewertung der Reichweite negativer, wenn Fahrten nicht durchgeführt werden konnten. Bei den Personen mit langfristiger Elektromobilitätserfahrung in T2 fällt auch das Vertrauen in die Reichweite signifikant niedriger aus, wenn es Fahrten gab, die sich nicht durchführen ließen. Obwohl die Reichweitenbeurteilung negativer ausfällt, wenn nicht alle Fahrten durchgeführt werden

konnten, bewerten auch die Teilnehmer, bei denen dies der Fall war, die Reichweite im Durchschnitt nicht als negativ, sondern geben Einstufungen im mittleren Bereich ab.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die begrenzte Reichweite ein Hemmnis für die Nutzerakzeptanz darstellt. Problematisch ist dabei nicht nur die nominal verfügbare Reichweite. Vielmehr zeigt sich auch, dass Schwankungen durch den Einsatz von Zusatzverbrauchern ein relevantes Hemmnis für die Akzeptanz der Elektrofahrzeuge darstellen. Die Bewertung der Reichweite fällt schlechter aus, wenn sich im Alltag nicht alle Fahrten mit dem Elektrofahrzeug bewältigen ließen – auch wenn die Befragten i.d.R. über alternative Verkehrsmittel verfügten. Gleichzeitig geben auch diejenigen, die alle Ziele erreichen konnten, der Reichweite nur Bewertungen im neutralen Bereich. Möglicherweise vergleichen die Nutzer Elektrofahrzeuge im Hinblick auf die Reichweite, unabhängig vom individuellen Reichweitenbedarf, mit konventionellen Fahrzeugen und bewerten entsprechend.

5.3 Weiterer Forschungsbedarf

Während die bisherigen Ergebnisse eindeutig ergeben, dass die (aktuellen) Reichweiten von Elektrofahrzeugen nicht zufriedenstellend sind, können die Studien weitere Aspekte noch nicht klären:

- Wie hoch müsste die Reichweite eines Elektrofahrzeugs aus Sicht der Fuhrparkverantwortlichen und der Nutzer sein? Inwieweit interagiert die Bewertung der Reichweite mit den langen Ladezeiten, d.h. könnten kürzere Ladezeiten die Reichweitereinschränkung kompensieren?
- Welche Rolle spielen Reichweiteschwankungen durch Zusatzverbraucher für die Akzeptanz durch Fuhrparkverantwortliche und Nutzer bzw. wie groß ist der Sicherheitspuffer, der aufgrund der Schwankungen einkalkuliert wird?
- Wie hängen tatsächliche Mobilitätsanforderungen und vorhandene Reichweite zusammen? D.h. wie viel Sicherheitspuffer ist gewünscht und wovon hängt dieser ab? Inwieweit ist der flexible Einsatz alternativer Verkehrsmittel möglich und akzeptabel?

Im Hinblick auf die Praktikabilität einer kombinierten Poolnutzung im Alltag von gewerblichen Fuhrparks zeigen die Ergebnisse bei **E-Mobility Berlin** und aus dem Minimaldataset weiteren Forschungsbedarf auf. Es erscheint durchaus möglich, dass der Realisierung eines solchen Nutzungsszenarios in gewerblichen Flotten Vorbehalte seitens der Fuhrparkverantwortlichen entgegenstehen.

6 Ladeinfrastruktur

Die Reichweitenproblematik hängt auch mit der Frage zusammen, inwieweit die Fahrzeuge bei einem niedrigen Ladestand zuverlässig und schnell wieder aufgeladen werden können. Dazu ist das Vorhandensein von genügend Lademöglichkeiten notwendig, d.h. Zugang zu einer gewöhnlichen Steckdose oder – je nach Fahrzeug – auch zu einer Ladestation, die möglicherweise schnelleres Aufladen durch mehr Leistung ermöglicht. In der Regel steht in Flottenversuchen am Standort des Fahrzeuges, bei gewerblich genutzten Fahrzeugen auf dem Betriebsgelände und / oder beim Fahrer zu Hause eine Lademöglichkeit zur Verfügung. Zusätzlich können, sofern in der Reichweite des Fahrzeuges vorhanden, öffentliche oder so genannte halb öffentliche Lademöglichkeiten genutzt werden.

6.1 Fuhrparkverantwortliche

Im Hinblick auf die Verfügbarkeit oder den Aufbau der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge geben die befragten Fuhrparkverantwortlichen bei **E-Mobility Berlin** an, dass sie eine finanzielle Förderung des Aufbaus von Ladeinfrastruktur wünschen. Unklar bleibt dabei jedoch, inwieweit sich dieser Wunsch auf den Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur bezieht oder die finanzielle Unterstützung der Einrichtung organisationseigener Lademöglichkeiten gefordert wird. Ferner kommt die Studie zu dem Ergebnis, dass die lange Ladedauer aus Sicht der Fuhrparkverantwortlichen ein relevantes Problem darstellt. Die Erstbefragung bei **SaxMobility** kommt zu dem Ergebnis, dass in der Regel günstige Bedingungen zum Aufbau einer firmeneigenen Ladeinfrastruktur bestehen, da 79% (n~14) der befragten Unternehmen angeben, dass ihre Fahrzeuge über Nacht auf einem firmeneigenen Parkplatz stehen. Der Befund bei **CologneE-Mobil**, dass bei Gewerbetreibenden, deren Fahrzeuge täglich mehr als 100 km fahren und/oder kürzer als 8 Stunden auf einem Firmenparkplatz abgestellt sind (60% n=178), eine geringe Bereitschaft zur Beschaffung von Elektrofahrzeugen besteht, kann ein Indiz dafür sein, dass die lange Ladedauer ein relevantes Hemmnis darstellt. Unklar bleibt hier jedoch, wie hoch der Anteil der Fälle ist, bei denen eine schnellere Aufladung der Fahrzeuge die Möglichkeiten und die Bereitschaft zu einem Einsatz von Elektrofahrzeugen verbessern würde. Es gibt erste Hinweise dazu, in welchen Branchen mangelnde Lademöglichkeiten ein Hindernis für den Einsatz von Elektrofahrzeugen darstellen. So legen die Ergebnisse der qualitativen Interviews bei **CologneE-Mobil** nahe, dass es bspw. bei sozialen Diensten oft üblich ist, dass die Arbeitnehmer die Fahrzeuge über Nacht mit nach Hause nehmen, so dass die Frage der Ladeinfrastruktur nicht durch Installationen auf dem Organisationsgelände lösbar wäre.

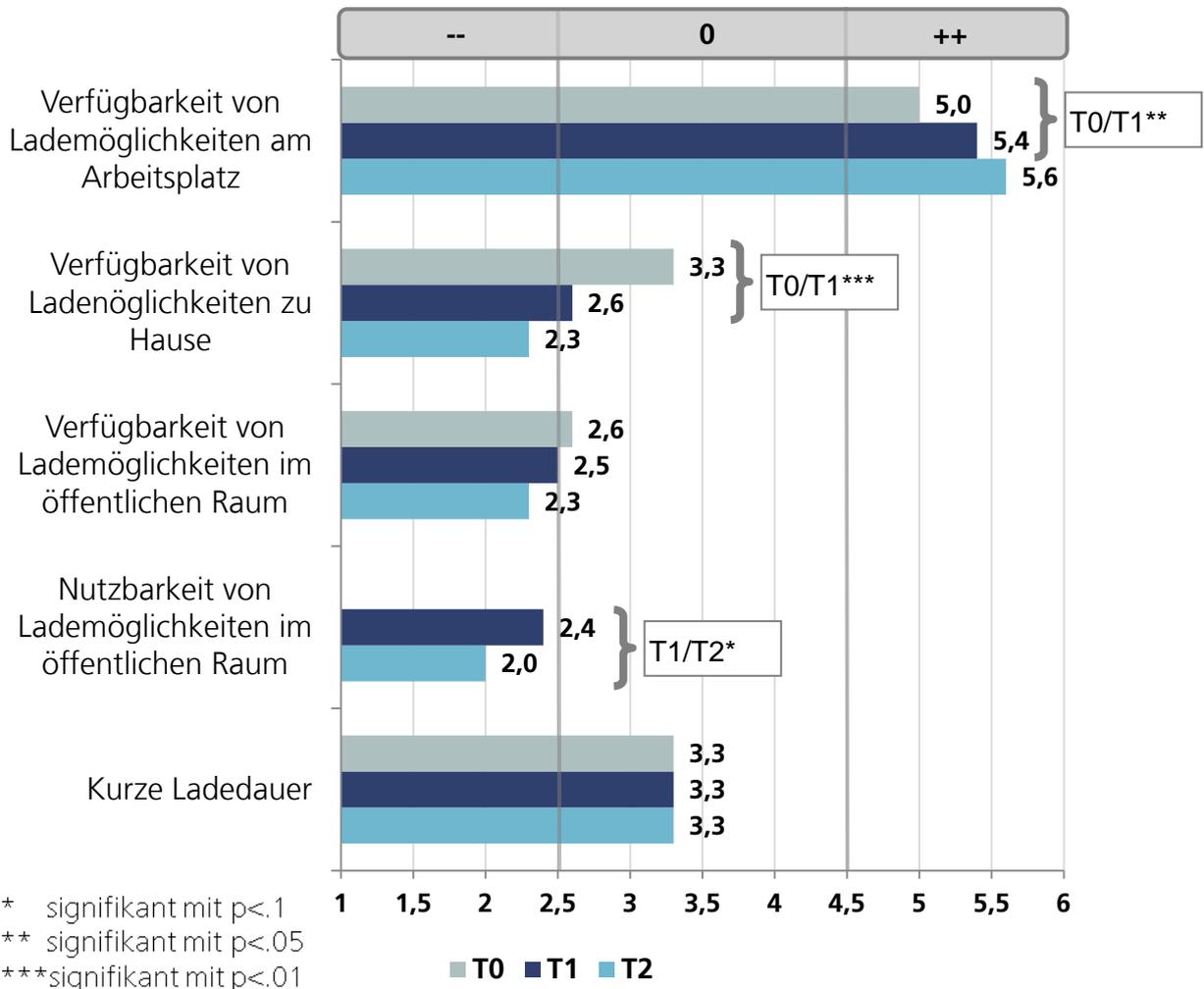
Zur Ladeinfrastruktur aus der Perspektive von Fuhrparkverantwortlichen liegen somit eher punktuelle Erkenntnisse vor, die darauf hinweisen, dass je nach Organisation individuelle Bedingungen zu berücksichtigen sind (Interaktion von Fahrprofilen und nötiger Infrastruktur, Stellplätze und Stellzeiten).

6.2 Fahrzeugnutzer

Bei den einzelnen Projekten lag besonders bei der Nutzerbefragung von **HH=More** ein starker Fokus auf der Ladeinfrastruktur für die Elektrofahrzeuge. Die Befragten gaben hier an, die öffentlichen Lademöglichkeiten eher selten genutzt zu haben. Ferner wurde die Dauer des Ladevorgangs als zu lang angesehen. Für die meisten Ladevorgänge wurden Wallboxen und Ladesäulen auf dem Gelände des Arbeitgebers genutzt. Als Grund für die geringe Frequentierung öffentlicher Lademöglichkeiten wurde die Belegung der zugehörigen Parkplätze durch Falschparker genannt. Ein weiterer Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur wird von den Befragten für nötig gehalten.

Im Rahmen der Nutzerbefragung mit dem Minimaldatenset wurde das Vorhandensein von Ladeinfrastruktur am Arbeitsplatz, im öffentlichen Raum und bei den Nutzern zu Hause erfasst. Die mögliche Relevanz des Vorhandenseins von Lademöglichkeiten zu Hause ergibt sich bei gewerblichen Nutzern daraus, dass die Elektrofahrzeuge teilweise auch privat genutzt werden konnten. Hinsichtlich des Vorhandenseins von Ladeinfrastruktur ist die Bewertung der gewerblichen Nutzer im Bezug auf die Situation am Arbeitsplatz von Beginn an sehr positiv und fällt bei Befragten mit längerer Nutzungsdauer noch positiver aus (Abbildung 6-1). Die Bewertungen unterscheiden sich hier von T0 (5,0) zu T1 (5,4) signifikant. Allgemein scheinen im Rahmen der Projekte mit gewerblichen Nutzern ausreichend Lademöglichkeiten am Arbeitsplatz vorhanden gewesen zu sein. Bei der Bewertung der Verfügbarkeit von Lademöglichkeiten zu Hause und im öffentlichen Raum sowie der Nutzbarkeit der öffentlichen Ladeinfrastruktur fallen die Bewertungen allgemein schlechter aus. Die große Differenz zwischen der Bewertung der Lademöglichkeiten zu Hause zwischen T0 (3,3) und T1 (2,6) kann ein Indiz dafür sein, dass Nutzer vor ihren ersten praktischen Erfahrungen mit den Elektrofahrzeugen das Potential der Nutzung privater Lademöglichkeiten womöglich überschätzen. Die Ladedauer wird durchgängig mit 3,3 bewertet und liegt damit konstant in der negativen Hälfte des möglichen Wertespektrums, d.h. aus Sicht der Nutzer ist dies wohl zu lang.

Abbildung 6-1: Bewertung der Ladeinfrastruktur durch gewerbliche Nutzer: Wie gut wird das Elektrofahrzeug den Anforderungen im Alltag gerecht? (Antwortoptionen: 1 = gar nicht, 6 = völlig)¹⁶



Als Fazit lässt sich festhalten, dass die Zufriedenheit der Nutzer mit der Ladeinfrastruktur am Arbeitsplatz hoch, in den anderen Bereichen dagegen niedrig ist. Unklar bleibt jedoch auch hinsichtlich der Akzeptanz durch die Nutzer, inwieweit sich die mangelnde Verfügbarkeit bzw. Nutzbarkeit von privaten und öffentlichen Lademöglichkeiten auf die tatsächliche Nutzung der Elektrofahrzeuge auswirkt, da in gewerblichen Nutzungsszenarien die Nutzung solcher Lademöglichkeiten nicht unbedingt notwendig sein muss. Auch wenn bei Befragungen der Wunsch nach einem weiteren Ausbau der öffentlichen

¹⁶ Die Nutzbarkeit der Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum wurde nur bei T1 und T2 abgefragt.

Ladeinfrastruktur geäußert wird folgt daraus nicht zwangsläufig, dass die Reichweitenproblematik durch einen solchen Ausbau wesentlich entschärft würde.

6.3 Weiterer Forschungsbedarf

Als Fazit lässt sich hier festhalten, dass es hinsichtlich der Rolle, die die Ladeinfrastruktur für die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen im gewerblichen Bereich spielt, noch große Unsicherheiten gibt. Vieles deutet darauf hin, dass im gewerblichen Bereich tatsächlich in vielen Fällen, rein technisch betrachtet, gute Voraussetzungen für die betriebseigene Aufladung von Elektrofahrzeugen bestehen. Die Frage, inwieweit in gewerblichen Flotten die Möglichkeit zur Errichtung einer organisationseigenen Ladeinfrastruktur besteht bzw. sinnvoll ist, lässt sich aber nicht pauschal beantworten.

- Welche organisationsspezifischen Bedingungen sind für die Möglichkeiten zum Aufbau einer Ladeinfrastruktur auf dem Betriebsgelände für die Fahrzeuge einer Organisation zu berücksichtigen? Die bisherigen Untersuchungen verweisen auf die Faktoren Standzeiten, Standorte und Mobilitätsprofil. Darüber hinaus sind jedoch auch organisatorische und rechtliche Aspekte sowie die Kosten für den Aufbau der Ladeinfrastruktur zu berücksichtigen.
- Eine weitere wichtige Frage ist, inwieweit ein Ausbau öffentlicher oder halböffentlicher Ladeinfrastruktur die Nutzungsmöglichkeiten von Elektrofahrzeugen aus Sicht von Fuhrparkverantwortlichen und Nutzern erweitern würden. Dies beinhaltet auch die Analyse, inwieweit sich dadurch der Alltag der Nutzer ändern würde und in welchen Situationen eine öffentliche Ladeinfrastruktur einen konkreten Mehrwert bietet bzw. bieten würde.
- Welche Bedeutung hat die Dauer des Ladevorganges bzw. welche Vorteile sind durch eine Verkürzung der Ladedauer für verschiedene Organisationen verbunden? In Verbindung hiermit stellt sich auch wieder die Frage nach der Notwendigkeit einer öffentlichen Ladeinfrastruktur.

7 Beschleunigung und Geschwindigkeit

Die Beschleunigung und Geschwindigkeit der Fahrzeuge kann, zumindest aus Nutzersicht, hinsichtlich zweier Aspekte für die Akzeptanz von Bedeutung sein. Zum einen können diese Leistungsparameter die Verwendungsfähigkeit eines Fahrzeugs im Alltag beeinflussen. Darüber hinaus können diese Eigenschaften sich auch auf den Fahrspaß auswirken und damit die wahrgenommene Attraktivität des Fahrzeugs beeinflussen.

7.1 Fuhrparkverantwortliche

Die gegenüber konventionellen Fahrzeugen geringere Höchstgeschwindigkeit von Elektrofahrzeugen wird in den Umfragen im Rahmen von **E-Mobility Berlin**, **SaxMobility** und bei **CologneE-Mobil** nicht thematisiert. Im Rahmen der Projekte **IKONE** und „**Kommunalfahrzeuge mit Hybridantrieb**“ war die begrenzte Höchstgeschwindigkeit dagegen ein Thema bei den Gesprächen mit den Fuhrparkverantwortlichen. So war die maximale Höchstgeschwindigkeit der Elektrotransporter von 80 km/h bei **IKONE** mit ein Grund dafür, dass die Routen der Fahrzeuge vorab unter Berücksichtigung des Leistungsvermögens der Fahrzeuge geplant wurden. Dieser Umstand wurde zwar nicht als gravierender Mangel betrachtet, eine höhere Endgeschwindigkeit würde die Einsatzmöglichkeiten und die Flexibilität des Fahrzeugs – so die Fuhrparkverantwortlichen – jedoch erhöhen. Bei dem Abfallsammelwagen, der bei „**Kommunalfahrzeuge mit Hybridantrieb**“ eingesetzt wurde, wirkte sich die begrenzte Höchstgeschwindigkeit und die langsame Um- bzw. Zuschaltung des konventionellen Antriebs dahingehend aus, dass sich der Zeitaufwand zur Bewältigung der Tour erhöhte.

Die Erkenntnisse zu dieser Thematik aus Sicht der Fuhrparkverantwortlichen sind somit begrenzt. Da die meisten E-Pkw eine Höchstgeschwindigkeit von 130 km/h haben, besteht hier aus Sicht der Fuhrparkverantwortlichen im Regelfall wohl keine wesentliche Beeinträchtigung. Im Bereich der Nutzfahrzeuge scheint es hinsichtlich der erreichbaren Höchstgeschwindigkeit dagegen eher Probleme zu geben.

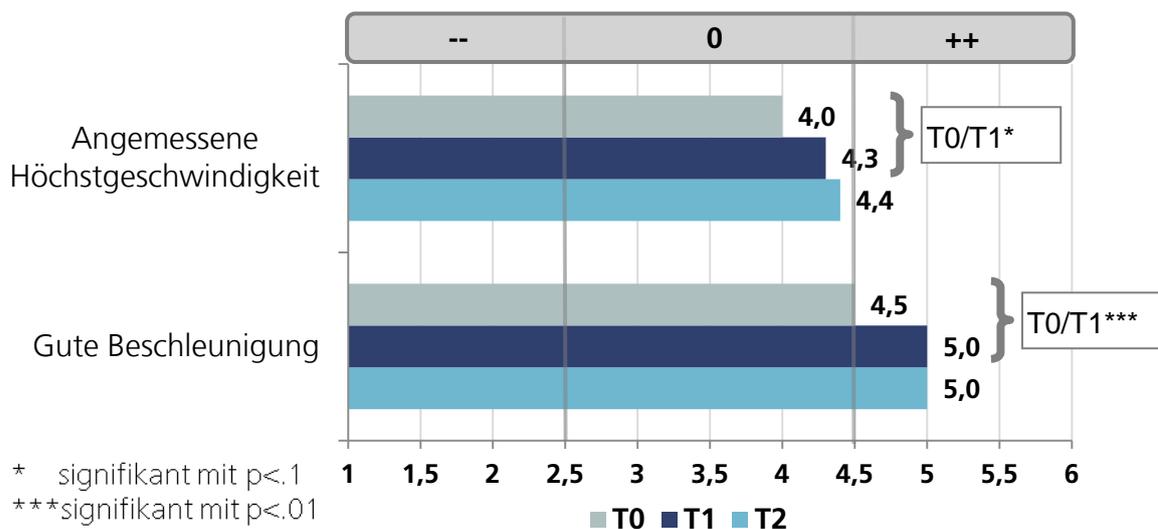
7.2 Fahrzeugnutzer

Bei den Nutzerbefragungen in den einzelnen Projekten spielten Fragen hinsichtlich der Beschleunigung und der Höchstgeschwindigkeit ebenfalls bei „**Kommunalfahrzeuge mit Hybridantrieb**“ und **IKONE** eine Rolle. Bei ersterem Projekt bemängelten auch die Nutzer, dass sich durch die geringere Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs die Touren verlängerten. Bei **IKONE** bestanden Bedenken, wegen der begrenzten Höchstgeschwindigkeit von anderen Verkehrsteilnehmern als Verkehrshindernis wahrgenommen

zu werden. Weiterhin hatten die Nutzer vor Nutzungsbeginn Bedenken hinsichtlich der Fähigkeit des Fahrzeugs zur Bewältigung von Steigungen. Hinsichtlich der Beschleunigung waren die Erwartungen an den elektrischen Antrieb von vornherein sehr positiv. Während der Nutzung stellte die auf 80 km/h beschränkte Geschwindigkeit für die Fahrer zwar ein geringeres Manko dar als sie zuvor erwartet hatten, dennoch zeigte die Auswertung von Fahrberichten, dass bei knapp der Hälfte der Fahrten eine höhere Endgeschwindigkeit von Vorteil gewesen wäre. Die Bewältigung steiler Streckenabschnitte stellte dagegen in keiner Weise ein Problem dar.

Abbildung 7-1 zeigt die Bewertungen der gewerblichen Nutzer hinsichtlich der Beschleunigung und der Höchstgeschwindigkeit der Elektrofahrzeuge. Die Bewertungen der Höchstgeschwindigkeit T0 (4,0) und T1 (4,3) unterscheiden sich signifikant. Ebenso bewerten die T1-Nutzer (5,0) die Beschleunigung der Elektrofahrzeuge signifikant besser als die Personen, die zu T0 noch keine praktischen Erfahrungen mit den Elektrofahrzeugen sammeln konnten (4,5).

Abbildung 7-1: Bewertung von Beschleunigung und Höchstgeschwindigkeit durch die gewerblichen Nutzer: Wie gut wird das Elektrofahrzeug den Anforderungen im Alltag gerecht? (Antwortoptionen: 1 = gar nicht, 6 = völlig)



Die Bewertungen der Höchstgeschwindigkeit bewegen sich im oberen Teil des neutralen Bewertungsbereichs, während die Bewertungen der Beschleunigung sehr positiv ausfallen. Insgesamt legen die Daten nahe, dass es hinsichtlich dieser Leistungsparameter der Fahrzeuge aus Nutzersicht keine großen Probleme zu geben scheint. Die Bewertungen sind insgesamt eher positiv. Darüber hinaus geben Personen, die bereits Alltagserfahrungen mit Elektrofahrzeugen gemacht haben bessere Bewertungen ab als Personen vor Nutzungsbeginn.

7.3 Weiterer Forschungsbedarf

Die Beschleunigung der Elektrofahrzeuge stellt laut den Forschungsergebnissen zu den Projekten kein Hemmnis für die Verbreitung der Elektrofahrzeuge dar. Näherer Analyse bedarf dagegen die Thematik der Höchstgeschwindigkeit. Sollten auch künftig erhältliche Fahrzeugmodelle niedrigere Höchstgeschwindigkeiten aufweisen als konventionelle Fahrzeuge, so wäre zu untersuchen, inwieweit sich dies auf die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen durch Fuhrparkverantwortliche und Nutzer auswirkt.

8 Zuverlässigkeit, Funktionalität und Komfort

Zuverlässigkeit, Funktionalität und Komfort können durch sehr unterschiedliche Fahrzeugeigenschaften beeinflusst werden. Im folgenden Abschnitt werden die Aspekte der technischen Verlässlichkeit, der Servicezufriedenheit, der Transportkapazität und der Handhabbarkeit der Fahrzeuge thematisiert. Weiterhin werden im Zusammenhang mit dem Komfort die Fahrgeräusche, das Funktionieren von Klimaanlage und Heizung sowie das Raumangebot der Fahrzeuge behandelt.

8.1 Fuhrparkverantwortliche

Bei den Umfragen im Rahmen von **SaxMobility** wurde die Ausstattung der Fahrzeuge kaum als Grund angeführt, der gegen eine Anschaffung von Elektrofahrzeugen sprechen würde (n=4 von 56). Aus den Interviews mit den Fuhrparkverantwortlichen im Rahmen von **IKONE** geht hervor, dass das Fehlen der Klimaanlage als wenig problematisch angesehen wird. Die Zuladung und der verfügbare Platz der hier getesteten Elektrotransporter wird ebenso als ausreichend betrachtet. Im Rahmen von „**Kommunalfahrzeuge mit Hybridantrieb**“ wurde seitens des Fuhrparkverantwortlichen die schwache, elektrisch betriebene Hydraulik als Einschränkungen der Funktionalität des Fahrzeugs genannt. In diesem Projekt spielten Klimaanlage bzw. Heizung für den Fuhrparkverantwortlichen dahingehend eine Rolle, dass sie als Nebenverbraucher die elektrische Reichweite des Hybridfahrzeugs reduzieren. Insgesamt war die Anlaufphase, in der das Fahrzeug durch technische Schwierigkeiten oft ausfiel, in diesem Projekt sehr langwierig. In diesem Zusammenhang wurde als negativ erwähnt, dass die betriebseigene Werkstätte aufgrund mangelnder Kenntnisse der neuen Fahrzeugkomponenten die Reparaturen nicht selbst ausführen konnte.

8.2 Fahrzeugnutzer

Zu den Aspekten Komfort und Funktionalität liegen aus den Projekten „**Kommunalfahrzeuge mit Hybridantrieb**“, **IKONE** und **E-City-Logistik** Bewertungen seitens der Fahrzeugnutzer vor. Bei „**Kommunalfahrzeuge mit Hybridantrieb**“ monierten die Nutzer – genauso wie der Fuhrparkverantwortliche – das Problem, dass die, nun elektrisch betriebene, Hydraulik des Hebemechanismus für die Mülltonnen nicht leistungstark genug war und dadurch den Arbeitsprozess verlangsamte. Auch das Fehlen einer Klimaanlage wurde als Manko betrachtet. Auch bei **IKONE** wurde die fehlende Klimaanlage von den Nutzern als negativ wahrgenommen – anders als durch die Fuhrparkverantwortlichen. Im Hinblick auf den Komfort wurden die geringen Geräuschemissionen der Fahrzeuge durch die Nutzer positiv bewertet. Die Nutzerbefragung bei **E-City-Logistik** kam zu dem Ergebnis, dass die Instrumente im Fahrzeug-Cockpit

leicht handhabbar waren und der vorhandene Platz im Führerhaus als ausreichend empfunden wurde. Als problematisch für die Funktionalität wurde jedoch die geringere Größe des Laderaums betrachtet.

Die Ergebnisse der projektübergreifenden Nutzerbefragung zu Aspekten der Zuverlässigkeit und Funktionalität der Fahrzeuge sind in Abbildung 8-1 dargestellt. Im Hinblick auf die Zuverlässigkeit fällt die Bewertung mit 3,7 bis 4,0 tendenziell neutral aus, wobei sich zwischen T1 und T2 ein signifikanter Unterschied zeigt. Bei der Bewertung des Service weichen die Bewertungen der Befragten aus der T0-Stichprobe (4,0) signifikant von den Bewertungen der T1-Stichprobe (4,6) ab. Ebenso bewerten die Nutzer zu T1 (3,8) die Transportkapazität der Fahrzeuge signifikant besser als die Befragten zu T0 (3,3). Die Bewertung der Übersichtlichkeit der Instrumente ist mit 4,9 bis 5,1 dagegen konstant sehr positiv. Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Stichproben zeigen sich nicht.

Abbildung 8-1: Zuverlässigkeits- und Funktionalitätsaspekte der Elektrofahrzeuge: Wie gut wird das Elektrofahrzeug den Anforderungen im Alltag gerecht? (Antwortoptionen: 1 = gar nicht, 6 = völlig)

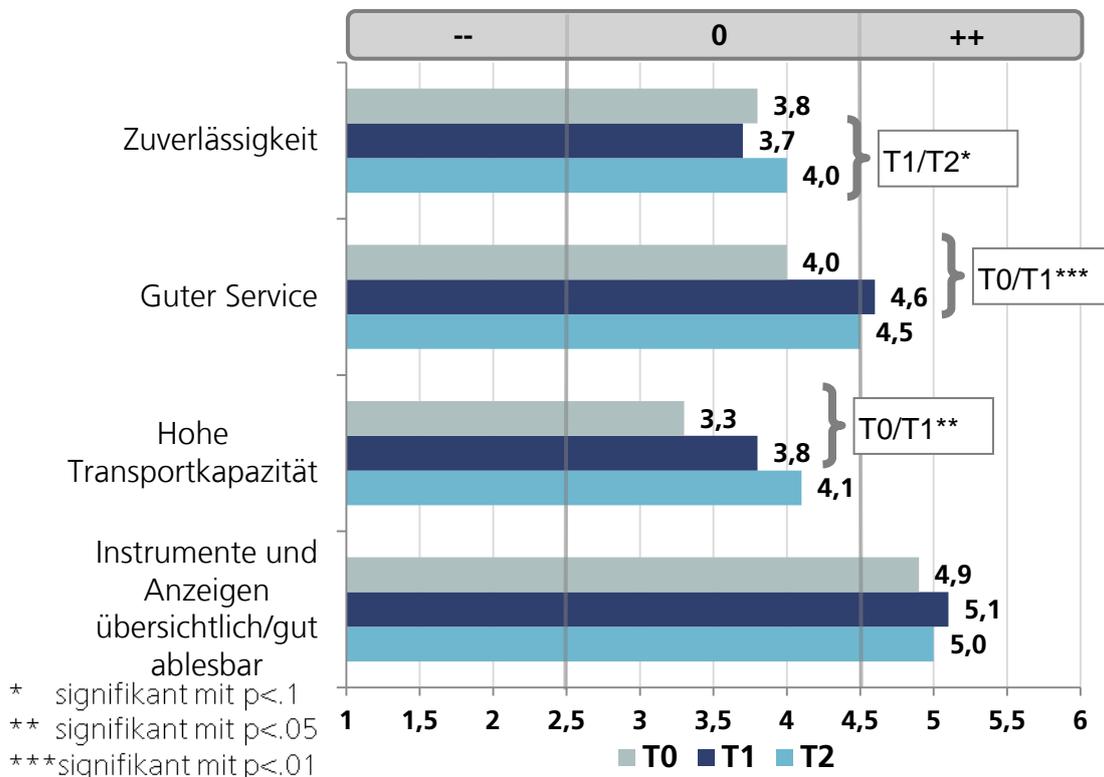
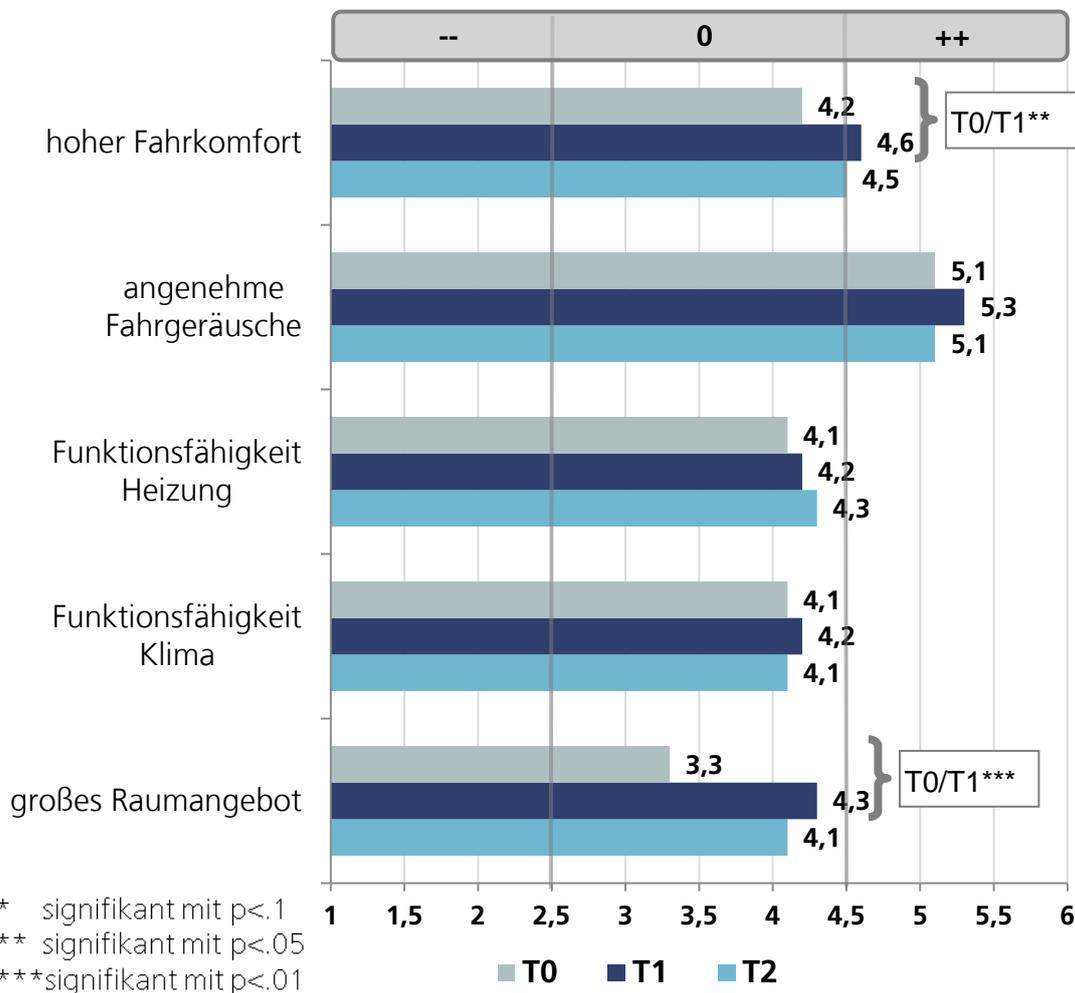


Abbildung 8-2 zeigt die Ergebnisse zu den Items der Befragung, die sich mit der Wahrnehmung von Komfortaspekten durch die Nutzer befassen. Die durchschnittliche Be-

wertung des Fahrkomforts durch die Befragten in der T1-Stichprobe (4,6) ist signifikant besser als die Erwartungen der Befragten der T0-Stichprobe (4,2). Die Fahrgeräusche werden mit 5,1 bis 5,3 durchweg sehr positiv bewertet. Die Bewertung der Funktionsfähigkeit von Heizung und Klimaanlage liegt konstant im oberen Viertel des neutralen Bewertungsbereichs. Das (erwartete) Raumangebot wird von Personen ohne Nutzungserfahrung signifikant schlechter bewertet (T0 3,3) als von Personen die bereits Erfahrungen mit Elektrofahrzeugen sammeln konnten (T1 4,3).

Abbildung 8-2: Komfortaspekte der Elektrofahrzeuge: Wie gut wird das Elektrofahrzeug den Anforderungen im Alltag gerecht? (Antwortoptionen: 1 = gar nicht, 6 = völlig)



Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Funktionsfähigkeit von Heizung und Klimaanlage für die Nutzer von höherer Bedeutung ist als für die Fuhrparkverantwortlichen. Tendenziell wird die Funktionsfähigkeit dieser beiden Aggregate jedoch auch als gegeben angesehen. Die Fahrgeräusche scheinen eher als Vorteil denn als Nachteil wahr-

genommen zu werden. Die Zuverlässigkeit scheint aus Nutzersicht ausbaufähig während es mit dem Service weniger Problem zu geben scheint. Das Raumangebot bzw. die Transportkapazität der Fahrzeuge sind aus Sicht der Nutzer verbesserungsfähig.

8.3 Weiterer Forschungsbedarf

Hinsichtlich der weiteren Forschung sollte das Augenmerk darauf gerichtet sein zu untersuchen, inwieweit ein Mangel an Kapazitäten zur technischen Wartung und Instandsetzung der Elektrofahrzeuge besteht und bis zu welchem Grad daraus Schwierigkeiten hinsichtlich der Akzeptanz der Fahrzeuge resultieren. Weiterführend könnte in diesem Zusammenhang auch untersucht werden, inwieweit Full-Service-Leasing-Angebote dazu beitragen können, die Akzeptanz für Elektrofahrzeuge zu erhöhen. Generell sollte in diesem Zusammenhang auch untersucht werden, ob und welche E-mobilitätsbezogenen Angebote von Seiten der etablierten Leasingfirmen bestehen und ggf. welche Hemmnisse diese Firmen davon abhalten, spezielle Angebote für Elektrofahrzeuge auf dem Markt anzubieten.

Hinsichtlich der Funktionalität der Elektrofahrzeuge sollte untersucht werden, inwieweit eine begrenzte Zuladung für Kurier-, Express- und Paket-Dienstleister (KEP-Dienstleister) oder weitere Branchen tatsächlich ein essenzielles Problem darstellt. Die berichteten Probleme mit der Zuladungskapazität der Fahrzeuge könnten auch damit zusammenhängen, dass während der ersten Phase der Modellregionen bei den Nutzfahrzeugen hauptsächlich Prototypen und umgerüstete Fahrzeuge zur Verfügung standen. Auch gegenwärtig gibt es im Bereich der größeren Transport- bzw. Nutzfahrzeuge nur Vorserienfahrzeuge. Daher wäre in diesem Zusammenhang auch noch zu untersuchen, inwieweit die begrenzte Modellpalette gegenwärtig dazu führt, dass Elektrofahrzeuge für manche Anwendungen generell nicht in Frage kommen, und welche Anwendungen dadurch betroffen sind.

Auch wenn die Funktionsfähigkeit von Klimaanlage und Heizung größtenteils gegeben zu sein scheint, ergibt sich hier im Zusammenhang mit der Reichweitenproblematik weiterer Forschungsbedarf (vgl. Kapitel 5.3). Hinsichtlich der Fahrgeräusche von Elektrofahrzeugen könnte in nachfolgenden Untersuchungen auch gezielt danach gefragt werden, inwieweit Fuhrparkverantwortliche und Nutzer den Einsatz von speziellen Geräuschgeneratoren befürworten.

Insgesamt ist es wichtig zu berücksichtigen, dass die hier betrachteten Aspekte stark fahrzeugspezifisch sind, d.h. je nach Modell sehr unterschiedlich beurteilt werden können.

9 Schulungserfordernisse und Sicherheit

Die Wahrnehmung der Sicherheit einer neuen Technologie sowie die Schulungserfordernisse, die mit deren Einführung einhergehen, können für deren Akzeptanz bei Nutzern und Entscheidungsträgern im gewerblichen Bereich Bedeutung haben. Die Ergebnisse aus den Modellregionen hinsichtlich dieser Aspekte werden daher in den folgenden Abschnitten behandelt.

9.1 Fuhrparkverantwortliche

Da Schulungen und Einweisungen, im Zuge der Einführung von Elektrofahrzeugen in einem Fuhrpark erforderlich werden können stellt der dadurch entstehende Mehraufwand für die Fuhrparkverantwortlichen u. U. ein Hemmnis dar. So wurde bspw. bei **Morema** ein hoher Aufwand zur Sicherstellung einer sachgerechten Einweisung in die Ladeprozedur moniert. Bei dem Projekt „**Kommunale Fahrzeuge mit Hybridantrieb**“ war eine betriebsinterne Wartung nicht möglich, da das Werkstattpersonal dafür erst entsprechend hätte geschult werden müssen.

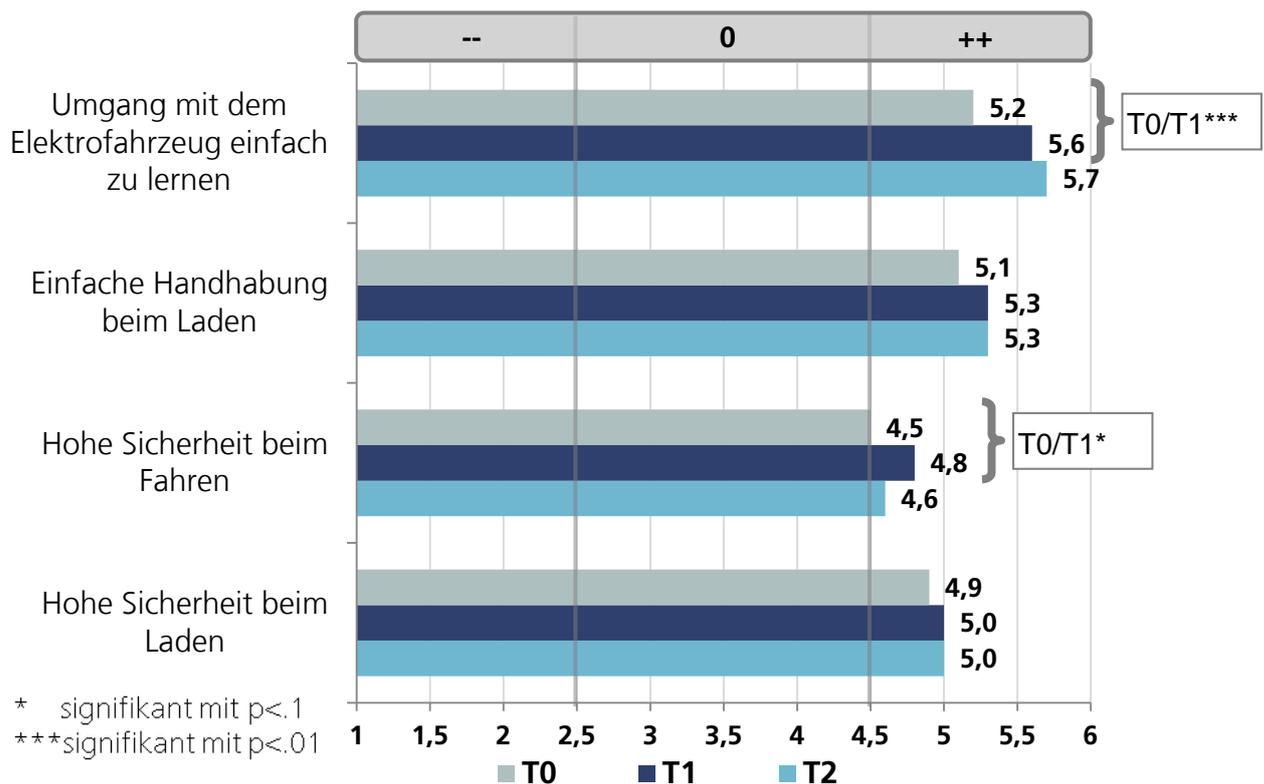
9.2 Fahrzeugnutzer

Ergebnisse von **Drive e-charged** und **HH=more** zeigen, dass die Durchführung des Ladevorgangs die Nutzer vor keine Probleme stellt. Aus den Ergebnissen von **HH=more** geht hervor, dass die Nutzer eher im Hinblick auf eine mögliche Beschädigung der Fahrzeuge und Ladekabel beim Laden im öffentlichen Raum durch Vandalismus und Raub ein Sicherheitsproblem sehen. Die geringen Geräuschemissionen werden im Hinblick auf den Sicherheitsaspekt von den Nutzern bei **IKONE** kritisch bewertet, da hierdurch eine erhöhte Aufmerksamkeit beim Fahren erforderlich ist, um Fußgänger und Radfahrer nicht zu gefährden. Auch die Einhaltung der Geschwindigkeitsbegrenzungen ohne den intuitiven Anhaltspunkt des Fahrgeräuschs wurde als Problem genannt. Die Nutzer von **E-City-Logisitk** sahen dagegen i.d.R. keine Probleme hinsichtlich einer Gefährdung von Fußgängern und Fahrradfahrern durch die geringen Lärmemissionen. Auch anfänglich geäußerte Befürchtungen hinsichtlich möglicher Gefahren durch Stromschläge zerstreuten sich nach erfolgter Nutzung.

Hinsichtlich eventueller Schulungserfordernisse ist zunächst festzuhalten, dass die Aussage „Der Umgang mit dem Elektrofahrzeug wird/war einfach zu lernen (sein).“ über alle drei Befragungen hinweg mit 5,2 bis 5,7 sehr hohe Zustimmung erhält (vgl. Abbildung 9-1). Zwischen Personen ohne Nutzungserfahrung (T0) und Personen, die das Elektrofahrzeug bereits ausprobieren konnten (T1), zeigen sich signifikante Unterschiede. Auch bei der Durchführung des Ladevorgang scheint es für die Nutzer keine

Probleme zu geben (T0: 5,1; T1/T2: 5,3). Die wahrgenommene Sicherheit des Fahrens mit dem Elektrofahrzeug liegt mit Bewertungen von 4,5 bis 4,8 auch im positiven Bereich des Beurteilungsspielraums der Befragten, genauso wie die wahrgenommene Sicherheit des Ladevorgangs (T0: 4,9; T1/T2: 5,0).

Abbildung 9-1: Schulungserfordernisse und Sicherheit: Wie gut wird das Elektrofahrzeug den Anforderungen im Alltag gerecht? (Antwortoptionen: 1 = gar nicht, 6 = völlig) ¹⁷



9.3 Weiterer Forschungsbedarf

Da hauptsächlich im Bereich der Wartung und Instandsetzung der Elektrofahrzeuge ein Schulungsproblem zu geben scheint sollten sich zukünftige Untersuchungen verstärkt mit dieser Thematik auseinandersetzen. Eine mögliche Fragestellung könnte dabei sein, in welchen Arten von gewerblichen Fuhrparks häufig eigene Wartungskapazitäten vorgehalten werden und in welcher Form hier Qualifizierungsmaßnahmen für das tech-

¹⁷ Abweichende einleitende Fragestellung bei „Umgang mit dem Elektrofahrzeug einfach zu lernen“: Wie bewerten Sie das Elektrofahrzeug nach Ihren bisherigen Erfahrungen? (Antwortoptionen: 1 = trifft überhaupt nicht zu, 6 = trifft voll und ganz zu)

nische Personal erfolgen können. In diesem Zusammenhang sei auch auf die in Kapitel 8.3 identifizierten Forschungsfragen verwiesen.

10 Imagegewinn

Der Imagegewinn wird oftmals als ein wichtiges Argument für die Beschaffung von Elektrofahrzeugen durch gewerbliche Fuhrparks betrachtet. Fragen rund um das Image von Elektrofahrzeugen und der Bedeutung des Imagegewinns waren daher auch im Rahmen der Modellregionen sehr wichtig.

10.1 Fuhrparkverantwortliche

Imagegewinn ist ein häufig genannter Treiber für die Adoption von Elektrofahrzeugen in gewerblichen Flotten. So gehen über 60% (n=19) der befragten Fuhrparkverantwortlichen bei **E-Mobility Berlin** davon aus¹⁸, dass der Einsatz von elektrischen Pkw zu einem Imagegewinn für das Unternehmen führt. Wenn sich die befragten Fuhrparkverantwortlichen einen Imagegewinn von der Einführung von Elektrofahrzeugen versprochen, so waren sie auch eher zu einem Aufschlag bei den Total Cost of Ownership bereit.¹⁹ Auch bei **CologneE-Mobil** wird von einem wichtigen Einfluss des Images von Elektrofahrzeugen auf die Kaufentscheidung von gewerblichen Fuhrparkverantwortliche berichtet. Die erhöhte Zahlungsbereitschaft für Elektrofahrzeuge von Werbeagenturen und Architekturbüros sehen die Autoren auch durch den Imagegewinn durch die Elektrofahrzeuge begründet.²⁰ Bei **Morema** und **IKONE** nennen die interviewten Fuhrparkverantwortlichen den Imagegewinn als wichtigen Faktor für die Entscheidung zu Gunsten der Beschaffung von Elektrofahrzeugen. Darüber hinaus berichten viele der Befragten von positiven Reaktionen seitens der Öffentlichkeit auf die Elektrofahrzeuge (**Morema, Zukunft erFahren, AGBnova, E-City-Logistik**).

Es lässt sich also festhalten, dass die bisherigen Ergebnisse darauf hindeuten, dass ein Imagegewinn durch die Elektrofahrzeuge ein wichtiger Grund dafür zu sein scheint, dass Organisationen sich in dieser frühen Marktphase dazu entschließen, Elektrofahrzeuge zu beschaffen.

¹⁸ Dieser Anteil der befragten Unternehmensverantwortlichen stimmt der Aussage, dass ein Einsatz von E-Pkw im Unternehmen zu einem Imagegewinn für das Unternehmen führt „voll und ganz“ oder „eher“ zu.

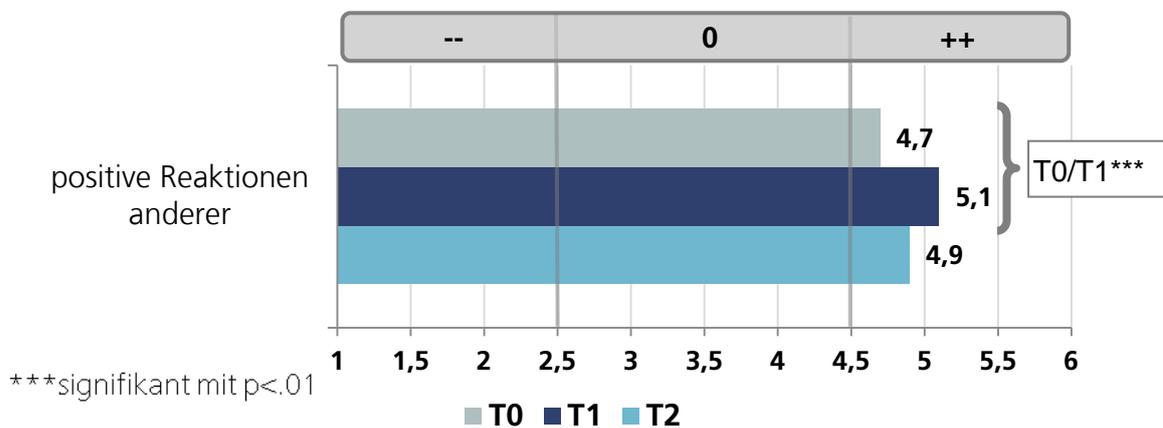
¹⁹ Wie in Kapitel 3.2 ausgeführt ist nicht davon auszugehen, dass es sich dabei um einen statistisch abgesicherten Zusammenhang handelt.

²⁰ Auch hier ist Datenbasis für diese Folgerung bzw. die statistische Absicherung der Aussage unklar.

10.2 Fahrzeugnutzer

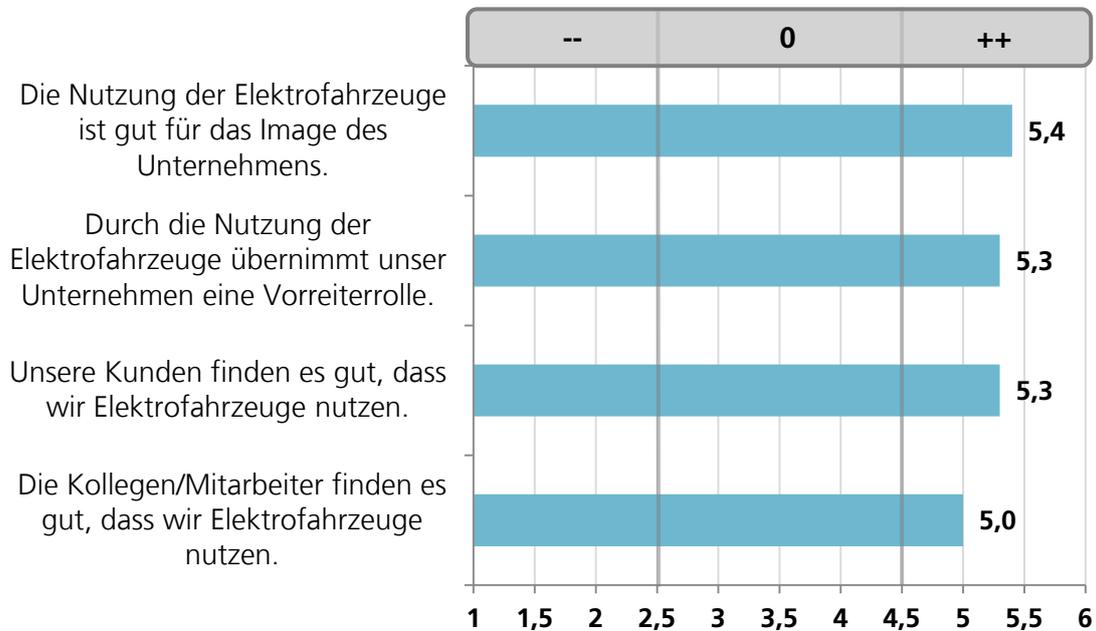
Aus den einzelnen Projekten liegen keine Ergebnisse zu der Nutzerbewertung des Imagegewinns für Organisationen durch den Einsatz von Elektrofahrzeugen vor. Die projektübergreifende Befragung enthielt jedoch eine entsprechende Frage, deren Ergebnisse die folgende Abbildung zeigt. Alle Bewertungen in Abbildung 10-1 liegen deutlich im positiven Bereich (4,7 bis 5,1). Das zeigt, dass die von den Nutzern erwarteten und erlebten Reaktionen anderer Personen auf die Elektrofahrzeuge sehr positiv ausfielen. Die Befragten der T1-Stichprobe kommen dabei zu signifikant besseren Bewertungen als die Befragten der T0-Stichprobe.

Abbildung 10-1: Positive Reaktionen anderer auf die Elektrofahrzeuge: Wie gut wird das Elektrofahrzeug den Anforderungen im Alltag gerecht? (Antwortoptionen: 1 = gar nicht, 6 = völlig)



Aus Abbildung 10-2 geht hervor, dass die Nutzer der Fahrzeuge sowohl von einer positiven Wirkung der Elektrofahrzeuge für das Image des Unternehmens ausgehen (5,4) als auch, dass sie ihr Unternehmen durch den Fahrzeugeinsatz in einer Vorreiterrolle sehen (5,3). Ähnlich zu den Ergebnissen aus Abbildung 10-1 wird auch die Reaktion von Dritten als positiv wahrgenommen. Dies gilt sowohl für die Kunden (5,3) des Unternehmens als auch für die Kollegen und Mitarbeiter (5,0).

Abbildung 10-2: Wirkung der Elektrofahrzeugnutzung auf die Wahrnehmung des Unternehmens durch verschiedene Bezugsgruppen (T1): Wie kommt die Nutzung des Elektrofahrzeugs aus Ihrer Sicht bei anderen an? (Antwortoptionen: 1 = trifft überhaupt nicht zu, 6 = trifft voll und ganz zu)



Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Elektrofahrzeuge in der Wahrnehmung der Nutzer zu sehr positiven Reaktionen führen und als sehr vorteilhaft für das Image des Unternehmens gesehen werden.

10.3 Weiterer Forschungsbedarf

Hinsichtlich der Rolle der Imagewirkung von Elektrofahrzeugen bestehen weitere Fragen, die einer näheren Untersuchung bedürfen.

- In welchen Bereichen des Wirtschaftsverkehrs kommt der Imagewirkung von Elektrofahrzeugen eine besondere Bedeutung zu? Welche Effekte auf eine Diffusion von Elektrofahrzeugen sind zu erwarten?
- Inwieweit kann der Imagegewinn dazu beitragen, Hemmnisse an anderer Stelle (bspw. den hohen Anschaffungspreis) zu überwinden?

Eine wichtige Frage im Zusammenhang mit der Imagewirkung besteht darin zu klären, ob Unternehmen, die Elektrofahrzeuge zur Imagepflege beschaffen bereit sind, größere Teile Ihres Fuhrparks auf Elektrofahrzeuge umzustellen oder inwieweit die Beschaffung von Elektrofahrzeugen lediglich eine PR-Maßnahme darstellt.

11 Anreize

Die vorangegangenen Kapitel haben gezeigt, dass aktuelle Elektrofahrzeuge in vielen Punkten konventionellen Fahrzeugen technisch und wirtschaftlich unterlegen sind. Daher behandeln die nachfolgenden Abschnitte basierend auf den vorliegenden Arbeiten die Frage, welche Anreize dabei helfen können, die (momentanen) Nachteile von Elektrofahrzeugen für die Käufer zu kompensieren.

11.1 Fuhrparkverantwortliche

Die befragten Fuhrparkverantwortlichen bei **E-Mobility Berlin** und **SaxMobility** betrachten finanzielle Unterstützung als die attraktivste Anreizform. Die Befragten in Berlin messen Privilegien im Verkehr, wie bspw. der Freigabe von Busspuren, eine geringe Anreizwirkung bei. Auch verbindliche Vorgaben zu dem CO₂-Ausstoß von gewerblichen Fahrzeugflotten betrachteten die befragten Fuhrparkverantwortlichen als ein unattraktives Anreizinstrument. Die befragten Fuhrparkverantwortlichen im Projekt **E-City-Logistik** bewerteten die Freigabe von Busspuren für Elektroautos dagegen als vielversprechendes Anreizinstrument für den KEP-Bereich.

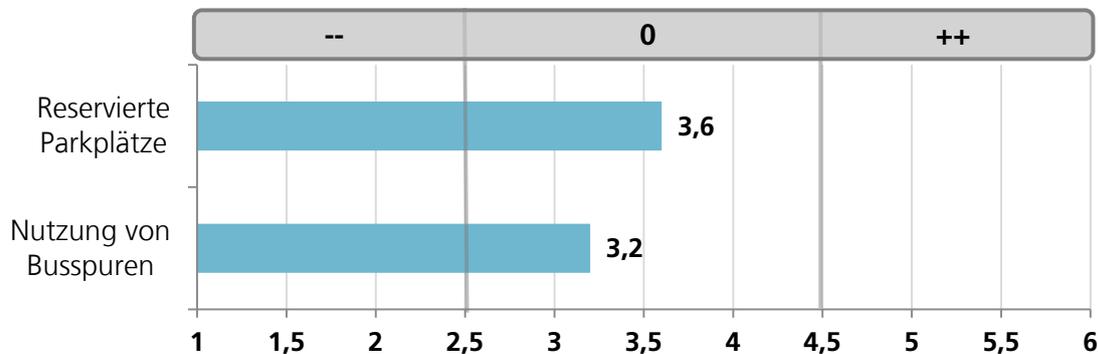
Zusammenfassend kann man festhalten, dass aus Sicht der Fuhrparkverantwortlichen nicht-monetäre Anreize wie Busspurnutzung offenbar ein eher geringes Potential zur Förderung von Elektrofahrzeugen zugeschrieben wird. Eine besondere Anreizwirkung scheint von solchen Privilegien eher in speziellen Bereichen auszugehen, die auf Grund ihres Aufgabenbereichs in besonderer Weise von solchen Anreizen profitieren können (bspw. KEP-Dienstleister in Großstädten).

11.2 Fahrzeugnutzer

Im Projekt **E-City-Logistik** sehen auch die Nutzer in der Freigabe von Busspuren für Elektrofahrzeuge und erweiterten Anlieferungszeiten in Fußgängerzonen für Elektrofahrzeuge einen Mehrwert, der zur Verbreitung von Elektrofahrzeugen im KEP-Bereich beitragen könnte.

Abbildung 11-1 gibt die Angaben der Befragten aus T1 wieder, wie attraktiv verschiedene nicht-monetäre Anreize für die Befragten bei einer Anschaffung eines Elektrofahrzeugs wären. Die Bereitschaft der Nutzer, für derartige Anreize auch einen Aufpreis zu akzeptieren, fällt mit 3,6 („reservierte Parkplätze“) und 3,2 („Nutzung von Busspuren“) jedoch eher gering aus.

Abbildung 11-1: Bewertung nicht-monetärer Anreize (T1): Wären Sie bereit für ein Elektrofahrzeug mehr zu zahlen, wenn Sie durch die Nutzung des Elektrofahrzeugs folgende Vorteile hätten? (Antwortoptionen von 1 „Trifft überhaupt nicht zu“ bis 6 „Trifft voll und ganz zu“)



11.3 Weiterer Forschungsbedarf

Erste Befunde zu wirksamen Anreizen weisen darauf hin, dass monetäre Anreize präferiert werden. Es sind in diesem Zusammenhang jedoch noch verschiedene Fragen zu klären:

- Inwieweit sind monetäre Anreize notwendig um eine Diffusion von Elektrofahrzeugen zu fördern? In welcher Form sind monetäre Anreize am wirksamsten und zielführendsten? Wie hoch müssten solche Anreize sein, damit sie einerseits die Verbreitung von Elektrofahrzeugen befördern und andererseits nicht zu einer Überförderung mit entsprechenden wirtschaftlichen Fehlentwicklungen führen? Hierzu sind auch genauere Untersuchungen der Zahlungsbereitschaft für Elektrofahrzeuge notwendig, wie dies in Kapitel 4.3 beschrieben wurde.
- Hinsichtlich der nicht-Monetären Anreize wäre zu untersuchen, für welche gewerblichen Anwendungen Privilegien wie die Nutzung von Busspuren, erweiterte Anlieferungszeiten in Fußgängerzonen oder reservierte Parkplätze einen wirklichen Mehrwert bieten. Wie groß ist der Anteil der Fahrzeuge, für die solche Anreize von Relevanz sind? Auf dieser Grundlage könnte dann besser beurteilt werden, wie groß die Belastungen sind, die aus solchen Privilegien für Elektrofahrzeuge für die anderen Verkehrsteilnehmer (Busse und Taxen bei der Buspurnutzung) bzw. sonstigen Betroffenen (Anwohner und Fußgänger bei erweiterten Zufahrtsrechten) entstehen.

12 Zusammenfassung und Ausblick

Ziel des vorliegenden Papers ist es, den Forschungsstand, der im Programm Modellregionen für Elektromobilität im Bereich Akzeptanz von Elektrofahrzeugen bei gewerblicher Nutzung bisher erzielt wurde, umfassend abzubilden sowie Forschungslücken zu identifizieren. Dazu wurden in den Kapiteln 4 bis 11 die Themenbereiche Kosten und Zahlungsbereitschaft, Reichweite, Ladeinfrastruktur, Beschleunigung und Geschwindigkeit, Zuverlässigkeit, Funktionalität und Komfort, Schulungserfordernisse und Sicherheit, Imagegewinn und Anreize für Elektroautos betrachtet.

Bei den Themenbereichen Zuverlässigkeit, Funktionalität und Komfort, Beschleunigung und Höchstgeschwindigkeit sowie etwaigen Schulungserfordernissen und Sicherheitsaspekten besteht nur noch eingeschränkt Forschungsbedarf. Es lässt sich festhalten, dass hier keine grundsätzlichen Hemmnisse bestehen. Die Zuverlässigkeit der Fahrzeuge stellt kein grundsätzliches Problem dar, vielmehr scheint es z.T. Probleme mit dem Service zu geben. In diesem Zusammenhang scheint auch die Notwendigkeit zu Schulungen bei Werkstatt- und Servicepersonal am dringlichsten zu sein. Die Funktionalität von Elektrofahrzeugen scheint, wenn überhaupt, nur in speziellen Bereichen mit besonderen Anforderungen (KEP-Dienstleister, andere Nutzfahrzeuge) ein mögliches Problem darzustellen. Für diese Themenbereiche sind daher stärker ausdifferenzierte Untersuchungen notwendig, um mehr über relevante Hemmnisse und Treiber für die Verbreitung von Elektrofahrzeugen in Erfahrung zu bringen. Hinsichtlich Komfort und Sicherheit, sowie den technischen Eigenschaften der Elektrofahrzeuge bei Beschleunigung und Höchstgeschwindigkeit besteht ebenso kaum weiterer Forschungsbedarf. Sofern Aggregate wie Klimaanlage und Heizung vorhanden sind, scheinen diese gut zu funktionieren und stellen somit unter Komfortgesichtspunkten kein direktes Hemmnis dar. Ein Hemmnis kann jedoch daraus entstehen, dass Heizung und Klimaanlage nicht eingesetzt werden können da sich die Reichweite dadurch zu stark reduzieren würde. Sicherheitsbedenken hinsichtlich der neuen Technik gibt es kaum. Allenfalls der Umgang mit den geringen Geräuschemissionen stellt unter Sicherheitsgesichtspunkten ein Thema dar, das noch eingehender untersucht werden könnte. Die Höchstgeschwindigkeit wird in der Regel als ausreichend betrachtet und die guten Beschleunigungswerte stellen einen Pluspunkt der Elektrofahrzeuge dar. Weiterer Forschungsbedarf besteht in dieser Hinsicht kaum.

Ferner hat sich gezeigt, dass der Imagegewinn durch Elektrofahrzeuge ein wesentlicher Treiber für deren Beschaffung im gewerblichen Bereich ist. Unklar bleibt jedoch, inwieweit dadurch Hemmnisse an anderer Stelle aufgewogen werden und wodurch sich Organisationen auszeichnen, für die der Imagegewinn eine stärkere Motivations-

quelle bildet als bei anderen Organisationen und inwieweit durch den Imagegewinn höhere Gesamtkosten aufgewogen werden können.

Insgesamt stellt die Zahlungsbereitschaft für Elektrofahrzeuge und, damit zusammenhängend, die Frage nach der Notwendigkeit von Anreizsystemen und deren Ausgestaltung einen thematischen Schwerpunkt dar, zu dem noch weiterer Forschungsbedarf besteht. Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass der hohe Anschaffungspreis ein wesentliches Hemmnis für die Verbreitung von Elektrofahrzeugen darstellt. Die niedrigeren laufenden Kosten können diesen Nachteil in der Wahrnehmung der Fuhrparkverantwortlichen nicht aufwiegen. Eine wesentliche Herausforderung für weitere Untersuchungen besteht darin, die Zahlungs- bzw. Aufpreisbereitschaft für Elektrofahrzeuge valide zu messen, um einschätzen zu können, wie weit die Elektrofahrzeuge aus Sicht der Fuhrparkverantwortlichen noch von der Schwelle zur Wirtschaftlichkeit entfernt sind. In diesem Zusammenhang wäre ferner zu untersuchen, welche Kriterien Fuhrparkverantwortliche und Nutzer bei ihren Aussagen zur Wirtschaftlichkeit heranziehen, und inwieweit es sich dabei überhaupt um eine TCO-Betrachtung handelt, so wie dies bei Potentialberechnungen oft unterstellt wird.

Die beschränkte Reichweite und die eingeschränkte Möglichkeit zur Wiederaufladung (durch lange Ladedauer und mangelnde Lademöglichkeiten) setzen der Einsetzbarkeit von Elektrofahrzeugen in der Wahrnehmung von Fuhrparkverantwortlichen und Nutzern Grenzen und stellen dadurch ein relevantes Hemmnis dar. Hier sollte genauer untersucht werden, inwieweit eine umfangreiche öffentliche Ladeinfrastruktur die Einsatzmöglichkeiten von Elektrofahrzeugen im gewerblichen Verkehr tatsächlich erhöhen würde. Ferner wäre zu untersuchen, wie hoch der Aufwand für eine Organisation zur Errichtung eigener Lademöglichkeiten ist, und welche Fuhrparks hier vor besonderen Problemen stehen. Bei den Untersuchungen zu diesen Fragen sollte auch berücksichtigt werden, inwieweit eine Schnellladefähigkeit der Fahrzeuge und der Ladeinfrastruktur sich positiv auswirken kann. Ebenfalls zentral ist die Frage, inwieweit eine kombinierte Poolnutzung praktikabel umgesetzt werden kann und inwiefern sich dadurch die Reichweitenbeschränkung von Elektrofahrzeugen kompensieren lässt.

Die Nutzer von Dienstwagen sollten in zukünftigen Untersuchungen stärker berücksichtigt werden. Bei diesem Nutzungsszenario werden die Fahrzeuge zwar durch die Organisation beschafft, können jedoch vom Nutzer auch zu privaten Zwecken genutzt werden. Die laufenden Kosten können z.T. auch von der Organisation übernommen werden. Ebenso gibt es aber Modelle, bei denen der Nutzer die laufenden Kosten trägt. Bisher war die Besteuerung so geregelt, dass Elektroautos, aufgrund ihres hohen Kaufpreises, hohe Abgaben für den Nutzer nach sich ziehen. Das Steuerrecht wurde in diesem Punkt jüngst überarbeitet, um die Benachteiligung von Elektrofahrzeugen zu

beseitigen.²¹ Hier wäre zu untersuchen, inwieweit sich die geänderte Rechtslage positiv auf die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen als Dienstwagen auswirkt. Auch weitere relevante Forschungsfragen im Zusammenhang mit den Kosten von Elektrofahrzeugen für Dienstwagennutzer sind denkbar. So ist es z.T. eine gängige Praxis, dass Arbeitnehmern, denen ein Dienstwagen zusteht, ein gewisser Kostenrahmen eingeräumt wird, in dem sich der Anschaffungspreis des Fahrzeugs bewegen darf. Sofern die laufenden Kosten durch den Arbeitnehmer getragen werden wäre zu untersuchen, inwieweit seitens der Nutzer eine Bereitschaft dazu besteht, ein teureres Elektrofahrzeug aus einem kleineren Fahrzeugsegment zu akzeptieren (bspw. Kompaktklasse statt Mittelklasse), um bspw. in den Genuss der geringeren laufenden Kosten zu kommen oder um ein umweltfreundliches Auto fahren zu können. Hier können sich auch weitere relevante Forschungsfragen anschließen, die wiederum die organisationale Ebene betreffen; bspw. inwieweit Organisationen es ermöglichen oder gar fördern, dass ihre Arbeitnehmer Elektrofahrzeuge als Dienstwagen wählen und inwiefern hier eine Bereitschaft dazu besteht, bestehende Regeln und Routinen anzupassen. Im Hinblick auf anderweitige Treiber und Hemmnisse (Reichweite, Image etc.) dürften die Ergebnisse zu privaten Nutzern von Elektrofahrzeugen auch für Dienstwagennutzer Gültigkeit haben, doch auch diese Annahme bedarf einer Überprüfung.

Einen weiteren Bereich, zu dem bisher nur wenige Befunde vorliegen, sind Fahrzeuge mit Hybridantrieben, d.h. Fahrzeuge die über eine Mischform eines elektrischen und eines konventionellen Antriebs verfügen. Die Angebotspalette reicht dabei von Fahrzeugen wie dem Toyota Prius mit relativ geringen elektrischen Fahranteilen bis zum Opel Ampera, der zu keinem Zeitpunkt rein mechanisch angetrieben fährt und während der Fahrt die Batterie über einen benzinbetriebenen Range-Extender nachladen kann. Diese Fahrzeuge können viele der Hauptnachteile der Elektrofahrzeuge (Reichweite, Ladedauer) aufheben. Bisher liegt aber noch kaum Forschung vor, welche Einsatzbereiche für diese sinnvoll wären bzw. welche Akzeptanzhemmnisse möglicherweise bestehen.

Übergreifend lässt sich festhalten, dass zukünftige Untersuchungen der Heterogenität von gewerblichen Fuhrparks stärker Rechnung tragen sollten. Hierbei ist zunächst zu klären, wie diese Heterogenität sinnvoll abgebildet werden kann, ob beispielsweise eine Untersuchung entlang von Branchen oder Wirtschaftszweigen sinnvoll und praktikabel wäre. Ein anderer Ansatzpunkt wäre eine Strukturierung nach Mobilitätsmustern,

²¹ Bisher mussten Dienstwagennutzer, die kein Fahrtenbuch führen, monatlich 1% des Listenpreises des Dienstwagen als geldwerten Vorteil versteuern. Die neue Gesetzeslage sieht vor, pro kW/h Batteriekapazität den Listenpreis des Fahrzeuges, der der Besteuerung zugrunde liegt, zu reduzieren.

dem Zweck oder dem organisatorischen Aufbau der Fuhrparks. Darüberhinaus sind auch Unterschiede hinsichtlich der Entscheidungsprozesse bei der Fahrzeugbeschaffung und der E-Mobilitätseignung zwischen den einzelnen Fuhrparks relevant, um gezielt die Ansatzpunkte zu identifizieren, die eine Verbreitung von Elektrofahrzeugen fördern können.

Abschließend lässt sich festhalten, dass im Rahmen der Modellregionen-Projekte des Konjunkturpakets II zahlreiche Untersuchungen durchgeführt wurden und ein beachtlicher Wissensfortschritt erreicht wurde. Dazu zählt allem voran, dass die Bedeutung von gewerblichen Fuhrparks für die Verbreitung von Elektrofahrzeugen erkannt wurde. Zu Fragen der Akzeptanz für Elektrofahrzeuge bei Entscheidern und Nutzern im gewerblichen Bereich wurde ein substantieller Erkenntnisfortschritt erzielt. Aufbauend auf diesem Erkenntnisfortschritt ist es nun möglich, die Bereiche, in denen noch weiterer Forschungsbedarf besteht zu identifizieren und noch zu beantwortende Fragen konkret zu benennen. Durch die Beantwortung der verbleibenden Fragen wird es möglich sein, die Bereiche des Gewerbeverkehrs zu identifizieren, in denen Elektrofahrzeuge eine breitere Verbreitung finden können und für diese Anwendungsbereiche zielgerichtete und effiziente Förderkonzepte zu entwickeln.

13 Literaturverzeichnis

Dudenhöffer, F.; Leisten, R. (2011): Schlussbericht der Universität Duisburg-Essen zum Forschungsvorhaben CognE-mobil. Simulation und Begleitforschung. Modellregion Elektromobilität Rhein-Ruhr, Universität Duisburg-Essen.

Ehrler, V.; Hebes, P. (2012): Electromobility for City Logistics–The Solution to Urban Transport Collapse? An Analysis Beyond Theory. In: *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 48, S. 786–795. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812027929>.

Eyser, W. vom (2011): Schlussbericht Modellregion Elektromobilität München - Drive eCharged. BMW Group; Siemens; Stadtwerke München. München.

FOCUS Online (2011): Städtische Mobilität: Die Busspur bleibt für E-Autos tabu. Online verfügbar unter http://www.focus.de/auto/news/staedtische-mobiltaet-die-busspur-bleibt-fuer-e-autos-tabu_aid_687627.html, zuletzt geprüft am 05.04.2013.

FOCUS Online (2013): Elektroauto als Dienstwagen - Steuernachteil abgeschafft. Online verfügbar unter http://www.focus.de/auto/news/elektroauto-als-dienstwagen-steuernachteil-abgeschafft_aid_1007107.html, zuletzt geprüft am 09.07.2013.

Globisch, J.; Schneider, U.; Dütschke, E. (2013): Acceptance of electric vehicles by commercial users in the electric mobility pilot regions in Germany. In: *eceee Summer Study proceedings*. eceee. Stockholm (12), S. 973–983.

Grünweg, T. (2007): Mitsubishi i. Der bessere Smart. In: *Spiegel Online Auto*, 2007. Online verfügbar unter <http://www.spiegel.de/auto/fahrberichte/mitsubishi-i-der-bessere-smart-a-492297.html>, zuletzt geprüft am 28.03.2013.

Hacker, F.; Harthan, R.; Hermann, H.; Kasten, P.; Loreck, C.; Seebach, D.; Timpe C.; Zimmer, W. (2011): Betrachtung der Umweltentlastungspotenziale durch den verstärkten Einsatz von kleinen, batterieelektrischen Fahrzeugen im Rahmen des Projekts "E-Mobility". Öko-Institut e.V. Berlin. Online verfügbar unter <http://www.oeko.de/oekodoc/1344/2011-007-de.pdf>, zuletzt geprüft am 09.07.2013.

Kölling, M. (2007): Mitsubishi „i“. Der smartere Smart. In: *online Focus*, 2007 (19. November). Online verfügbar unter http://www.focus.de/auto/fahrberichte/tid-8013/mitsubishi-i_aid_139437.html, zuletzt geprüft am 28.03.2013.

Krüger, R. (2011): cognE-mobil: Demonstration und Flottentest von Ford Elektrofahrzeugen. Schlussbericht. Ford-Werke GmbH. Online verfügbar unter <https://getinfo.de/app/download?id=TIBKAT%3a697290298&cluster=tib&tib=zbwkat&tib=blcp&tib=dkf&tib=sudoc&tib=tema&tib=zbmkm&tib=ceaba&tib=rdat&tib=tibkat&tib=citeseerx&tib=blse&tib=iud&tib=zbmql&tib=kmoav&tib=zmat&tib=frpu&tib=etde&tib=temaext&tib=insp&tib=prob&tib=epo&page=>, zuletzt geprüft am 09.07.2013.

Lenz, B. (2011): Begleitforschung in der Modellregion Berlin-Potsdam E-City-Logistik. Hg. v. Modellregion Elektromobilität Berlin/Postdam. Berlin. Online verfügbar unter http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.now-gmbh.de%2Fde%2Fmediathek.html%3Ftx_gogallery_pi1%255Bsearch%255D%255BfirstItem%255D%3D376%26tx_gogallery_pi1%255Bdl%255D%3D376%26cHash%3D2284daa36eeae9698ba5d6bf7f52e94d&ei=ETOiUOjElpHHswait4GoCw&usg=AFQjCNFOxJM_sdCN0qVLHKT_vRQmkAEc4A&cad=rja, zuletzt geprüft am 09.07.2013.

Modellregion Elektromobilität Stuttgart (2011): Elektromobilität vernetzt nachhaltig. Erfahrungen mit Elektromobilität in einer Mittelstadt der BMVBS Modellregion Stuttgart. Universität Stuttgart; Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT. Stuttgart.

Modellregion Elektromobilität Sachsen (2010): Flottenbetrieb mit Elektrofahrzeugen und Flottenmanagement unter dem Aspekt der Elektromobilität in der Modellregion Sachsen“. Ergebnisse der Befragung sächsischer Flottenbetreiber. Modellregion Elektromobilität Sachsen. Online verfügbar unter http://sax-mobility.de/wp-content/uploads/2010/11/Marktanalyse_KEMA_KURZFASSUNG.pdf, zuletzt geprüft am 09.07.2013.

Modellregion Elektromobilität Sachsen (2011): Flottenbetrieb mit Elektrofahrzeugen und Flottenmanagement unter dem Aspekt der Elektromobilität in der Modellregion Sachsen. Zusammenfassung der Ergebnisse der zweiten Befragung sächsischer Flottenbetreiber. Modellregion Elektromobilität Sachsen. Online verfügbar unter http://sax-mobility.de/wp-content/uploads/2011/06/2011_06_06_Marktanalyse-II_kurz.pdf, zuletzt geprüft am 09.07.2013.

Nesbitt, Kevin; Sperling, Daniel (1998): Myths regarding alternative fuel vehicle demand by light-duty vehicle fleets. In: *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 3 (4), S. 259–269.

Modellregion Elektromobilität Hamburg (2009-2011): Schlussbericht hh=more. Hamburger Verkehrsverbund GmbH. Online verfügbar unter <http://epub.sub.uni-hamburg.de/epub/volltexte/2012/14204/pdf/schlussbericht.pdf>, zuletzt geprüft am 09.07.2013.

Nesbitt, Kevin; Sperling, Daniel (2001): Fleet Purchase Behavior: Decision Processes and Implications for New Vehicle Technologies and Fuels. In: *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* (9), S. 297–318.

Pohl, A.; Wunnerlich, C.; Kesser, A.; Mast, P.; Rothfuss, F. (2011): Abschlussbericht Verbundprojekt IKONE. Integriertes Konzept für eine nachhaltige Elektromobilität. Modellregion Elektromobilität Region Stuttgart.

Reichardt, K.; Schneider, U.; Dütschke, E.; Paetz, A.-G. (2012): Elektromobil auf zwei Rädern. Erfahrungen aus den Modellregionen. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). NOW GmbH; Fraunhofer ISI; Karlsruher Institut für Technologie. Berlin; Karlsruhe.

Schäfer, P. K.; Schmidt, K. (2011): Sozialwissenschaftliche Begleitforschung zur Elektromobilität in der Modellregion Rhein-Main. Hg. v. Modellregion Elektromobilität Rhein-Main. Fachhochschule Frankfurt am Main. Online verfügbar unter http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCYQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.now-gmbh.de%2Fde%2Fmediathek.html%3Ftx_gogallery_pi1%255Bpage%255D%3D2%26tx_gogallery_pi1%255Bdl%255D%3D902%26cHash%3Da67e517b12f1aa1f31ed980c9ebc87c6&ei=AyWiUNvvGcz5sgaDvIGYDA&usg=AFQjCNGbJF_eanjsJskJnfquV3URTeoyg, zuletzt geprüft am 09.07.2013.

Zischler, F. (2011): Potentialanalyse Elektromobilität für Gemeinden in Baden-Württemberg. Diplomarbeit. KIT, Karlsruhe. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI).

Erläuterungen zum Projekt und Danksagung

Der vorliegende Bericht basiert auf der Zusammenarbeit in der früheren „Plattform Sozialwissenschaften“ sowie ihrer aktuellen Fortführung unter dem Namen „Themenfeld Nutzerperspektive“. Sie ist Teil der Begleitforschung im Programm „Modellregionen Elektromobilität“ des Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Ziel dieser Begleitforschung ist es, die einzelnen Projekte des Programms miteinander zu vernetzen und die gewonnenen Ergebnisse zum Bereich Nutzerakzeptanz von Elektromobilität in einer Gesamtschau in Bezug zu setzen. Das Themenfeld wird – wie zuvor die Plattform – von Christina Tenkhoff (NOW GmbH) geleitet, die wissenschaftliche Koordination hat das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI in Karlsruhe.

Mitglieder der Arbeitsgruppe der Plattform Sozialwissenschaften bzw. des Themenfeld Nutzerperspektive waren und sind u.a. Vertreter folgender Organisationen: Audi AG, BMW AG, Centre for Regional and Innovation Economics (CRIE, Universität Bremen), Daimler AG, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR, Berlin), DNV KEMA (Dresden), Dornier Consulting (Berlin), Energie-Agentur.NRW, EnBW AG (Stuttgart), Fachhochschule Erfurt, Fachhochschule Frankfurt, Fraunhofer IAO (Stuttgart), Fraunhofer IFAM (Bremen), Goethe-Universität Frankfurt, HTW Dresden, Hochschule Wismar, hySOLUTIONS GmbH (Hamburg), InnoZ GmbH (Berlin), IZES - Institut für ZukunftsEnergieSysteme (Saarbrücken), Opel AG, Renault Deutschland AG, Ruhr-Universität Duisburg-Essen, RWE Effizienz GmbH (Dortmund), Ruhr-Universität Bochum, RWTH Aachen, Stadtwerke Offenbach, TU Hamburg-Harburg, TU München, Universität Stuttgart, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH. Weitere Institutionen unterstützten die Plattform durch die Sammlung von Daten in den Projekten der Modellregionen. Das Fraunhofer ISI dankt allen Beteiligten für die gute Zusammenarbeit.

Ein Workshop innerhalb des Themenfeldes diskutierte am 24.10.2012 in Berlin eine frühere Fassung der Ergebnisse des vorliegenden Berichts und lieferte damit wichtige Erkenntnisse für dessen Fertigstellung: Das Fraunhofer ISI dankt den Teilnehmerinnen und Teilnehmern: Sabine Domke (BMVBS), Georg Grothues (Energie-Agentur.NRW), Martin Jäger (RWE Effizienz GmbH), Janine Mielzarek (Stadtwerke Offenbach), Kristian Seidl (DNV KEMA), Sebastian Sommer (FH Erfurt), Sören Trümper (TU Hamburg Harburg), Noreen Werner (CRIE, Uni Bremen), Markus Welzel (Uni Siegen), Georg Wilke (Wuppertal Institut).

Impressum

Auftraggeber:

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)

Koordination:

NOW GmbH

Fasanenstraße 5

10623 Berlin

Redaktionsteam:

Joachim Globisch

Elisabeth Dütschke

(Fraunhofer ISI, Karlsruhe)

Titelgestaltung:

Sabine Wurst (Fraunhofer ISI, Karlsruhe)

Lektorat:

Renate Schmitz (Fraunhofer ISI, Karlsruhe)

Erscheinungsjahr: 2013

Ansprechpartner:

Dr. Elisabeth Dütschke

Competence Center Energietechnologien und Energiesysteme

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Breslauer Straße 48 | 76139 Karlsruhe

Telefon +49 721 6809-159 | Fax +49 721 680977-159

elisabeth.duetschke@isi.fraunhofer.de