

Schlussbericht

zum Forschungsvorhaben

Verbundprojekt:

MINI E powered by Vattenfall V2.0

Zuwendungsempfänger

Technische Universität Chemnitz
Straße der Nationen 62
D - 09111 Chemnitz
Fon: 0371 - 531 27410
Fax: 0371 - 531 27419
www.tu-chemnitz.de

Projektleitung

Prof. Dr. Josef F. Krems

Autoren

Prof. Dr. Josef F. Krems
Dipl.-Psych. Luise Bartholdt; Dipl.-Psych. Peter Cocron;
Dipl.-Psych. Benno Dielmann; Dipl.-Psych. Thomas Franke;
Dr. Matthias Henning; Dipl.-Psych. Moritz Ischebeck;
Dipl.-Psych. Katja Schleinitz; BSc. Psych., MSc. BWL Milda Žilytė-Lennertz

Förderkennzeichen: 16EM0070

Laufzeit des Vorhabens: 01.04.2010 bis 30.09.2011

Berichtszeitraum: 01.04.2010 bis 30.09.2011

Inhaltverzeichnis

1	Zusammenfassung	4
2	Aufgabenstellung	7
3	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	9
3.1	Arbeits- und Zeitplanung	9
3.2	Rahmenbedingungen der Studie.....	10
4	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	12
4.1	Konzeption der Nutzerstudie	12
4.2	Stichprobenauswahl	14
4.3	Studiendurchführung	16
4.3.1	Privatnutzung	16
4.3.1.1	Feldphase	16
4.3.1.2	Testserien an der Technische Universität Chemnitz	17
4.3.1.3	Studiendurchführung Mobilitätsdienstleistungen	18
4.3.2	Studiendurchführung Flottennutzer	20
5	Wissenschaftlicher Stand, an den angeknüpft wurde	21
5.1	Ältere Feldstudien mit erfahrenen Nutzern	21
5.2	Neuere Studien mit unerfahrenen Nutzern	22
5.3	Aktuelle Feldprojekte.....	23
6	Kooperationspartner Industrie	25
7	Ergebnisse	26
7.1	Stichproben.....	26
7.1.1	<i>Privatnutzer</i>	26
7.1.1.1	Feldphase.....	26
7.1.1.2	Testserien an der Technischen Universität Chemnitz	27
7.1.1.3	Studie Mobilitätsdienstleistungen.....	29
7.1.2	<i>Flottennutzung</i>	30
7.1.2.1	Fuhrpark.....	30
7.1.2.2	Carsharing.....	31
7.2	Überblick über die Forschungsmethodik.....	31
7.2.1	<i>Privatnutzer</i>	32
7.2.1.1	Feldphase.....	32
7.2.1.2	Testserien	36
7.2.1.3	Forschungsmethodik bei Mobilitätsdienstleistungen	38
7.2.2	<i>Flottennutzung</i>	40

7.3	Ergebnisse Datenanalyse	41
7.3.1	<i>Wahrgenommene Vor- und Nachteile der Elektromobilität</i>	41
7.3.1.1	Vorteile und Barrieren	41
7.3.1.2	Einstellungen zu Spezifika von Elektrofahrzeugen.....	49
7.3.2	<i>Akzeptanz von Elektrofahrzeugen</i>	57
7.3.2.1	Hintergrund	57
7.3.2.2	Einstellungen gegenüber Elektrofahrzeugen.....	58
7.3.2.3	Kaufbereitschaft für Elektrofahrzeuge	64
7.3.2.4	Zusammenfassung Akzeptanz	71
7.3.3	<i>Alltagstauglichkeit</i>	72
7.3.3.1	Fahrzeug	72
7.3.3.2	Laden.....	77
7.3.4	<i>Nutzungsmuster</i>	82
7.3.4.1	Mobilität.....	82
7.3.4.2	Nutzungsmuster Laden	93
7.3.5	<i>Wind-to-Vehicle als Teil des Gesteuerten Ladens</i>	100
7.3.5.1	Einstellung gegenüber Gesteuertem Laden.....	100
7.3.5.2	Bereitschaft zur Teilnahme bei der Umsetzung des Gesteuerten Ladens.....	101
7.3.5.3	Angaben zur Umsetzung des Gesteuerten Ladens.....	104
7.3.5.4	Zusammenfassung Gesteuertes Laden	106
7.3.6	<i>Ergebnisse der Untersuchungen zu Mobilitätsdienstleistungen</i>	107
8	Nutzung und Verwertung der Ergebnisse und Erfahrungen.....	108
8.1	Workshops und Konferenzen.....	108
8.2	Wissenschaftliche Qualifikationsarbeiten.....	108
8.3	Grundlage für weitere Forschung im Bereich der Elektromobilität.....	109
9	Bekannt gewordener Fortschritt auf diesem Gebiet bei anderen Stellen	110
10	Deliverable-Beschreibungen aller Projektpartner	111
11	Literaturverzeichnis.....	113
12	Abbildungsverzeichnis	116
13	Tabellenverzeichnis	118

1 Zusammenfassung

Im vorliegenden Projekt sollten zentrale Wirkfaktoren identifiziert werden, um Nutzung und Marktpotenzial nachhaltiger Elektromobilitätssysteme zu steigern. Die wissenschaftlichen Arbeitsziele bestanden darin, Potenziale, Akzeptanz Alltagstauglichkeit und Umweltnutzen von Elektromobilitätskonzepten durch die Erfassung von Nutzererwartungen, -erleben und -verhalten im Umgang mit Elektromobilität unter verschiedenen realen Anwendungsbedingungen zu untersuchen und erfahrungsbedingte Veränderungen abzubilden. Als wesentliche Wirkfaktoren wurden (1) wahrgenommene Vor- und Nachteile und Einstellungen gegenüber charakteristischen Merkmalen von Elektrofahrzeugen, (2) die Akzeptanz des Gesamtsystems Elektrofahrzeug in Abhängigkeit der Nutzungsdauer, (3) die Alltagstauglichkeit des Systemverbundes aus Elektrofahrzeug und Ladeinfrastruktur, (4) Nutzungsmuster in Bezug auf Mobilitäts- und Ladeverhalten, (5) Akzeptanz und Umsetzung des Konzepts Wind-to-Vehicle (W2V) und (6) die Bereitstellung von Mehrwertdiensten (Mobilitätsassistent) untersucht. Es wurden unterschiedliche Nutzergruppen einbezogen, um Praxistauglichkeit und Nutzerakzeptanz bei der Nutzung von Elektromobilität in verschiedenen Anwendungsfeldern zu erforschen und zu vergleichen sowie die Generalisierbarkeit der Ergebnisse aus dem Vorläuferprojekt MINI E 1.0 – MINI E Berlin – powered by Vattenfall zu untersuchen. Dazu wurden in der Feldstudie zwei Gruppen von Privatkunden (Park+Ride-Nutzer (P+R), denen eine private Autostrombox zum Laden zur Verfügung stand; Park+Charge-Nutzer (P+C), die auf die öffentliche Ladeinfrastruktur angewiesen waren) und zwei Flottenanwendungsfelder (Fuhrpark; Carsharing) unterschieden. Darüber hinaus wurde der Einsatz von Elektrofahrzeugen in einzelnen Mikronutzungszeiträumen untersucht.

In der Studie kam ein umfangreiches Methodenrepertoire qualitativer und quantitativer Instrumente zur Erfassung subjektiver und objektiver Daten zum Einsatz. Dazu zählten Fragebögen, strukturierte Interviews, Tagebuchverfahren und experimentalpsychologische Untersuchungsmethoden, die neu entwickelt bzw. aus dem Vorläuferprojekt MINI E 1.0 adaptiert worden waren. Der breite methodische Zugang sollte sowohl eine umfassende Abbildung von Einstellungen und Verhaltensweisen ermöglichen als auch die Vergleichbarkeit mit früheren Projekten gewährleisten. Im Anwendungsfeld Privatnutzung erfolgte die Rekrutierung von Teilnehmern über ein öffentlich zugängliches und beworbenes Screeningverfahren. In einem mehrstufigen Prozess wurde eine heterogene, für frühe Nutzer von Elektromobilität repräsentative Stichprobe ausgewählt. Die Feldstudie umfasste 10 P+R- und 20 P+C-Nutzern in einem Nutzungszeitraum von sechs Monaten, in dem drei Erhebungen (vor Nutzung, während der Nutzung, nach Nutzung) durchgeführt wurden und 38 Fahrzeuge in Firmenflotten bzw. einem Carsharingclub. Ergänzend wurden an der Technischen Universität Chemnitz mit 112 Privatanutzern Testserien durchgeführt, um in einer kontrollierten

Nutzungsumgebung differenzierte Erkenntnisse zu Akzeptanz und elektrofahrzeugspezifischen Aspekten zu gewinnen.

Für die Fahrzeugnutzung in Feldstudie und Testserien lassen sich folgende zentrale Ergebnisse zusammenfassen:

Während die Privatnutzer zu Beginn der Studie vor allem umweltbezogene Aspekte als Vorteile von Elektrofahrzeugen benannten, traten während der Nutzung Eigenschaften des Fahrzeugs (z.B. Fahrspaß) in den Vordergrund. Dazu zählte auch die Geräuscharmheit, die zwar auch während der Nutzung als potenzielle Gefährdung des Straßenverkehrs wahrgenommen wurde, aber im Nutzungszeitraum kaum zu kritischen Situationen geführt hatte. Die meisten der zunächst geäußerten Bedenken in Bezug auf die Nutzung des MINI E (z.B. Entwicklungsstand und Größe der Batterie, lange Ladedauer) gingen während der Nutzung zurück. Als Barrieren erlebten die Teilnehmer vor allem die eingeschränkte Reichweite und das begrenzte Raumangebot. Die Mehrheit der Nutzer erachtete zudem die aktuellen Anschaffungskosten eines Elektrofahrzeugs als zu hoch.

Die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen war in allen Anwendungsfeldern hoch ausgeprägt: Die Teilnehmer bewerteten die Brauchbarkeit des MINI E überwiegend positiv, waren zufrieden mit dem Fahrzeug und äußerten eine positive Einstellung gegenüber Elektrofahrzeugen. Die Nutzer beurteilten den MINI E bereits bei Fahrzeugübergabe positiv und äußerten sich noch positiver, nachdem sie das Fahrzeug getestet hatten. Die Nutzungsdauer spielte für die Veränderung von Akzeptanz und Einstellungen eine eher untergeordnete Rolle. Auch nach Mikronutzungszeiträumen beurteilten die Nutzer den MINI E positiver als vor der Nutzung. In Conjoint Analysen zeigte sich, dass der Preis den bedeutendsten Einfluss auf eine simulierte Kaufentscheidung hatte, während der Ladedauer in allen Nutzergruppen eine untergeordnete Bedeutung zukam. Gerade im Anwendungsfeld P+C ist das bemerkenswert, da diese Nutzer die Ladedauer stärker in die Alltagsplanung einbeziehen mussten.

Die Nutzer beurteilten die Alltagstauglichkeit des MINI E als hoch und schätzten das Fahrzeug als zuverlässig und sicher ein. Die Mobilitätsanforderungen der Nutzer konnten durch das Fahrzeug zum großen Teil erfüllt werden, wobei die Privatnutzer ohne persönliche Autostrombox Einschränkungen erlebten und die Flexibilität mit dem MINI E im Vergleich zu einem konventionellen Fahrzeug als geringer bewerteten. Trotzdem schätzten die Nutzer in allen Privatnutzergruppen während der Nutzung, dass sie mindestens 80% ihrer täglichen Wege mit dem MINI E abdecken könnten. Tatsächlich nutzten die Privatnutzer den MINI E für mehr als zwei Drittel ihrer Wege, wobei Fahrten mit dem MINI E überwiegend PKW-Fahrten ersetzten. Zwischen den Mobilitätsprofilen von P+R- und P+C-Nutzern ergaben sich keine gravierenden Unterschiede. Wesentliche Ursachen, den MINI E nicht zu nutzen, bestanden im eingeschränktem Raumangebot und reichweitenbezogenen Problemen.

Die Ladedauer ließ sich in den meisten Fällen in den Tagesablauf der Nutzer integrieren. Die Teilnehmer bewerteten auch den Ladevorgang selbst als problemlos, benannten jedoch Schwierigkeiten in Bezug auf die technische Umsetzung (z.B. Ladekabel). Die Nutzer mit privater Lademöglichkeit schätzten die Verfügbarkeit öffentlicher Ladesäulen während der Nutzung als weniger relevant ein als P+C-Nutzer und nutzen diese Lademöglichkeit entsprechend selten. Die im Stadtgebiet von Berlin vorhandene Infrastruktur beurteilten P+C-Nutzer als weitgehend ausreichend, erachteten jedoch einen Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur im Umland als wünschenswert. Diese Anwendergruppe maß zudem einer kürzeren Ladedauer eine höhere Bedeutung bei als Nutzer mit privater Lademöglichkeit und berichtete über Probleme bei der öffentlichen Ladeinfrastruktur (z.B. Funktionstüchtigkeit, Parkmöglichkeit). Die Analyse der ladebezogenen Nutzungsmuster zeigte, dass die Nutzer Laderoutinen entwickelten. Die P+R-Nutzer luden bevorzugt nachts, was eine wichtige Voraussetzung für die Implementierung des Gesteuerten Ladens darstellt. Die P+C-Nutzer luden etwas unregelmäßiger und eher nach Bedarf. Die Mehrheit unter ihnen nutzte größtenteils eine einzige bevorzugte Ladestation.

Die Nutzer aller Anwendungsfelder zeigten eine überwiegend positive Einstellung gegenüber dem Gesteuerten Laden und gaben eine hohe Bereitschaft zu dessen Umsetzung an. P+C-Nutzer äußerten Bedenken über Reichweiteeinschränkungen aufgrund des Gesteuerten Ladens. Im Anwendungsfeld P+R, in dem die Nutzer am Gesteuerten Laden teilnahmen, bestand eine Diskrepanz zwischen geäußerter Bereitschaft und Umsetzung im Alltag. Hierbei spielte der Aufwand (z.B. in Relation zu finanziellen Vorteilen oder einer effizienteren Nutzung erneuerbarer Energien), den die Nutzer durch das Umsetzen des Gesteuerten Ladens erlebten, eine große Rolle.

Für den Mobilitätsassistent, welcher die Nutzer beim Laden und Parken unterstützen soll, wurden im Rahmen der partizipativ-iterativen Nutzerforschung ein Anforderungskatalog entwickelt und mehrere Usability-Untersuchungen durchgeführt.

Alle personalen Begriffe sind sinngemäß geschlechtsneutral, also weiblich und männlich, zu lesen.

2 Aufgabenstellung

Das vorliegende Projekt verfolgte das Gesamtziel, Marktakzeptanz und Nutzung von Elektrofahrzeugen zu beschleunigen und dabei den Umweltnutzen zu erhöhen. Hierbei sollte untersucht werden, welchen Beitrag das Konzept Wind-to-Vehicle (W2V) als Teil des Gesteuerten Ladens und die Bereitstellung von Mehrwertdiensten (Mobilitätsassistent) für die Erreichung dieses Ziels leisten können. Es wurden unterschiedliche Nutzergruppen einbezogen, um Praxistauglichkeit und Nutzerakzeptanz bei der Nutzung von Elektromobilität in verschiedenen Anwendungsfeldern (Park+Ride (P+R), Park+Charge (P+C), Carsharing, Fuhrparknutzer) zu erforschen. In den Anwendungsfeldern P+R und P+C wurde das Konzept W2V sowie ein Mobilitätsassistent auf Potenziale, Akzeptanz und Alltagstauglichkeit untersucht. Neben der Erfassung von Nutzererwartungen, -verhalten und -erleben im Umgang mit Elektromobilität wurden auch erfahrungsbedingte Veränderungen dieser Parameter betrachtet. Ebenfalls wurden durch die BMW AG objektive Daten durch Datenlogger aufgezeichnet und aufbereitet. Aufgabe der Technischen Universität Chemnitz war es, eine geeignete Methodik zur Evaluation von objektiven (Datenlogger) und subjektiven Daten (Nutzererwartungen, Nutzererleben, Akzeptanz) zu spezifizieren und weiterzuentwickeln, eine Nutzerstudie zu Akzeptanz, Alltagstauglichkeit und Umweltnutzen des Systemverbundes aus Elektrofahrzeug und Ladeinfrastruktur unter Alltagsbedingungen zu koordinieren und durchzuführen sowie die Nutzerdaten auszuwerten und für die breite Öffentlichkeit aufzubereiten.

Die wissenschaftlichen Arbeitsziele der Technischen Universität Chemnitz waren:

1. Erfassung von Nutzererwartungen, -erleben sowie -verhalten im Umgang mit Elektromobilität und Abschätzung der damit verbundenen Auswirkungen auf Energiebereitstellung, Infrastruktur und Anforderungen an Elektromobilitätskonzepte.
2. Identifikation von erlebten Stärken und Einschränkungen bei der Nutzung von Elektrofahrzeugen sowie W2V und des Mehrwertdienstes. Darin eingeschlossen ist die Veränderung des Nutzungsverhaltens über die Nutzungszeit hinweg.
3. Bestimmung und Quantifizierung von Einflussfaktoren auf Praxistauglichkeit, Akzeptanz und Potenziale von W2V.
4. Bestimmung und Quantifizierung von Einflussfaktoren auf Praxistauglichkeit, Akzeptanz und Potenziale des Mehrwertdienstes.
5. Untersuchung der Unterschiede zwischen den Anwendungsfeldern in den oben genannten Punkten.

Diese Ziele wurden in verschiedenen Arbeitspaketen verfolgt. Zunächst wurde eine umfassende wissenschaftliche Methodik erstellt. Auf Grundlage früherer Arbeiten wurden Erhebungsinstrumente auf die Fragestellungen der Studie zugeschnitten, sodass die Einstellungen und Verhaltensweisen der Subgruppen in den neuen Anwendungsfeldern unter

Gewährleistung der Vergleichbarkeit mit früheren Projekten (z.B. MINI E 1.0 - MINI E Berlin - powered by Vattenfall) analysiert werden konnten. Für den Mobilitätsassistent, welcher die Nutzer beim Laden und Parken unterstützen soll, wurde ein Anforderungskatalog entwickelt. Ferner wurden im Rahmen der partizipativ-iterativen Nutzerforschung mehrere Usability-Untersuchungen durchgeführt, sodass der Mobilitätsassistent stetig weiterentwickelt werden konnte. Auf dieser Basis wurde er im realistischen Einsatz im Feld in Berlin getestet.

Unter Berücksichtigung von Mobilitätsbedürfnissen und relevanten empirischen Ergebnissen wurden die Nutzer über einen mehrstufigen Prozess innerhalb des Konsortiums ausgewählt. Bei der Auswahl wurde darauf geachtet, dass die Nutzermerkmale über die Subgruppen hinweg ausbalanciert wurden. Grundlegend für dieses Vorgehen war die abgestimmte Entwicklung eines Screening-Verfahrens.

Auf diesen Prozess folgte der Einsatz der Methodik in den unterschiedlichen Anwendungsfeldern zur Erfassung von objektiven und subjektiven Daten der Nutzer. Die Interaktion mit den Nutzern und das Datenmanagement waren wesentliche Teilaufgaben. Gleichzeitig wurde durch die parallel verlaufende Datenaufbereitung und -auswertung die datenbasierte Weiterentwicklung der Methodik ermöglicht.

Ergänzend wurden an der Technischen Universität Chemnitz mit zwei MINI E-Fahrzeugen Testserien durchgeführt, um in einer stärker kontrollierbaren Nutzungsumgebung Erkenntnisse zur Akzeptanz und elektrofahrzeugspezifischen Aspekten differenziert abbilden zu können.

Die umfassende Auswertung der Testfelder erfolgte sukzessive, wobei dem Abgleich der verschiedenen Datenquellen eine große Bedeutung beigemessen wurde. Hierbei wurde die Eignung der untersuchten Settings für einen großflächigen Einsatz von Elektrofahrzeugen und den Gebrauch von Mehrwertdiensten untersucht. Des Weiteren ließ sich mit Hilfe der Nutzer der unterschiedlichen Subgruppen ein breiterer Anforderungskatalog für den Mobilitätsassistent definieren.

3 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

3.1 Arbeits- und Zeitplanung

Die ursprüngliche Projektkonzeption sah die Implementierung von zwei Nutzungszeiträumen bei Privat- und Flottennutzern vor, welche jeweils zwei Befragungszeitpunkte (Vor- und Nachbefragung) umfassen sollten. Die Erhebungen im ersten Nutzungszeitraum sollten nach der Auswahl von Privatkunden im Oktober 2010 beginnen. Es war geplant, im Laufe des ersten Nutzungszeitraums die Nutzer des zweiten Zeitraums auszuwählen und anschließend die Datenerhebung im zweiten Nutzungszeitraum zu starten. Parallel sollte die Auswahl der Unternehmen für die Flottennutzung erfolgen.

Aufgrund von Veränderungen der Projektrahmenbedingungen waren zu verschiedenen Zeitpunkten Veränderungen der Zeitplanung und Anpassungen der Projektstruktur notwendig. Entgegen der ursprünglichen Planung war es nicht möglich, zwei Nutzungszeiträume bei den Privat- und Flottennutzern durchzuführen. Deshalb wurde nur ein Nutzungszeitraum realisiert, welcher bei den Privatanutzern allerdings auf sechs Monate ausgedehnt wurde. Dadurch konnten die zwei geplanten Befragungszeitpunkte pro Nutzungszeitraum um einen weiteren Befragungszeitpunkt ergänzt werden (vor Nutzung, während der Nutzung - nach ca. 3 Monaten, nach Nutzung - nach ca. 4-5 Monaten). Bei den Fuhrparknutzern wurden zwei Befragungszeitpunkte beibehalten (vor Nutzung und während der Nutzung). Bei den Carsharingnutzern entfiel ein Erhebungszeitpunkt und es wurde eine Befragung während der Nutzung durchgeführt. Um die reduzierte Datenmenge auszugleichen, wurden in Chemnitz Testserien mit zwei MINI E-Fahrzeugen durchgeführt. Dadurch konnten die Datenausfälle bei den Privatanutzern vollumfänglich ausgeglichen und sogar um Daten aus einer stärker kontrollierten Versuchsumgebung erweitert werden. Hierbei wurden in Testserien, die bis zu einen Tag (24 Stunden) umfassten, Akzeptanzmessungen mit Nutzern durchgeführt. Darüber hinaus wurden weitere elektrofahrzeugspezifische Aspekte untersucht. Die Testseriennutzer wurde vor und nach Nutzung befragt.

Neben den Änderungen, die die Projektstruktur betrafen, waren weitere Anpassungen des Zeitplans nötig. Die Implementierung der Bewerbungsplattform für die Privatanutzer war nicht zum vorgesehenen Zeitpunkt möglich, was zu einer Verzögerung der Nutzerauswahl führte. Diese konnte Ende Januar 2011 abgeschlossen werden. Danach erfolgte die Ansprache der Nutzer. Der Beginn der Erhebung subjektiver und objektiver Nutzungsdaten verzögerte sich im Gegensatz zur ursprünglichen Zeitplanung von Oktober 2010 auf Ende Februar 2011. Die Befragung während der Nutzung konnte wie geplant, jedoch verspätet, bei jedem einzelnen Nutzer nach ca. drei Monaten Nutzungszeit in Berlin durchgeführt werden. Das definierte Methodenrepertoire konnte zu beiden Zeitpunkten vollumfänglich umgesetzt werden.

Allerdings musste aus Zeitgründen die Befragung nach Nutzung für alle Nutzer Anfang September 2011 und daher in Einzelfällen nicht erst nach sechs Monaten Nutzungszeit, sondern bereits nach vier bis fünf Monaten erfolgen. Außerdem wurde diese Befragung aus zeitlichen und logistischen Gründen als Onlineerhebung umgesetzt. Weiterhin konnten die Ergebnisse der Befragung nach Nutzung aufgrund der zeitlichen Verschiebungen nicht mehr in diesen Bericht integriert werden.

Im Anwendungsfeld Fuhrpark kam es ebenfalls zu Verzögerungen, da die Rekrutierung von geeigneten Flottennutzern längere Zeit beanspruchte. Aus diesem Grund fanden die Vorbefragungen erst im März 2011 bei den ersten Unternehmen statt. Dennoch konnten sukzessive immer weitere Unternehmen gewonnen werden, wobei die Vorbefragungen erst Ende Mai 2011 bei den letzten Fuhrparknutzern abgeschlossen werden konnten. Die Befragung während der Nutzung fand bei allen Unternehmen im gleichen Zeitraum von Mitte Juli bis Mitte August 2011 statt. Alle Erhebungen wurden wie geplant online durchgeführt, sodass die Nutzer die Befragung gut in ihren Arbeitsablauf integrieren konnten.

Im Rahmen der Befragung von Carsharingnutzern kam es zu zeitlichen Verschiebungen bei der Ansprache der Carsharingclubs und der Ausgabe der Fahrzeuge. Die für Mai 2011 geplante Vorbefragung konnte aufgrund zeitlicher Verzögerungen nicht durchgeführt werden. Die Carsharingnutzer der MINI E-Fahrzeuge wurden daher nur während der Nutzung Anfang August 2011 online befragt.

Insgesamt wurden trotz der aufgeführten strukturellen und zeitlichen Veränderungen alle wesentlichen Projektziele erreicht, da durch die Testserien Ausgleich geschaffen werden konnte.

3.2 Rahmenbedingungen der Studie

Die vorliegende Studie der Privatnutzer umfasste drei Erhebungszeitpunkte (vor Nutzung, während der Nutzung, nach Nutzung) in einen Zeitraum von sechs Monaten. Zusätzlich wurden im Rahmen der Nutzung des Mobilitätsassistenten zwei weitere Befragungen durchgeführt. Dieses umfangreiche Design setzte bei allen beteiligten Konsortialpartnern ein hohes Maß an Engagement, Planung, Flexibilität und Organisation voraus.

Auch in diesem Projekt ergab sich eine sehr gute Zusammenarbeit mit der BMW AG, die Räume und Catering in der BMW-Niederlassung in der Huttenstraße 50 in Berlin bereitstellte, sodass Befragungen der Privatnutzer durch die wissenschaftliche Begleitforschung in ruhiger und angenehmer Umgebung möglich waren. Das trug wesentlich dazu bei, eine hohe Datenqualität zu gewährleisten und die Drop-out-Rate von Nutzern gering zu halten.

Im Anwendungsfeld Fuhrpark leisteten die Mitarbeiter der Vattenfall Europe AG und der BMW AG einen wertvollen Beitrag zum Erfolg der wissenschaftlichen Begleitforschung, indem

sie die Identifikation der Stichprobe unterstützten. Dabei konnten mehrere Fuhrparks für die Erprobung gewonnen werden.

Im Carsharingkontext wurde die Studie mit Unterstützung der DB Rent GmbH durchgeführt.

An der Technischen Universität Chemnitz fanden Testserien zur Akzeptanz und weiteren elektrofahrzeugspezifischen Aspekten statt. Die zwei eingesetzten MINI E-Fahrzeuge wurden von der BMW AG zur Verfügung gestellt.

Die wissenschaftliche Begleitforschung an der Technischen Universität Chemnitz dankt der BMW AG, der Vattenfall Europe AG, dem Carsharingclub DB Rent GmbH und den öffentlichen Institutionen und Unternehmen der teilnehmenden Fuhrparks für die tatkräftige Unterstützung bei Planung und Durchführung der Feldstudie in Berlin. Besonderer Dank gilt den beteiligten Flottennutzern und vor allem den Privatnutzern, die mit großem Einsatz an den umfangreichen Befragungen der wissenschaftlichen Begleitforschung teilnahmen. Dank der engagierten und ausführlichen Rückmeldung der Nutzer wurden substantielle Erkenntnisse über die Elektromobilität im Alltag gewonnen.

4 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

4.1 Konzeption der Nutzerstudie

Zu Beginn der Konzeptionsphase wurden Forschungsthemen und Fragestellungen entwickelt. Dies geschah primär anhand der Ergebnisse des vorangegangenen Projekts MINI E 1.0. Diese sollten durch eine erneute Feldstudie überprüft und hinsichtlich neuer Fragestellungen vertieft werden. Studiendesign und Forschungsmethodik wurden an die neuen Fragestellungen angepasst. Die Anfangskonzeption umfasste eine Feldstudie, die in zwei Nutzungszeiträume von jeweils fünf Monaten unterteilt war. Hierbei sollten zwei Nutzungsformen (Privatnutzung, Flottennutzung) in jeweils zwei Anwendungsfeldern (bei Privatnutzung: P+R, P+C; bei Flottennutzung: Carsharing, Fuhrpark) untersucht werden. Im Privatnutzerkontext sollten pro Nutzungszeitraum jeweils 30 Personen mit Elektrofahrzeugen fahren. Im Gewerbekundenkontext war der Einsatz von 40 Fahrzeugen geplant. Innerhalb des Anwendungsfeldes Fuhrpark sah die Konzeption zudem eine Unterscheidung von drei Fahrzeugvarianten (personenbezogene Fahrzeuge, Poolfahrzeuge, bereichsbezogene Fahrzeuge) vor. In allen Nutzergruppen sollten jeweils zwei Befragungen pro Nutzungszeitraum durchgeführt werden. Der Mobilitätsassistent sollte in der Gruppe der Privatnutzer getestet und in zwei weiteren Befragungen evaluiert werden. Die Anfangskonzeption der Anwendungsfälle ist in Abbildung 1 und Abbildung 2 dargestellt.

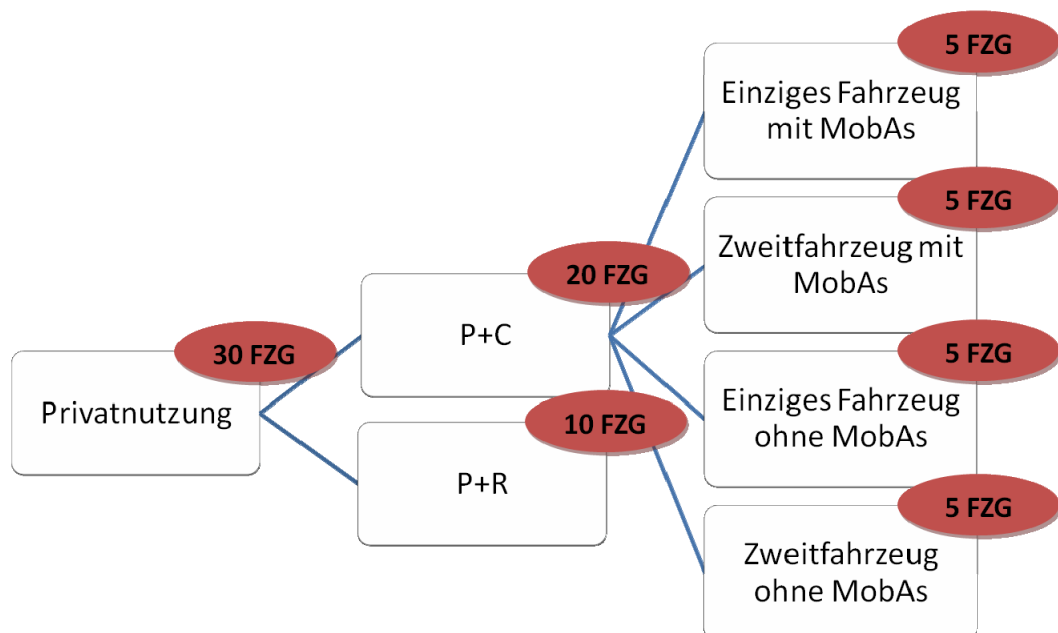


Abbildung 1: Ursprüngliche Aufteilung der Anwendungsfälle bei den Privatnutzern. MobAs, Mobilitätsassistent.

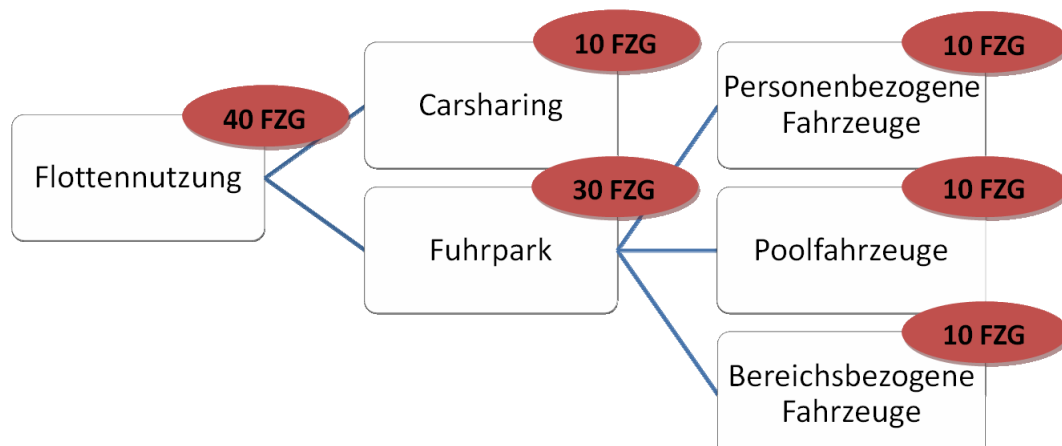


Abbildung 2: Ursprüngliche Aufteilung der Anwendungsfälle bei den Flottennutzern.

Aufgrund von Veränderungen der Rahmenbedingungen des Projekts musste die Anfangskonzeption umgestellt werden. Die Neukonzeption sah einen einzigen Nutzungszeitraum in der Feldstudie vor, der jedoch auf sechs Monate mit drei Erhebungszeitpunkten (vor Nutzung, während der Nutzung, nach Nutzung) erweitert wurde. Ergänzend sollten an der Technischen Universität Chemnitz im Zeitraum von sechs Monaten Testserien mit zwei MINI E-Fahrzeugen durchgeführt werden, um die aufgrund des fehlenden zweiten Nutzungszeitraums in Berlin reduzierte Datenbasis auszugleichen und zusätzlich spezifischere Fragestellungen zu Akzeptanz und elektrofahrzeugspezifischen Aspekten zu untersuchen. Zu diesen Fragestellungen zählte u.a. die Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Nutzungszeiten auf die Akzeptanz.

Sowohl die beiden Nutzungsformen als auch die Aufteilung der Fahrzeuge blieben in der geänderten Konzeption erhalten. Bei den Privatnutzern blieb die Aufteilung in die Anwendungsfelder P+R und P+C unverändert, wobei die geplante Ausdifferenzierung in reine Elektrohaushalte und Hybridhaushalte aufgrund der Bewerberstruktur nicht aufrechterhalten werden konnte. Bei den Gewerbekunden war es möglich, die Gruppierung nach Carsharing und Fuhrpark umzusetzen. Innerhalb des Anwendungsfelds Fuhrpark war eine Unterscheidung nach den Fahrzeugvarianten (personenbezogene Fahrzeuge, Poolfahrzeuge, bereichsbezogene Fahrzeuge) nicht möglich, da durch inkonsistente und widersprüchliche Angaben der Nutzer eine genaue Zuordnung nicht vorgenommen und ausreichende Gruppengrößen nicht gesichert werden konnten. Die Datenauswertung erfolgte daher in diesem Anwendungsfeld für die gesamte Stichprobe der Flottennutzer. Der Mobilitätsassistent konnte wie geplant bei den Privatnutzern zum Einsatz kommen. Die veränderte Konzeption ist in Abbildung 3 dargestellt.

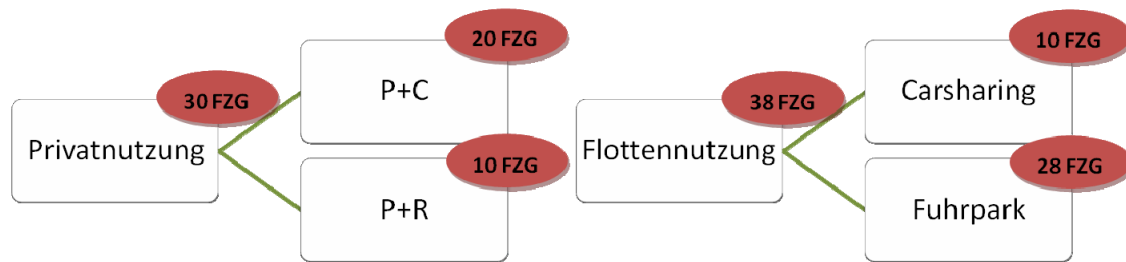


Abbildung 3: Endgültige Aufteilung der Anwendungsfälle bei Privat- und Flottennutzern.

4.2 Stichprobenauswahl

Die Auswahl der Privatnutzer erfolgte wie bereits im Projekt MINI E 1.0 über ein Onlinebewerbungstool. Dieser Onlinefragebogen ermittelte u.a. Angaben zu soziodemographischen (Alter, Beruf, Haushaltszusammensetzung, Einkommen) und mobilitätsbezogenen Variablen (Pendelstrecken, Nutzung öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV), Fahrzeuge im Haushalt). Das Bewerbungstool wurde von den Projektpartnern über Anzeigen in Tageszeitungen, dem Kundennewsletter von MINI und im Internet (z.B. über Banner bei Facebook, die MINI Homepage und Google.de Search Engine Marketing) beworben.

Es bewarben sich 1.867 Personen um eine Teilnahme an der Studie, deren Zahl in einem mehrstufigen Auswahlprozess sukzessive reduziert wurde. Zunächst erfolgte eine Auswahl von Nutzern, die u.a. folgende Kriterien erfüllten: mindestens fünf Jahre Führerscheinbesitz, Bereitschaft zur Zahlung der Leasingrate, zur Übernahme der Stromkosten für das Laden und zur Teilnahme an der wissenschaftlichen Begleitforschung. Die verbleibenden Bewerber wurden anhand folgender Kriterien den Gruppen P+R- und P+C-Nutzer zugeordnet:

- Nutzung des ÖPNV,
- Nutzung von P+R-Parkplätzen und
- Stellplatztyp (kein Stellplatz vs. Garage oder Stellplatz).

Dabei wurde im Anwendungsfeld P+C darauf geachtet, dass eine Ladesäule im Umkreis von einem bis zwei Kilometern von der Wohnung der Bewerber lag, damit die potenziellen Nutzer die Lademöglichkeit problemlos zu Fuß erreichen konnten. Weiterhin wurde eine Unterteilung in reine Elektrofahrzeughaushalte und sogenannte Hybridhaushalte angestrebt. Diese Kategorisierung geht auf Turrentines *Hybrid-Household Hypothesis* (Turrentine & Kurani, 1995) zurück und sah die Auswahl potenzieller Nutzer vor, die entweder über kein weiteres Fahrzeug (Gruppe 1) oder über weitere Fahrzeuge (Gruppe 2) im Haushalt verfügten. Leider war es aufgrund der Bewerberstruktur nicht möglich, diese Unterteilung aufrechtzuerhalten: Es hatten sich zu wenige Personen beworben, die kein weiteres Fahrzeug im Haushalt besaßen.

Um eine möglichst facettenreiche Stichprobe zu bilden und Varianzrestriktionen zu vermeiden, wurden weitere Kriterien in die Auswahl einbezogen. Dazu zählten u.a.:

- Alter,
- Geschlecht,
- Beruf,
- höchster Bildungsabschluss,
- Erfahrung mit Elektrofahrzeugen bzw. dem MINI E und
- erwartete Fahrleistung in sechs Monaten.

Wie auch im Vorläuferprojekt kam es während der Nutzerakquise zu Absagen durch die Bewerber. Daher mussten in mehreren Stufen immer wieder Nachrückkandidaten nominiert werden. Die resultierende Stichprobe von 30 Privatnutzern war aufgrund der Modalitäten von Bewerberrekrutierung und Teilnehmerselektion nicht repräsentativ für die Gesamtbevölkerung. Allerdings repräsentierten die ausgewählten Personen durch die offene Bewerbung und realistische Nutzungsbedingungen frühe Nutzer von Elektromobilität hinreichend gut.

Für die Gewerbekunden wurde durch die Konsortialpartnern eine Long-List von möglichen Unternehmen erarbeitet. Durch einen Kurzfragebogen zu den Einsatzspektren des MINI E war es möglich, eine Short-List der Bewerber zu extrahieren. Die endgültige Nutzerauswahl erfolgte durch die jeweiligen Unternehmen. In die Auswertung flossen jeweils nur die Daten von Teilnehmern ein, die an den Befragungen der wissenschaftlichen Begleitforschung teilnahmen.

Wie bereits im Projekt MINI E 1.0 kamen zehn MINI E als Carsharingfahrzeuge zum Einsatz. Hierfür konnte ein Carsharingclub aus der ersten Feldstudie als Partner gewonnen werden. Auch in diesem Anwendungsfeld fand keine explizite Auswahl der Teilnehmer statt. Die Nutzer des MINI E wurden vom Carsharingclub eingewiesen und dann der wissenschaftlichen Begleitforschung benannt. Um die Nutzer zu kontaktieren, wurde über den Carsharingclub eine Einverständniserklärung zur Befragung eingeholt und den Nutzern anschließend der Link zur Onlinebefragung zugesandt. Diejenigen Nutzer, die an der Befragung teilnahmen, wurden in die Stichprobe aufgenommen.

Die Stichprobenauswahl in den Testserien in Chemnitz orientierte sich eng an der Auswahl von Privatnutzern in Berlin. Es wurde ebenfalls ein Onlinebewerbungstool erstellt und in der lokalen Presse und über Onlinemedien beworben. Dieses Vorgehen wurde durch direkte Ansprachen von besonderen Nutzergruppen ergänzt. Im Fragebogen wurden neben allgemeinen Angaben (z.B. demographische Variablen wie Alter, Geschlecht und Bildungsniveau) auch spezifische Informationen (z.B. zu Erfahrungen im Bereich Elektromobilität) erfasst. 410 Personen bewarben sich um eine Teilnahme. Um eine

vergleichbare Zusammensetzung der Nutzergruppen in Berlin und Chemnitz zu gewährleisten, wurden mehrheitlich die gleichen Selektionskriterien wie in der Berliner Feldstudie angewandt. Geeignete Bewerber wurden zunächst anhand unterschiedlicher Kriterien, wie Führerscheinbesitz seit mindestens fünf Jahren sowie fehlende Erfahrung mit Elektrofahrzeugen bzw. dem MINI E, vorselektiert. Für die Hauptstudie zur Akzeptanz wurden weiterhin die Variablen Alter, Haushaltsnettoeinkommen und höchster Bildungsabschluss berücksichtigt. Für die Testserien wurden insgesamt 112 Teilnehmer ausgewählt.

4.3 Studiendurchführung

4.3.1 Privatnutzung

4.3.1.1 Feldphase

Nach der Auswahl der 30 Privatnutzer aus dem Bewerberpool wurden individuelle Termine für die technische Einweisung in das Fahrzeug vereinbart. Vor diesem Termin erhielten die Nutzer per Post einen Fragebogen und ein Wegetagebuch, in welchem sie in der Woche vor der technischen Einweisung ihr Mobilitätsverhalten festhielten. Am Tag der technischen Einweisung (vor Nutzung) wurden die Erwartungen und Einstellungen der Nutzer bezüglich der Elektromobilität erfasst. Zu diesem Zweck wurde ein strukturiertes Face-to-face Interview durchgeführt, in das ein Fragebogen integriert war. Das Interview umfasste zwei Teile. Zwischen beiden Teilen erhielten die Nutzer eine technische Einweisung in den MINI E und machten eine Probefahrt auf einer festgelegten Strecke. Auf diese Weise konnten erste Erfahrungen mit dem MINI E unmittelbar im Anschluss an die Probefahrt erfragt werden. Nach der technischen Einweisung bearbeiteten die Nutzer auch eine computergestützte Conjoint Analyse und erhielten das Tagebuch besonderer Ereignisse, in das sie bis zur nächsten Befragung (während der Nutzung) Eintragungen vornehmen sollten. Nach durchschnittlich drei Monaten der Nutzung des MINI E füllten die Nutzer erneut eine Woche lang ein Wegetagebuch aus, welches um ein Ladetagebuch ergänzt worden war. Dadurch konnte das Mobilitätsverhalten vor und während der Nutzung des MINI E verglichen werden. Außerdem war anhand des Ladetagebuchs eine Einschätzung der durchschnittlichen Ladetätigkeiten möglich. Durch konzeptuelle Veränderungen und damit verbundene Verschiebungen des Zeitplans war es nicht möglich, die Ergebnisse der dritten Erhebung (nach Nutzung) in diesen Bericht einfließen zu lassen. Um dennoch eine ausreichende Datenmenge zu erhalten, wurde ein Großteil der Fragen, deren Einsatz nach Nutzung geplant war, bereits in die zweite Befragung (während der Nutzung) integriert. Dazu wurde ein Onlinefragebogen konzipiert, welchen die Nutzer bereits eine Woche vor der Befragung während der Nutzung ausfüllten, damit sie beim Termin vor Ort nicht unnötig lang in Anspruch genommen wurden. In dieser Befragung vor Ort, welche durchschnittlich drei Monate (mindestens zweieinhalb Monate) nach der technischen Einweisung stattfand, wurden erneut ein strukturiertes Face-to-face Interview mit integriertem Fragebogen und eine Conjoint Analyse durchgeführt. Hierdurch

konnten Erwartungen vor Nutzung des MINI E mit Einschätzungen während der Nutzung verglichen werden. Schließlich erfolgte eine weitere Befragung mittels eines Onlinefragebogens nach Nutzung. Einen Überblick über die Studiendurchführung im Anwendungsfeld Privatnutzung gibt Abbildung 4.

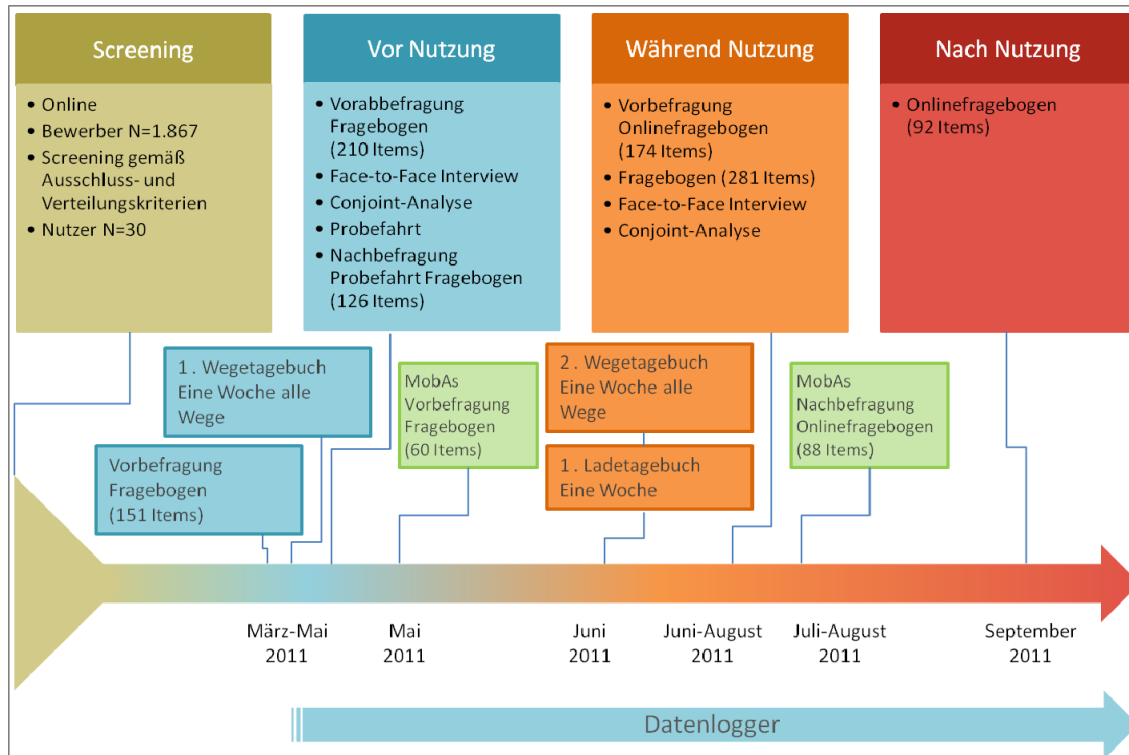


Abbildung 4: Studienablauf im Anwendungsfeld Privatnutzung.

4.3.1.2 Testserien an der Technische Universität Chemnitz

In den Testserien zur Akzeptanz hatten insgesamt 112 Nutzer aus Chemnitz und Umgebung die Gelegenheit, den MINI E in drei verschiedenen Mikronutzungszeiträumen zu testen. In der unbegleiteten Tagesnutzung betrug der Nutzungszeitraum 24 Stunden. Es nahmen 30 Nutzer teil. In den längeren begleiteten Fahrten fuhren 24 Teilnehmer etwa 40 Kilometer in Chemnitz und Umgebung. In den begleiteten Probefahrten fuhren 58 Personen etwa sieben Kilometer durch das Chemnitzer Stadtgebiet. In den letzten beiden Testserien wurden neben der Akzeptanz auch weitere elektrofahrzeugspezifische Aspekte untersucht. Dazu zählten u.a. Inhalte zur Reichweite, zur Energierückgewinnung (Rekuperation) und zum geräuscharmen Fahren.

In den Testserien an der Technischen Universität Chemnitz kam eine ähnliche Methodik wie im Testfeld Berlin zum Einsatz, um valide Vergleiche zwischen den Testfeldern ziehen zu können. Die Testfahrten wurden unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt und ermöglichten detaillierte Aussagen zum Lernprozess im Zusammenhang mit Elektromobilität.

Nach der Auswahl der Nutzer wurden diese telefonisch kontaktiert und Termine zur Fahrzeugeinweisung und -übergabe vereinbart. Die Teilnehmer, die das Fahrzeug einen Tag nutzen konnten, wurden vor Nutzung des Fahrzeugs gebeten, einen Onlinefragebogen auszufüllen, der in ähnlicher Form auch im Testfeld Berlin vor Nutzung zum Einsatz kam. Bei Fahrzeugübergabe erhielten die Teilnehmer eine technische Einweisung. Nach 24 Stunden gaben sie das Fahrzeug zurück und wurden zu ihren Erfahrungen mit dem Elektrofahrzeug befragt. Hier kam erneut die für die Erfassung der Akzeptanz relevante Methodik des Testfelds Berlin zum Einsatz. In den beiden kürzeren Testserien wurden die Fragebögen ebenfalls vor und nach der Testfahrt in die Befragung eingefügt.

4.3.1.3 Studiendurchführung Mobilitätsdienstleistungen

Im Rahmen der Erstellung eines Anforderungskatalogs und Weiterentwicklung des Mobilitätsassistenten wurden Feldversuche mit Nutzern des MINI E in Berlin und Laborstudien in Chemnitz (Usability-Test, Heuristische Evaluation) durchgeführt. Der zeitliche Ablauf ist in Abbildung 5 dargestellt.

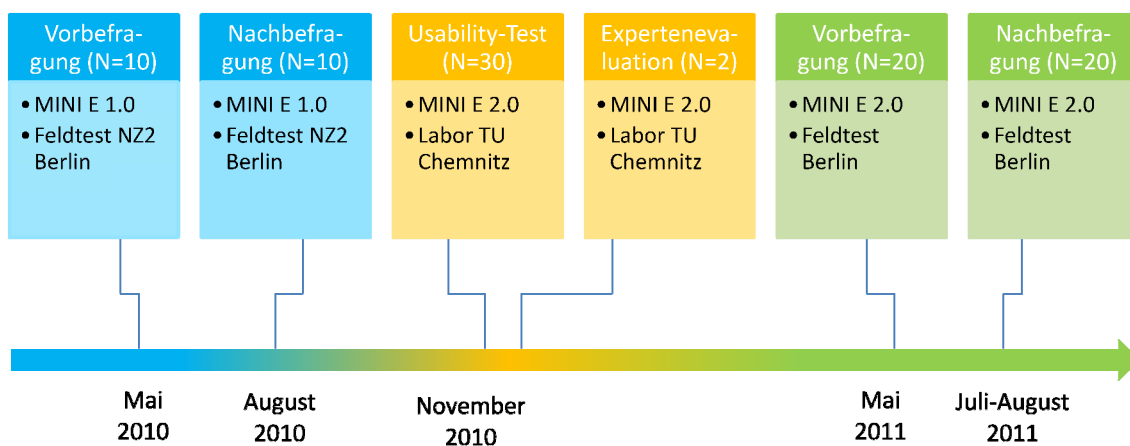


Abbildung 5: Ablauf der einzelnen Untersuchungen zum Mobilitätsassistenten.

Vorstudie mit Nutzern aus MINI E 1.0

Die Technische Universität Chemnitz führte im zweiten Nutzungszeitraum (nach Mittel- und Abschlusserhebung) des Projekts MINI E 1.0 eine Vorstudie zum Mobilitätsassistenten durch. Den zehn teilnehmenden Nutzern wurde ein iPhone mit der Applikation Mobilitätsassistent kostenfrei zur Verfügung gestellt. Vor Nutzung des Assistenten erhielten die Personen eine kurze, standardisierte Einführung in das Gerät und seine Funktionalitäten. Im Anschluss sollten sie eigenständig die zwei wesentlichen Funktionen des Mobilitätsassistenten, das Auffinden von öffentlichen Ladesäulen und das Suchen einer P+R-Verbindung, anhand einer

standardisierten Aufgabenstellung explorieren. Die Nutzer wurden sowohl vor der Nutzung des Assistenten als auch nach dreimonatigem Gebrauch befragt.

Usability-Test

Die Erhebung zur Usability des Mobilitätsassistenten fand im November 2010 in Laborräumen der Technischen Universität Chemnitz statt. Vor Nutzung des Mobilitätsassistenten erhielten die Studienteilnehmer fünf Minuten Zeit, sich mit dem Gerät und seinen Funktionalitäten vertraut zu machen. Im Anschluss bearbeiteten sie vier Aufgaben, deren Instruktion jeweils standardisiert auf einem Bildschirm dargeboten wurde, um Versuchsleitereffekte zu minimieren. Um den erfolgreichen Abschluss der Aufgabe zu kontrollieren, beantworteten die Teilnehmer nach der Durchführung jeweils Fragen zu den Aufgaben. Während der Aufgabenbearbeitung wurden das iPhone fixiert und die motorischen Aktivitäten der Teilnehmer gefilmt. Weiterhin wurden die Teilnehmer instruiert, während der Bearbeitung die Methode des *Lauten Denkens* anzuwenden (Ericsson & Simon, 2005). Im Anschluss erfolgte eine Befragung mittels Onlinefragebogen.

Heuristische Evaluation

Bei der Heuristischen Evaluation bearbeiteten zwei Usability-Experten die vier Aufgaben des Usability-Tests und achteten dabei verstärkt auf Schwächen in der intuitiven Bedienung und Darstellung von Schaltflächen/Icons des Mobilitätsassistenten. Sie bewerteten die Usability-Probleme anhand der Heuristiken nach Nielsen (1994a) und der DIN EN ISO 9241-110 (Europäisches Komitee für Normung, 2006). Weiterhin bewerteten die Experten die Probleme nach ihrem Schweregrad. Alle Auffälligkeiten wurden in einem Protokoll dokumentiert, sodass abschließend die genannten Probleme und Auffälligkeiten zu Kategorien zusammengefasst werden konnten.

Feldstudie in MINI E 2.0

Die Feldstudie im Rahmen von MINI E 2.0 wurde mit 20 der MINI E-Nutzer durchgeführt, die sich freiwillig für eine Teilnahme gemeldet hatten und ebenfalls kostenfrei ein iPhone mit der Applikation Mobilitätsassistent erhielten. Vor Nutzung wurden die Teilnehmer von einer Mitarbeiterin der BMW AG in das Gerät und die Funktionen des Mobilitätsassistenten eingewiesen. Am Ende der Einführung bearbeiteten sie wie im Projekt MINI E 1.0 selbstständig eine Aufgabe, bei der sie die Route zu einer Ladesäule ermitteln sollten. Anschließend wurden die Nutzer mittels Fragebogen zu ihren ersten Eindrücken und Erwartungen an die Nutzung der Applikation befragt. Nach drei Monaten Nutzungszeit erfolgte die Nachbefragung durch einen Onlinefragebogen, in welchem die Erfahrungen mit dem Mobilitätsassistenten erfasst wurden.

4.3.2 Studiendurchführung Flottennutzer

Im Anwendungsfeld Flottennutzung kamen 38 MINI E zum Einsatz. Davon wurden 28 Fahrzeuge in Flotten von elf verschiedenen Unternehmen eingesetzt, was zu großer Variation in Bezug auf die Größe von Nutzerkreis und Nutzungsintensität führte. Die übrigen zehn MINI E befanden sich im Carsharingbetrieb. In beiden Nutzergruppen wurden Onlinebefragungen durchgeführt. Die Nutzer der Fuhrparkfahrzeuge wurden vor der ersten Buchung des MINI E sowie während der Nutzung befragt. Die Vorbefragung startete bei den ersten Unternehmen im März und beim letzten Unternehmen Anfang Mai 2011 und konnte bis Ende Mai 2011 von Nutzern im Internet ausgefüllt werden. Für die Nutzer der Fahrzeuge im Carsharing entfiel die Vorbefragung aus organisatorischen Gründen. Die Befragung während der Nutzung konnte zwischen Mitte Juli und Mitte August 2011 von Fuhrpark- und Carsharingnutzern ausgefüllt werden. Dies war der letzte mögliche Zeitpunkt, an dem eine Aufbereitung, Integration und Auswertung der Daten gewährleistet werden konnte. Die Forschungsmethodik wurde angepasst, um Potenziale und Herausforderungen der Einsatzmöglichkeiten von Elektrofahrzeugen in Fuhrparks und Carsharingbetrieben identifizieren und miteinander vergleichen zu können und so Implikationen für eine weitere Eingrenzung erfolgversprechender Nutzungsformen für Elektromobilitätssysteme zu generieren.

5 Wissenschaftlicher Stand, an den angeknüpft wurde

5.1 Ältere Feldstudien mit erfahrenen Nutzern

Auf internationaler Ebene wurde in den siebziger Jahren erstmals eine ganze Reihe von Feldstudien zur Elektromobilität durchgeführt. Innerhalb dieser wurde zunächst wenig Gewicht auf nutzerbezogene Aspekte gelegt. Typisch für den damaligen Forschungsstand war die Konzentration auf technische Leistungsmerkmale, insbesondere auf Leistung und Lebensdauer der Batterie, welche als problematisch eingestuft wurden. Ein Beispiel für eine frühe Studie stellt der Erfahrungsbericht von Bish und Tietmeyer (1983) dar, die 35 Servicefahrzeuge einer Telefongesellschaft mit Elektroantrieb ausrüsteten. In dieser Studie trat aufgrund des Flottenkontexts relativ wenig Varianz im Ladeverhalten auf. Das in grundlegenden Parametern (gefahrte Distanz, Charakteristik der Strecken) aufgezeichnete Nutzungsverhalten sprach ebenfalls für eine sehr gleichmäßige Nutzung. In der Studie wurde keine Erhebung subjektiver Nutzerdaten berichtet. Ende der siebziger Jahre startete in den USA eine große Feldstudie (*Site Operator Program*), welche bis in die neunziger Jahre fortgeführt wurde. Innerhalb dieser Studie untersuchten u.a. Universitäten und Unternehmen verschiedene Elektrofahrzeuge. Schwerpunkt dieser Feldstudie war die Testung der Reliabilität technischer Komponenten. Bezüglich nutzerbezogener Aspekte setzte die Universität von Florida Datenlogger zur Erfassung von Nutzungsverhalten ein (z.B. Fahrdauer, -distanz, Geschwindigkeit) und das Stromversorgungsunternehmen *Orcas Power and Light Company* schilderte eine punktuelle Erfassung des Erlebens der Nutzer. Auch beim 1996 begonnenen Folgeprojekt (Francfort, O'Hara, & Slezak, 1999) ging man in geringem Maße auf das Erleben und Verhalten der Nutzer ein. Zwei weitere Studien führten intensive Nutzerbefragungen durch. In einer Studie von Golob und Gould (1998), in der Nutzer in einer zweiwöchigen Nutzungsphase mit einem Elektroauto fahren, kamen neben Befragungen auch Wegetagebücher zur Untersuchung des Mobilitätsverhaltens zum Einsatz. Als Ergebnis zeigte sich, dass die Nutzer an den meisten Tagen weniger als 50 Meilen (ca. 80 km) zurücklegten, aber bei Elektrofahrzeugen dennoch eine Mindestreichweite von mehr als 100 Meilen (ca. 161 km) erwarteten. Eine weitere Feldstudie wurde in Schweden durchgeführt (Gärling & Johansson, 1999). Hierbei nutzten mehrere Familien ein Elektrofahrzeug drei Monate lang. Vor, während und nach der Nutzung wurden sie bezüglich ihrer Erfahrungen und Kaufbereitschaft interviewt. Die Ergebnisse zeigten einen Zuwachs der Kaufbereitschaft und eine positivere Einstellung zu Elektrofahrzeugen nach der Nutzung.

Auf nationaler Ebene gab es in den neunziger Jahren umfangreichere Feldstudien zur Elektromobilität. Allerdings wurden neben den Studien der Deutschen Post (Goldstein, Brown, & Koretz, 1999) und der Rügen-Studie (Eden, Heber, Höpfner, & Voy, 1997) keine nennenswerten Erkenntnisse zu nutzerbezogenen Aspekten publiziert. Auch innerhalb der beiden erwähnten Studien konzentrierte man sich auf die Erforschung der technischen

Umsetzbarkeit; nutzerbezogene Aspekte wurden nicht im Detail untersucht. Zudem wurden nur sehr wenige Ergebnisse aus diesen Studien überhaupt veröffentlicht. Die veröffentlichten Erkenntnisse, wie die damalige, tendenziell negative Bewertung der Praxistauglichkeit (Pehnt, Höpfner, & Merten, 2007), können aufgrund des technischen Fortschritts innerhalb der Elektromobilität kaum auf heutige Elektrofahrzeuge übertragen werden. Aufgrund der wenigen veröffentlichten Details zu beiden Feldstudien, konnte auf sie in der vorliegenden Studie nur bei wenigen methodischen Aspekten zurückgegriffen werden.

5.2 Neuere Studien mit unerfahrenen Nutzern

In weiteren Studien aus dem internationalen Umfeld wurden nutzerbezogene Aspekte bei Elektromobilität durchaus untersucht. So wurden die Befunde von Chéron und Zins (1997) in die methodischen Überlegungen zum Projekt MINI E 2.0 einbezogen und die Verwendung von Conjoint Analysen in diese Untersuchung aufgenommen. Anhand von Conjoint Analysen ist es möglich, die Präferenzen der Nutzer zu erfassen und Barrieren zu identifizieren, die den Kauf eines Elektrofahrzeugs möglicherweise verhindern. Innerhalb der Studie von Chéron und Zins (1997) beurteilten die Versuchsteilnehmer vor allem Leistungsmerkmale der Batterie als problematischen Aspekt von Elektrofahrzeugen. Weitere Studien, die bei den Überlegungen zum methodischen Aufbau dieser Studie eine wesentliche Rolle spielten, wurden von der Arbeitsgruppe um Tom Turrentine an der UC Davis, USA, durchgeführt. Diese sind sozial- und verhaltenswissenschaftlich ausgerichtet. Schon in den neunziger Jahren veröffentlichte die Forschergruppe Arbeiten, mit denen das Marktpotenzial für damalige Elektrofahrzeuge abgeschätzt werden sollte (Kurani, Turrentine, & Sperling, 1996). Wie bereits erwähnt, lassen sich diese Ergebnisse von Studien mit früheren Elektroautos nicht ohne Weiteres auf neue Einsatzszenarien übertragen. Eine andere Studie dieser Gruppe wurde mit Fahrern von Hybridfahrzeugen durchgeführt, die ihre Fahrzeuge auf Plug-in Hybride umgerüstet hatten (Kurani, Heffner, & Turrentine, 2008). Auch hierbei wurden viele Nutzeraspekte untersucht (z.B. Erwartungen, Präferenzen, Akzeptanz neuer Teiltechnologien und Nutzerverhalten), um Anforderungen an zukünftige Elektrofahrzeuge zu ermitteln. In einer weiteren Studie (Kurani et al., 2008) wurden Fahrzeugaspekte bestimmt, die für die Wahl eines neuen Fahrzeugs relevant sind. Des Weiteren wurden in diesem Zusammenhang kognitive Entscheidungsmuster untersucht. Dabei argumentierten die Autoren, dass Fahrzeugkäufer bei der Bewertung verschiedener Fahrzeugalternativen im Alltag weit weniger rational vorgehen als gemeinhin angenommen wird. Diese Ergebnisse gaben Hinweise auf Barrieren und Potenziale von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb, die im geplanten Projekt weiter untersucht werden konnten. Schließlich wurden in einer anschließenden Studie zum Kaufverhalten mit Hilfe von spielbasierten Erhebungsmethoden Präferenzen hinsichtlich der Gestaltung von Fahrzeugen mit (partiell) Elektroantrieb identifiziert (Axsen & Kurani, 2009). Zudem wurden Potenziale von Fahrzeugen mit Elektroantrieben abgeschätzt. Die Ergebnisse in Bezug auf beide Aspekte wurden im vorliegenden Projekt berücksichtigt.

Als Ansatz zur Erhebung der Akzeptanz wurde die Theorie des geplanten Verhaltens (Ajzen, 1991) herangezogen, bei dem aus beobachtbarem Verhalten (z.B. Kauf oder Nutzungsintensität eines Elektrofahrzeugs) Rückschlüsse auf die Akzeptanz gezogen werden. Die Theorie geht davon aus, dass jedem beobachtbaren Verhalten stets die Absicht vorausgeht, dementsprechend zu handeln. Diese sogenannte Verhaltensintention wird durch drei Faktoren beeinflusst: der Einstellung gegenüber einem bestimmten Verhalten, den wahrgenommenen Überzeugungen im sozialem Umfeld (subjektive Norm) und der Überzeugung, das Verhalten kontrollieren zu können (wahrgenommene Verhaltenskontrolle). Für einige Faktoren der Theorie des geplanten Verhaltens (Ajzen, 1991) wurden Items entwickelt und bereits im Projekt MINI E 1.0 eingesetzt. In der vorliegenden Studie kam ebenfalls die Van der Laan-Skala (van der Laan, Heino & de Waard, 1997) mit ihren zwei Dimensionen *Zufriedenstellung durch das Produkt* und *Brauchbarkeit des Produkts* als einfache und häufig genutzte Methode zur Erfassung der Einstellungen zu Elektrofahrzeugen zum Einsatz.

5.3 Aktuelle Feldprojekte

In den letzten Jahren wurden mehrere internationale Feldprojekte durchgeführt (z.B. SMART MOVE, VLOTTE, CENEX, EV Project). Zum Zeitpunkt der Projektkonzeption von MINI E 2.0 waren allerdings nur wenige Ergebnisse dieser Studien publiziert worden, sodass nur in geringem Maße auf Erkenntnisse dieser aktuellen Projekte zurückgegriffen werden konnte. Wesentliche Anhaltspunkte bei der Konzeption ergaben sich hingegen aus dem Vorgängerprojekt MINI E 1.0 (Krems, 2011), in dem die Alltagstauglichkeit von Elektromobilität untersucht wurde. Aus dieser Feldstudie standen sowohl eine umfangreiche Methodik als auch detaillierte Ergebnisse zur Verfügung, die bei der Konzeption des Projekts MINI E 2.0 berücksichtigt wurden. Die Feldstudie setzte sich aus zwei aufeinanderfolgenden, sechsmonatigen Nutzungszeiträumen zusammen, in denen jeweils 40 Nutzer mit MINI E-Fahrzeugen fuhren. Die Mehrheit der Nutzer zeigte eine hohe Akzeptanz gegenüber Elektromobilität, welche sich im Verlauf der Nutzung steigerte. Am Ende der Nutzungszeiträume gaben die Nutzer mehrheitlich an, dass die Alltagstauglichkeit der Elektrofahrzeuge bereits ein hohes Niveau erreicht habe. Da im Projekt MINI E 1.0 bei allen Nutzern eine Lademöglichkeit am privaten Stellplatz installiert wurde, blieb offen, ob sich die Ergebnisse auch auf Nutzer übertragen lassen, welche auf die öffentliche Ladeinfrastruktur angewiesen sind. Diese Frage sollte im Projekt MINI E 2.0 beantwortet werden.

Weitere Studien mit dem MINI E wurden in Großbritannien, Frankreich und den USA durchgeführt. Die englische MINI E-Studie, die weitgehend auf der Methodik der ersten Berliner MINI E-Studie aufbaute, wurde von der Oxford Brookes University durchgeführt. Im Zentrum der Betrachtung standen vor allem Erleben und Verhalten von Flottennutzern im Kontext Elektromobilität (Burgess, 2010). Die gewonnenen Erkenntnisse lieferten für die vorliegende Studie einen wertvollen Beitrag zur Justierung der Befragungsinstrumente im

Anwendungsfeld Flottennutzung. Die US-amerikanische Studie wurde von der Forschergruppe um Prof. Tom Turrentine an der UC Davis durchgeführt, deren Ergebnisse in der Projektlaufzeit von MINI E 2.0 publiziert wurden (Turrentine, Garas, Lentz & Woodjack, 2011). Der Austausch mit der Forschergruppe legte eine wertvolle Basis für die methodische Gestaltung der ersten Berliner MINI E-Studie und beeinflusste auch die Konzeption der vorliegenden zweiten Studie. Obwohl ein empirischer Abgleich der Daten von Nutzern in den verschiedenen Ländern noch nicht vorliegt, deuten sich kulturelle Unterschiede, z.B. bei der eingeschätzten Bedeutung regenerativer Energien für Elektromobilität an. In den USA scheint dieses Thema für die Nutzer einen geringeren Stellenwert einzunehmen als in der deutschen Stichprobe.

Verschiedene Autoren wiesen bereits in der Vergangenheit auf die Bedeutung der tatsächlichen Testung von Produkten (Smith & Swinyard, 1983) und die Wirkung alltagsnaher Nutzung auf die Einstellung gegenüber Elektrofahrzeugen Gould & Golob (1998) hin. In der oben bereits erwähnten US-amerikanischen MINI E-Studie konnte zudem gezeigt werden, dass Nutzer nach Fahrerfahrungen eher gewillt waren, ein Elektrofahrzeug zu kaufen (Turrentine et al., 2011). Auch in einer schwedischen (Gärling & Johansson, 1999) und einer britischen (CENEX, 2010) Studie zur Elektromobilität zeigte sich, dass die Dauer der Nutzung einen Einfluss auf die Einstellung hat. In der vorliegenden Studie wurde darauf aufbauend untersucht, ob bereits kurze Nutzungszeiträume einen positiven Einfluss auf die Akzeptanz gegenüber Elektrofahrzeugen haben.

6 Kooperationspartner Industrie

Wie schon im Projekt MINI E 1.0 waren die Konsortialpartner Vattenfall Europe AG und BMW AG die Hauptkooperationspartner der wissenschaftlichen Begleitforschung an der Technischen Universität Chemnitz. In engem Austausch in Form regelmäßiger Projekt- bzw. Konsortialtreffen konnten die Forschungsziele aller Parteien für die Nutzerbefragung zunächst gemeinsam definiert und später im Projekt realisiert werden. Für die Nutzerstudie lieferten die Vattenfall Europe AG und die BMW AG wertvollen Input zu energie- und automobiltechnischen Aspekten der Elektromobilität.

7 Ergebnisse

7.1 Stichproben

7.1.1 Privatnutzer

7.1.1.1 Feldphase

Bei den 1.867 Bewerbern für eine Teilnahme an der Studie betrug das durchschnittliche Alter 39 Jahre. Der Frauenanteil lag bei 17%. Die Mehrheit der Bewerber besaß mindestens einen Zweitwagen. Bei den 30 ausgewählten Nutzern handelte es sich um vier Frauen (13%) und 26 Männer (87%), welche durchschnittlich 45 Jahre alt waren. Die ausgewählten Nutzer waren insgesamt sehr gut ausgebildet und verfügten über ein überdurchschnittlich hohes Einkommen. Mit jeweils sechs Personen waren Geschäftsführer und Wissenschaftler die am häufigsten repräsentierten Berufsgruppen. Als ausschlaggebende Gründe für ihre Bewerbung zum Projekt nannten die meisten Bewerber ihr Interesse an einer neuen nachhaltigen und sauberen Technologie der Zukunft und damit zusammenhängend den Beitrag zum Umweltschutz. 27 der 30 Nutzer besaßen vor und während der Studie einen Zweitwagen (Hybridhaushalt). Drei Nutzer konnten während der Nutzungszeit nur auf den MINI E zurückgreifen. Unter den zehn Nutzern im P+R Anwendungsfeld waren 20% weiblich. Das durchschnittliche Alter lag bei 46 Jahren. Im P+C Anwendungsfeld nahmen zwei Frauen (10%) teil. Die Teilnehmer waren im Mittel 45 Jahre alt. Eine ausführlichere Übersicht der Stichprobeneigenschaften sowie ein Vergleich mit der Stichprobe des Vorgängerprojekts MINI E 1.0 ist in Tabelle 1 dargestellt. Es wird eine große Ähnlichkeit zwischen den unterschiedlichen Stichproben deutlich.

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Stichproben von Privatnutzern in den Projekten MINI E 1.0 und MINI E 2.0.

Eigenschaft		Stichprobe		
		MINI E 1.0	MINI E 2.0	
		N=80	P+R N=10	P+C N=20
Alter	Ø Jahre	45	46	45
Geschlecht	Weiblich	18%	20%	10%
	Männlich	82%	80%	90%
Haushaltsstruktur	1 Person	8%	20%	20%
	2 Personen	38%	50%	45%
	≥ 3 Personen	55%	30%	35%

Eigenschaft		Stichprobe		
		MINI E 1.0	MINI E 2.0	
				P+R
		N=80	N=10	N=20
	Keine Kinder im Haushalt	63%	90%	70%
Anzahl PKW im Haushalt vor der Studie	Kein Fahrzeug	5%	0%	15%
	1 Fahrzeug	36%	40%	50%
	2 Fahrzeuge	43%	40%	25%
	≥ 3 Fahrzeuge	16%	20%	10%
Anzahl PKW pro Erwachsener im Haushalt	∅	0,9	1,0	0,7
Durchschnittliche Fahrleistung pro Jahr vor der Studie	0-10.000km	14%	10%	40%
	10.000-20.000	55%	60%	50%
	20.000-30.000	25%	30%	0%
	≥ 30.000	6%	0%	10%
Bildung	FH/Universitätsabschluss	86%	90%	100%
Monatliches Nettohaushalts-einkommen	> 3.000	90%	80%	90%

Aus der Gruppe der Privatnutzer beendete ein Nutzer aus dem Anwendungsfeld P+R die Projektteilnahme, bevor die Befragung während der Nutzung stattfand. Insgesamt fällt die Dropout-Rate mit 3% im Vergleich zu anderen Feldstudien sehr niedrig aus.

7.1.1.2 Testserien an der Technischen Universität Chemnitz

Es bewarben sich 410 Personen für die Testserien, darunter 98 Frauen (24%). Die Bewerber waren durchschnittlich 34 Jahre alt und verfügten überwiegend über einen (42%) oder zwei PKW (35%). Wie

Tabelle 2 zeigt, konnten für alle drei Testserien Teilnehmer gewonnen werden, die den Privatnutzern in Berlin in wesentlichen Merkmalen hinreichend ähnelten. Einzig beim Merkmal Haushaltsnettoeinkommen ergaben sich zwischen Privatnutzern und Teilnehmern der Testserien größere Unterschiede, da nahezu die Hälfte der Bewerber in Chemnitz (49%) über ein Haushaltsnettoeinkommen unter 3.000 Euro verfügte. Die hohe Übereinstimmung der Stichprobenzusammensetzungen in Feldphase und Testserien trug dazu bei, stichprobenbedingte Störeinflüsse auf die Ergebnisse zu minimieren und ermöglichte den unmittelbaren Vergleich der gewonnenen Daten. Die Stichproben der einzelnen Testserien werden im Folgenden genauer beschrieben.

Tabelle 2: Gegenüberstellung der Stichproben von Privatanutzern und Teilnehmern der Testserien.

Eigenschaft		Stichprobe			
		Feldstudie N=30	Testserien an der Technischen Universität Chemnitz		
			Begleitete Probefahrten N=58	Begleitete längere Fahrten N=24	Unbegleitete Tagesnutzung N=30
Alter	Ø Jahre	45	37	32	46
Geschlecht	Weiblich	13%	20%	21%	10%
	Männlich	87%	80%	79%	90%
Haushaltsstruktur	1 Person	20%	24%	29%	7%
	2 Personen	47%	32%	29%	40%
	≥ 3 Personen	33%	44%	37%	53%
	Keine Kinder im Haushalt	77%	80%	75%	64%
Anzahl PKW im Haushalt vor der Studie	Kein Fahrzeug	10%	5%	0%	0%
	1 Fahrzeug	47%	54%	58%	20%
	2 Fahrzeuge	30%	25%	33%	64%
	≥ 3 Fahrzeuge	13%	16%	8%	16%
Anzahl PKW pro Erwachsener im Haushalt	Ø	0,8	0,8	0,9	0,9
Bildung	FH/Universitätsabschluss	97%	54%	96%	84%
Monatliches Nettohaushaltseinkommen	> 3.000	90%	28%	33%	64%

Begleitete Probefahrten

An den begleiteten Probefahrten nahmen 59 Personen teil, von denen der Großteil männlich war (80%). Eine Person brach die Untersuchung nach der Vorbefragung ab. Die verbleibenden Teilnehmer waren durchschnittlich 37 Jahre alt und hatten überwiegend einen hohen Bildungsstand. Zum monatlichen Nettoeinkommen im gesamten Haushalt machten 9% der Teilnehmer keine Angabe. Bei 20% der Teilnehmer lag das Einkommen unter 1.500 Euro im Monat, bei 42% zwischen 1.500 und 3.000 Euro und bei 25% zwischen 3.000 und 4.500 Euro. Lediglich 3% der Teilnehmer gaben ein Einkommen von 4.500 bis 6.000 Euro an. Über ihren Führerschein verfügten die Teilnehmer im Durchschnitt seit 17 Jahren. Lediglich 5% der

Teilnehmer hatten keinen Zugang zu einem PKW. Mehr als die Hälfte der Nutzer (54%) hatte Zugang zu einem PKW, ein Viertel der Nutzer Zugang zu zwei PKW und ein geringerer Prozentsatz der Teilnehmer (16%) Zugang zu drei oder mehr PKW.

Begleitete längere Fahrten

Insgesamt nahmen 24 Personen an der Untersuchung teil, von denen 19 männlich (79%) und fünf weiblich (21%) waren. Das Durchschnittsalter lag bei 32 Jahren. Die Teilnehmer verfügten über ein hohes bis sehr hohes Nettoeinkommen im gesamten Haushalt: Bei 46% lag das Haushaltseinkommen zwischen 1.500 und 3.000 Euro, bei 29% zwischen 3.000 und 4.500 Euro und bei 4% über 6.000 Euro. Fünf Personen machten keine Angaben über das Nettoeinkommen im gesamten Haushalt. Die Teilnehmer verfügten im Mittel seit etwa 14 Jahren über ihren Führerschein. Von ihnen hatten 14 Personen Zugang zu einem PKW (58%), acht Personen zu zwei Fahrzeugen (33%) und jeweils eine Person hatte Zugang zu drei bzw. fünf PKW (jeweils 4%).

Unbegleitete Tagesnutzung

An der unbegleiteten Tagesnutzung nahmen 30 Personen teil, darunter 3 Frauen (10%) und 27 Männer (90%). Das durchschnittliche Alter lag bei 46 Jahren, die durchschnittliche Länge des Führerscheinbesitzes bei 27 Jahren. Zu ihrem monatlichen Nettoeinkommen des gesamten Haushalts machten sieben Personen keine Angabe (23%). Bei 3% der Befragten lag das Haushaltseinkommen unter 1.500 Euro, bei 10% zwischen 1.000 und 3.000 Euro, bei 33% zwischen 3.000 und 4.500 Euro und bei 17% zwischen 4.500 und 6.000 Euro. Die verbleibenden 14% der Teilnehmer verfügten über ein Nettoeinkommen von mehr als 6.000 Euro im gesamten Haushalt. Ein Fünftel der Teilnehmer hatte Zugang zu einem PKW, 64% zu zwei und 10% zu drei PKW. Jeweils 3% der Teilnehmer hatten Zugang zu vier bzw. sechs PKW.

7.1.1.3 Studie Mobilitätsdienstleistungen

Vorstudie in MINI E 1.0

An der Vorstudie zum Mobilitätsassistent im Rahmen von MINI E 1.0 nahmen zehn, ausschließlich männliche Nutzer des MINI E teil. Sie wurden im Rahmen des Projekts angesprochen und nahmen freiwillig an der Befragung teil. Fünf der zehn Nutzer hatten bereits Erfahrungen mit einem iPhone, iPod oder Smartphone gesammelt. Vier dieser Teilnehmer hatten diese Geräte sogar häufig benutzt.

Usability-Test

Am Usability-Test nahmen 35 Studierende (86% weiblich, 14% männlich) der Technischen Universität Chemnitz teil, die in den Studiengängen Psychologie (91%), Sensorik und kognitive

Psychologie (6%) und Maschinenbau (3%) studierten. Das Durchschnittsalter betrug 23 Jahre. Die Studierenden hatten die Möglichkeit, die Teilnahme als Studienleistung anrechnen zu lassen. 40% der Teilnehmer hatten bereits vor der Studie ein iPhone oder Smartphone genutzt, davon 14% bereits häufiger. 60% der Studierenden hatten zuvor noch nie ein iPhone oder Smartphone genutzt.

Heuristische Evaluation

Für die Heuristische Evaluation des Mobilitätsassistenten konnten zwei männliche Usability-Experten (Humboldt Universität Berlin, Technische Universität Chemnitz) gewonnen werden. Das durchschnittliche Alter betrug 32 Jahre. Beide Experten hatten bereits an zahlreichen Projekten zur Gebrauchstauglichkeit von Mensch-Maschine-Schnittstellen, Software-Systemen und interaktiven Schaltflächen mitgewirkt.

Feldstudie in MINI E 2.0

20 Nutzer aus der zweiten Feldstudie mit dem MINI E in Berlin nahmen freiwillig an der Untersuchung zum Mobilitätsassistenten teil. Darunter waren zwölf P+C- und acht P+R-Nutzer. Es nahmen 16 Männer (80%) und vier Frauen (20%) an der Untersuchung teil, was dem Geschlechterverhältnis in der Gesamtstichprobe der Privatnutzer entsprach. Im Durchschnitt waren die Teilnehmer 45 Jahre alt. Von den Nutzern besaßen zwölf bereits Erfahrungen im Umgang mit einem iPhone, iPod oder Smartphone, wobei acht Teilnehmer solche Geräte häufiger nutzten.

7.1.2 Flottennutzung

7.1.2.1 Fuhrpark

Es kamen insgesamt 28 Fahrzeuge in elf verschiedenen Unternehmen zum Einsatz. Die Fahrzeuge wurden in die bestehenden Flotten integriert und konnten von den Mitarbeitern über das jeweilige Buchungsverfahren gebucht werden. Die ersten Fuhrparks erhielten die Elektrofahrzeuge im März 2011. Im Unterschied zu den übrigen Testfeldern konnten im Rahmen der Flottennutzung die Nutzer nicht explizit durch die wissenschaftliche Begleitforschung in einem Bewerbungsverfahren ausgewählt werden. Stattdessen wurde ein Nutzer dadurch definiert, dass er die Möglichkeit hatte, auf den MINI E zuzugreifen.

An der Vorbefragung beteiligten sich insgesamt 70 Nutzer. Diese wurden zur Nachbefragung eingeladen. Außerdem wurden von Ansprechpartnern der einzelnen Unternehmen Personen eingeladen, die den MINI E genutzt, aber nicht an der Vorbefragung teilgenommen hatten. An der Nachbefragung nahmen 51 Nutzer teil. Insgesamt bearbeiteten 29 Befragte sowohl Vor- als auch Nachbefragung vollständig. Da für Fragestellungen zur Akzeptanz vor allem der Prä-Post-Vergleich von Nutzereinstellungen bedeutsam war, wurden für Auswertungen in diesem Themenbereich nur die Daten dieser 29 Nutzer betrachtet. Bei den anderen Fragestellungen,

bei denen v.a. die Sicht während der Nutzung des MINI E von Interesse war, wurden die Daten aller 51 Teilnehmer der Nachbefragung in die Auswertungen einbezogen. Aus den verwendeten Datensätzen wurden Personen ausgeschlossen, welche die eingesetzten Fragebögen unvollständig bearbeitet oder den MINI E nicht genutzt hatten.

Die Befragten waren überwiegend männlich (79%). Das Alter lag im Durchschnitt bei 45 Jahren, was vergleichbar mit den Privatnutzern ist. 11% der Teilnehmer begleiteten eine Position im oberen Management, 34% arbeitenden im mittleren und 15% im unteren Management. 34% der Nutzer gehörten der operativen Ebene an und 6% gaben Sonstige als Einsatzgebiet an. Für die Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass nur wenige Nutzer hohe Nutzungsintensitäten des MINI E berichteten. Etwa ein Drittel (35%) buchte den MINI E nur ein- oder zweimal. 24% der Befragten buchten das Fahrzeug mehr als zehn Mal. Der Erfahrungsstand der Befragten ist daher trotz des bis zu vier Monate dauernden Nutzungszeitraums nicht vergleichbar mit dem der Privatnutzer.

7.1.2.2 Carsharing

An den Carsharingclub wurden Ende Mai/Anfang Juni 2011 zehn Fahrzeuge übergeben. Es konnten nur die Fahrer des MINI E befragt werden, von denen eine Einverständniserklärung vorlag. Allerdings konnte erst sehr verzögert mit der Befragung begonnen werden, da nur wenige Personen bis Mitte/Ende Juli 2011 das Fahrzeug genutzt hatten. Die Onlinebefragung wurde Mitte August 2011 beendet, um wie bei den Firmenflotten und Privatnutzern noch eine Aufbereitung, Integration und Auswertung der Daten für die Berichtlegung gewährleisten zu können. Es nahmen insgesamt zwölf Nutzer an der Befragung teil, wobei ein Befragter angab, nicht mit dem MINI E gefahren zu sein und deshalb aus dem Datensatz ausgeschlossen wurde.

Die Nutzer waren vorwiegend männlich (91%) und durchschnittlich 37 Jahre alt. Eine Mitgliedschaft im Carsharingclub bestand bei 46% der Nutzer erst seit dem Jahr 2011. Zwei Nutzer hingegen waren bereits seit 15 bzw. 18 Jahren Mitglieder. Die Befragten nutzten Carsharing in einer typischen Woche durchschnittlich einmal. Im Mittel buchten die Nutzer den MINI E während der Nutzungsphase zweimal und fuhren 100 Kilometer mit dem Elektrofahrzeug. Auch dies deutet im Vergleich zu den Privatnutzern auf einen deutlich geringeren Erfahrungshintergrund mit dem MINI E hin. Keiner der Nutzer hatte bereits an der Befragung in MINI E 1.0 teilgenommen.

7.2 Überblick über die Forschungsmethodik

Bei der Methodenwahl konnte auf die Erfahrungen aus früheren Untersuchungen, besonders aus dem vorangegangenen Projekt MINI E 1.0 zurückgegriffen werden (vgl. auch Krems, Franke, Neumann, & Cocron, 2010; Neumann, Cocron, Franke, & Krems, 2010; Cocron et al. 2010). Es wurden bewährte Methoden auf die besonderen Fragestellungen dieser Studie zugeschnitten und neue Methoden implementiert.

Inhaltlich gruppierten sich die Untersuchungsmethoden um folgende sechs Fokusthemen:

- wahrgenommene Vor- und Nachteile,
- Akzeptanz,
- Alltagstauglichkeit,
- Mobilität,
- W2V als Teil des Gesteuerten Ladens und
- Mobilitätsdienstleistungen.

7.2.1 Privatnutzer

7.2.1.1 Feldphase

Die Untersuchung der Feldphase umfasste drei Erhebungszeitpunkte (vor Nutzung, während der Nutzung, nach Nutzung). Während vor Nutzung überwiegend Erwartungen und Meinungen erhoben wurden, standen die Erfahrungen der Nutzer bei den beiden anderen Messzeitpunkten im Vordergrund. Die verschiedenen Erhebungszeitpunkte im Privatnutzerkontext und die jeweils eingesetzte Methodik zeigt der Zeitstrahl in Abbildung 5.

Interviews

Face-to-Face Interviews wurden in den ersten beiden Erhebungen durchgeführt. Hierbei wurden offene Fragen explorativ eingesetzt, um die mit anderen Methoden erfassten quantitativen Daten zu ergänzen. Dieses Vorgehen hat sich besonders in neuen Forschungsfeldern bewährt, da dadurch nicht vorhersehbare Einflussfaktoren erfasst werden können. Die Interviews wurden aufgezeichnet und anschließend transkribiert und kodiert. Die gewonnenen Daten wurden mit Hilfe einer Software zur qualitativen Datenanalyse (MAXQDA) ausgewertet. Dieses Verfahren ist mit einem hohen Aufwand in der Kodierung und Auswertung verbunden. So beanspruchte die Aufbereitung einer Stunde Audiomaterial ca. viereinhalb Stunden Transkription und ca. vier Stunden Bereinigung und Kodierung der Transkripte. Die Daten aus den qualitativen Interviews bildeten Einstellungen, Erwartungen und Erfahrungen der Nutzer umfassend ab und wurden bei der Konstruktion von Items für spätere Erhebungszeitpunkte genutzt.

Fragebögen

Paper & Pencil-Verfahren

Des Weiteren kamen bei den ersten beiden Erhebungen auch Fragebögen zum Einsatz, die auf Instrumenten früherer Projekte (z.B. MINI E 1.0) beruhten und für die neuen Fragestellungen adaptiert oder neu entwickelt worden waren. Die Fragebögen wurden entweder von den Nutzern zu Hause bearbeitet oder in die Face-to-Face Interviews integriert. Zusätzlich wurden

Fragebögen bei der Beurteilung des Mobilitätsassistenten eingesetzt. Die Fragebögen umfassten je nach Erhebungszeitpunkt zwischen 100 und 281 Fragen.

Onlinefragebögen

Zu den letzten beiden Erhebungszeitpunkten (während der Nutzung, nach Nutzung) wurde jeweils eine Onlinebefragung eingesetzt, die mit der Software LimeSurvey (Version 1.90+ Build 9642) programmiert worden war. Der Onlinefragebogen während der Nutzung umfasste 174 Items, deren Bearbeitung ca. 40 Minuten dauerte. Die Nutzer sollten den Fragebogen innerhalb einer Woche vor ihrem Termin des Face-to-Face-Interviews ausfüllen. Der Fragebogen nach Nutzung umfasste 92 geschlossene Fragen, deren Bearbeitung etwa 20 Minuten in Anspruch nahm. Für die Beantwortung stand den Nutzern ein Zeitfenster von zwei Wochen zur Verfügung. Die eindeutige Zuordnung der Daten unterschiedlicher Erhebungszeitpunkte wurde durch einen individuellen Code gewährleistet, den die Nutzer zu Beginn der Befragungen angeben mussten. Die Teilnehmer hatten jederzeit die Möglichkeit, die Onlinebefragungen abzubrechen und zu einem späteren Zeitpunkt fortzusetzen.

Tagebücher

Wegetagebücher

Neben den Befragungsinstrumenten füllten die Privatnutzer Wegetagebücher vor Nutzung sowie während der MINI E-Nutzung aus. Wegetagebücher basieren auf bereits etablierten Verfahren zur Erfassung des Mobilitätsverhaltens (Kunert & Follmer, 2005). Sie kamen bereits bei Untersuchungen im Elektromobilitätskontext zum Einsatz (Golob & Gould, 1998; Krems et al., 2010) und eigneten sich auch für die Erforschung der Mobilitätsmuster in dieser Untersuchung. Die Privatnutzer füllten die Wegetagebücher jeweils für den Zeitraum einer vorher bestimmten Woche aus. Erfasste Variablen waren Zeitpunkt, Dauer, Entfernung und Zweck von Wegen. Durch den Vergleich der beiden Wegetagebücher, die vor und während der Nutzung ausgefüllt wurden, war es möglich, etwaige Veränderungen des Mobilitätsverhaltens durch die Nutzung von Elektrofahrzeugen identifizieren und quantifizieren zu können.

Ladetagebücher

Als Ergänzung zu den Wegetagebüchern kamen Ladetagebücher zum Einsatz, die im Vorläuferprojekt MINI E 1.0 entwickelt worden waren. Die Privatnutzer füllten diese zeitgleich mit den Wegetagebüchern während der Nutzung aus. Es wurden alle Ladevorgänge sowie Anzeigenstände zu Beginn und Ende eines Ladevorgangs protokolliert. Zusätzlich wurde die Lademotivation erfasst, indem die Nutzer angaben, aus welchem Anlass sie geladen hatten. Durch die Auswertung der Ladetagebücher ließen sich Schlussfolgerungen über Barrieren und Potenziale innovativer Ladekonzepte ableiten. Der Fokus der Auswertung bei den Nutzern im P+C-Anwendungsfeld lag auf Barrieren und Potenzialen der öffentlichen

Ladestruktur, bei den Nutzern im P+R-Anwendungsfeld auf Barrieren und Potenzialen des Konzepts W2V. Zwischen beiden Nutzergruppen wurden Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Ladeverhalten erforscht.

Tagebücher für besondere Ereignisse

Die Tagebücher für die Protokollierung besonderer Ereignisse wurden eigens für die vorliegende Studie entwickelt, um besonders positive oder negative Situationen zu erfassen, die sich im Zusammenhang mit der Nutzung des MINI E ereigneten. Die Teilnehmer sollten die Tagebücher im Handschuhfach des Autos mitführen, um zeitnah Eintragungen vornehmen zu können. In den Tagebüchern wurden den Nutzern Beispiele für besondere Ereignisse gegeben (z.B.: Die Lademöglichkeit war besetzt oder defekt.). Bei den Eintragungen handelte es sich um Datum, Uhrzeit, Ort sowie einer Kurzbeschreibung und quantitativen Bewertung des Ereignisses. Mit Hilfe dieser Daten wurden qualitativ auch Barrieren und Potenziale innerhalb der Elektromobilität erfasst, welche vorher nicht berücksichtigt werden konnten.

Datenlogger

Objektive Daten wurden in der vorliegenden Studie mit Hilfe von Datenloggern durch die BMW AG erfasst, um die subjektiven Daten aus Fragebögen, Interviews und Tagebüchern, die anfällig für Erinnerungslücken oder Antworttendenzen sind, zu ergänzen. Alle Fahrzeuge der 30 Privatnutzer und einzelne Flottenfahrzeuge ausgewählter Unternehmen waren mit Datenloggern ausgestattet. Die detaillierten Auswertungen der gewonnenen Daten wurden von der BMW AG durchgeführt. Im vorliegenden Bericht wird der Abgleich zwischen objektiven Datenloggerdaten und subjektiven Daten durch die Technische Universität Chemnitz vorgestellt. Eine eindeutige Zuordnung der objektiven Messdaten zu den Nutzern ließ sich nur bei den Privatnutzern realisieren, weshalb sich die Auswertung der Daten auf diesen Bereich beschränkt. Um eine eindeutige Zuordnung zu ermöglichen, wurden den Studienteilnehmern zwei unterschiedlich gekennzeichnete Schlüssel (Haupt- und Nebennutzerschlüssel) ausgehändigt. Die Privatnutzer wurden instruiert, den Hauptnutzerschlüssel ausschließlich selbst zu nutzen und alle anderen Fahrer des Fahrzeugs den Nebennutzerschlüssel verwenden zu lassen. Der Datenlogger zeichnete auf, welcher Schlüssel für die einzelnen Fahrten verwendet wurde. Zusätzlich erfasste er Informationen wie Uhrzeit, gefahrene Kilometer, Geschwindigkeiten, Temperatur-, Verbrauchs- und Fahrdaten. Diese Informationen wurden jeweils nach Ende einer Fahrt per UMTS an einen zentralen Server bei der BMW AG übertragen. Ein instruktionsgerechter Gebrauch der Schlüssel durch die Privatnutzer wurde im Interview überprüft. Über die Datenerfassung mit Datenloggern wurden die Studienteilnehmer informiert und stimmten ihr zu Beginn der Studie schriftlich zu.

Vor der Auswertung der Datenloggerdaten waren umfangreiche Vorbereitungsschritte notwendig (Lassarre et al., 2008), welche von der BMW AG und der wissenschaftlichen

Begleitforschung in enger Kooperation durchgeführt wurden. Die BMW AG stellte die Daten in aggregierter Form der wissenschaftlichen Begleitforschung zur Verfügung, die diese mittels Plausibilitätsanalysen und anschließenden Datenkorrekturen aufbereitete. Bei der Datenkorrektur wurden die Daten von solchen Privatanutzern komplett oder teilweise aus der Auswertungsstichprobe entfernt, die die Schlüsseltrennung nicht ausreichend beachtet hatten. Außerdem wurden die Daten um Fahrten bereinigt, die im Zeitraum von Werkstattaufenthalten oder vor Übergabe bzw. nach Abgabe der Fahrzeuge aufgezeichnet worden waren.

Conjoint Analyse

Bei der eingesetzten Conjoint Analyse handelte es sich um eine *stated-preference-Methode*, die bereits zur Erfassung von Präferenzstrukturen bei Elektrofahrzeugen eingesetzt wurde (Chéron & Zins, 1997; Krems et al., 2010). Bei diesem Verfahren wird davon ausgegangen, dass sich die Präferenz für ein Produkt aus dem Nutzen dieses Produkts ergibt, welcher sich wiederum aus Teilnutzenwerten zusammensetzt. Deren Beitrag kann durch eine Präferenzmessung bestimmt werden. In der vorliegenden Studie wurde eine Conjoint Analyse zur Messung der Präferenzen bei dem Produkt Elektrofahrzeug mit Hilfe der Sawtooth Software CBC/HB v4 (Software for Hierarchical Bayes Estimation for CBC Data, 2007) programmiert. Dabei wurde das *Choice-Based Conjoint-Verfahren* gewählt, weil sich bei diesem Verfahren auch bei einer hohen Anzahl von Entscheidungsmöglichkeiten mit wenigen Entscheidungen Präferenzen berechnen lassen (Orme, 1996). Für die Präferenzstrukturbestimmung wurden vier Eigenschaften des Produkts ausgewählt, um deren Teilnutzenwert zu bestimmen. Um die Vergleichbarkeit mit dem Vorgängerprojekt MINI E 1.0 zu gewährleisten, handelte es sich hierbei um die Eigenschaften

- Reichweite (100 km, 200 km, 300 km, 400 km),
- CO₂-Emissionen (5 g/km, 50 g/km, 90 g/km, 130 g/km),
- Ladedauer von 0-100% (½ Std., 4 Std., 8 Std., 12 Std.) und
- monatliche Leasingrate (200 €, 400 €, 600 €, 800 €).

Die Conjoint Analyse simulierte den Abwägungsprozess bei einem Leasingvorgang. Die Nutzer sollten sich vorstellen, dass sie in einem Autohaus eine Wahl zwischen drei Elektrofahrzeuge treffen. Für jedes Elektrofahrzeug wurden die vier genannten Produkteigenschaften angegeben, welche den Nutzern randomisiert auf dem Computer dargeboten wurden (siehe Abbildung 6). Die Nutzer wurden instruiert, sich für das geeignetste Elektrofahrzeug oder für keine der drei Alternativen zu entscheiden. Dieser Entscheidungsvorgang erfolgte 15 Mal.

Für welches der drei dargebotenen Elektrofahrzeuge würden Sie sich entscheiden?

100 km Reichweite 0,5 Stunden Ladedauer 5 g / km CO2-Ausstoß 800 € / Monat	300 km Reichweite 4 Stunden Ladedauer 50 g / km CO2-Ausstoß 400 € / Monat	200 km Reichweite 8 Stunden Ladedauer 90 g / km CO2-Ausstoß 600 € / Monat	Ich würde mich für KEINE der Alternativen entscheiden
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Klicken Sie bitte auf das Kästchen Ihrer Wahl

0%
0%
100%

Abbildung 6: Beispiel einer Entscheidung im Rahmen der Conjoint Analyse unter Verwendung der Sawtooth Software CBC/HB v4.

Die Auswertung der Conjoint Analyse erfolgte computergestützt mittels der Sawtooth Software SMRT v4.18.10, indem aus Hochrechnungen der Entscheidungen der Nutzer die Teilnutzenwerte der einzelnen Produkteigenschaften ermittelt wurden.

7.2.1.2 Testserien

Um Veränderungen der untersuchten Merkmale abbilden zu können, wurden die Teilnehmer aller Testserien jeweils vor und nach Nutzung befragt. Dabei kamen u.a. die Fragebogeninstrumente zum Einsatz, die bereits erfolgreich in der Feldphase in Berlin eingesetzt worden waren. Dieses Vorgehen ermöglichte, die Datensätze der verschiedenen Testfelder zu vergleichen. Da die Teilnehmer der Testserien zum Teil auf ihren Fahrten begleitet wurden, war es möglich, die Versuchsbedingungen weitestgehend konstant zu halten und einen vergleichbaren Erfahrungshintergrund bei den Nutzern zu generieren. Die Testserien an der Technischen Universität Chemnitz sind überblicksartig in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Testserien an der Technischen Universität Chemnitz.

Testserien an der Technischen Universität Chemnitz			
	Begleitete Probefahrt	Begleitete längere Fahrt	Unbegleitete Tagesnutzung
	N=58	N=24	N=30
Dauer	Ø 20 min	Ø 70-80 min	Ø 24 Std.
Länge	7 km	40 km	Ø 95 km

Die einzelnen Testserien wurden systematisch in Länge, Straßenumgebung und Grad der Betreuung variiert, um eine zusätzliche Datenbasis zur Feldphase in Berlin zu schaffen. Neben der Akzeptanz sollten bestimmte Schlüsselmerkmale von Elektrofahrzeugen wie Rekuperation, Reichweite und geringe Geräuschemission unter kontrollierten Bedingungen getestet werden. Bei der Datenerhebung kamen erprobte Fragebogenmodule aus dem Testfeld Berlin und dem Vorgängerprojekt MINI E 1.0 zur Ermittlung der Einstellungen gegenüber Elektrofahrzeugen (Bühler, Neumann, Cocron, Franke, & Krems, 2011) und Erfassung der Akzeptanz (van der Laan et al., 1997) zum Einsatz. In der Befragung nach Nutzung der unbegleiteten Tagesnutzung bearbeiteten die Teilnehmer darüber hinaus die gleiche wahlbasierte Conjoint Analyse, die auch im Testfeld Berlin angewandt wurde. Der Vergleich der einzelnen Testserien mit unterschiedlicher Dauer und Intensität kann wertvolle Hinweise zur kurzfristigen Entwicklung der individuellen Nutzerakzeptanz geben. Daraus lassen sich Empfehlungen ableiten, wie die Heranführung an Elektromobilität z.B. im Rahmen von verlängerten Probefahrten in der Zukunft gestaltet werden kann. Die einzelnen Testserien werden im folgenden Abschnitt genauer beschrieben.

Begleitete Probefahrt

Bevor die Teilnehmer das Elektrofahrzeug auf einer Probefahrt testen konnten, wurden sie zunächst zu ihren Erwartungen hinsichtlich der Elektromobilität befragt. Neben Fragen zur Akzeptanz wurden die Teilnehmer auch gebeten, elektrofahrzeugspezifische Aspekte wie Rekuperation und geringe Geräuschemission zu bewerten. Die relativ kurze begleitete Probefahrt von etwa sieben Kilometern führte die Teilnehmer durch das Stadtgebiet von Chemnitz und dauerte etwa 20 Minuten. Nach Beendigung der Fahrt erfolgte eine Nachbefragung der Teilnehmer zu ihren Erfahrungen. Zusätzlich bewerteten die Teilnehmer die geringe Geräuschkulisse hinsichtlich ihrer Relevanz für die Verkehrssicherheit.

Begleitete längere Fahrt mit außerstädtischen Streckenanteilen

Bevor die Teilnehmer das Elektrofahrzeug auf einer Probefahrt testen konnten, wurden sie zu ihren Erwartungen hinsichtlich der Elektromobilität befragt. Neben Fragen zur Akzeptanz wurden auch elektrofahrzeugspezifische Aspekte (z.B. Erleben der Reichweite) bewertet und weitere Personenvariablen erfasst. Die begleitete Probefahrt von etwa 40 Kilometern führte die Teilnehmer durch Stadtgebiet und Umland von Chemnitz und dauerte etwa 70 bis 80 Minuten mit kurzen Stopps für Zwischenbefragungen zum Reichweitenerleben. Nach Beendigung der Fahrt wurden die Teilnehmer zu Ihren Erfahrungen befragt. Zusätzlich bewerteten die Teilnehmer Aspekte des Reichweitenerlebens.

Unbegleitete Tagesnutzung

Den Teilnehmern der unbegleiteten Tagesnutzung stand ein Elektrofahrzeug für den Zeitraum eines Tages (24 Stunden) zur freien Verfügung. Da die Teilnehmer vor und nach dem Nutzungstag befragt wurden, konnte ermittelt werden, inwieweit sich die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen nach einem kurzen, aber realistischen Nutzungszeitraum (Mikronutzungszeitraum) veränderte. Den Teilnehmern wurde eine Woche vor der Tagesnutzung eine onlinebasierte Vorbefragung zu ihren Erwartungen und Einstellungen gegenüber Elektrofahrzeugen zugesandt, die sie im Mittel fünf Tage vor der Nutzung bearbeiteten. Am Nutzungstag selbst wurden die Teilnehmer in die Besonderheiten des MINI E eingewiesen und erhielten anschließend die Gelegenheit, das Elektrofahrzeug im Stadtgebiet von Chemnitz intensiv zu testen. Sie legten dabei im Mittel 95 Kilometer zurück. Nach 24 Stunden Nutzung erfolgte unmittelbar nach der Fahrzeugrückgabe eine onlinebasierte Nachbefragung. Somit konnte ein für alle Nutzer vergleichbarer zeitlicher Abstand zwischen Nutzungseindruck und Datenerhebung gewährleistet werden. Darüber hinaus bearbeiteten die Teilnehmer die gleiche Conjoint Analyse, die auch in der Feldphase in Berlin zum Einsatz kam, um die relative Bedeutsamkeit einzelner Attribute von Elektrofahrzeugen zu bestimmen.

7.2.1.3 Forschungsmethodik bei Mobilitätsdienstleistungen

Bei den Untersuchungen zum Mobilitätsassistent wurde auf verschiedene Methoden (Fragebogen, Usability-Test, heuristische Evaluation) zurückgegriffen, um Anforderungen der Nutzer an ein solches System, Gebrauchstauglichkeit (Usability) und Potenziale von Mehrwertdiensten in Bezug auf die Alltagstauglichkeit zu untersuchen. Das breite Methodenrepertoire zur Evaluation des Mobilitätsassistenten lieferte reichhaltige Daten zur Gebrauchstauglichkeit des Mobilitätsassistenten. Die Ergebnisse wurden ausgewertet und im Rahmen der partizipativ-iterativen Nutzerforschung an die Entwickler weitergeleitet.

Fragebögen

In der Vorstudie zum Mobilitätsassistenten im Projekt MINI E 1.0 (Nutzungszeitraum 2, Mittel- und Abschlusserhebung) und im Nutzertest unter realen Bedingungen im Projekt MINI E 2.0 kamen die gleichen Erhebungsinstrumente zur Vor- und Nachbefragung zum Einsatz. Der Fragebogen zur Vorbefragung enthielt, neben zwei standardisierten Instrumenten zur Akzeptanz (van der Laan et al., 1997) und Usability der Applikation (Lewis, 2002), auch selbst entwickelte Items zur voraussichtlichen Nutzung des Assistenten, möglichen zusätzlichen Funktionalitäten sowie erlebten Vor- und Nachteilen. Als Bewertungsmaß der Bedienfreundlichkeit des Mobilitätsassistenten wurde der Post Study System Usability Questionnaire (PSSUQ; Lewis, 2002) eingesetzt. Dieser Fragebogen erfasst neben einem Gesamturteil zur Usability drei Dimensionen: Systemnutzen, Informationsqualität sowie Qualität der Interaktion. Der Gesamtwert erlaubt eine Aussage zur Usability des Systems. Die

eingesetzte standardisierte Akzeptanzskala (van der Laan et al., 1997) berücksichtigt zwei Faktoren: die Nützlichkeit des Systems (*Usefulness*) und die Zufriedenheit mit dem System (*Satisfaction*). Nach dreimonatiger Nutzung des Assistenten im Alltag wurde eine Nachbefragung durchgeführt, die erneut die zuvor genannten Instrumente enthielt.

Usability-Test

Bei einem Usability-Test werden in der Entwicklung befindliche Produkte oder Systeme von Nutzern mit Hilfe realistischer oder realer Anforderungen beurteilt. Die Nutzer werden von Usability-Experten beobachtet, um Probleme und Verbesserungsvorschläge identifizieren zu können. Für den durchgeführten Usability-Test wurden vier Aufgaben entwickelt, welche die Teilnehmer erfüllen sollten:

- eine Route via P+R planen,
- eine öffentliche Ladesäule suchen,
- eine ÖPNV-Route planen und
- eine Parkmöglichkeit suchen.

Während der Bearbeitung wurden die Testteilnehmer gefilmt und instruiert, ihre Gedanken laut zu äußern. Das *Laute Denken* ist eine häufig eingesetzte Methode in der Usability-Forschung, um z.B. Schwierigkeiten bei der Bedienung von Systemen aufzudecken (Ericsson & Simon, 2005). Im Anschluss an die Aufgabenbearbeitung erfolgte eine Befragung mittels Onlinefragebogen, welcher die beiden standardisierten Instrumente zur Akzeptanz (van der Laan et al., 1997) und Usability der Applikation (Lewis, 2002) enthielt. Ferner waren Fragen zu möglichen zusätzlichen Funktionalitäten sowie erlebten Vor- und Nachteilen enthalten.

Heuristische Evaluation

Bei der Methode der Heuristischen Evaluation werden Produkte von Experten eingeschätzt, die sie nach bestimmten Heuristiken bewerten. Als Bewertungskriterien wurden die Heuristiken nach Nielsen (1994) und der DIN EN ISO 9241-110 (Europäisches Komitee für Normung, 2006) angelegt (siehe Tabelle 4).

Ferner bewerteten die Experten die Probleme nach ihrem Schweregrad, wobei die eingesetzten Abstufungen ebenfalls auf Nielsen (1994) zurückgehen:

- 0 = Ich stimme nicht zu, dass dies überhaupt ein Usability-Problem ist.
- 1 = Nur ein kosmetisches Problem - muss nicht behoben zu werden, solange keine zusätzliche Zeit zur Verfügung steht.
- 2 = Kleines Usability-Problem - die Behebung erhält geringe Priorität.
- 3 = Großes Usability-Problem - sollte behoben werden; hat hohe Priorität.

4 = Usability-Katastrophe - sollte unbedingt behoben werden, bevor Produkt eingeführt wird.

Tabelle 4: Übersicht über die verwendeten Heuristiken.

Heuristiken nach Nielsen (1994a)	DIN EN ISO 9241-110 (Europäisches Komitee für Normung, 2006)
1. Sichtbarkeit des Systemstatus	1. Aufgabenangemessenheit
2. Übereinstimmung zwischen System und realer Welt	2. Selbstbeschreibungsfähigkeit
3. Benutzerkontrolle und Freiheit	3. Steuerbarkeit
4. Konsistenz und Standards	4. Erwartungskonformität
5. Fehler vermeiden	5. Fehlertoleranz
6. Erkennen und erinnern	6. Individualisierbarkeit
7. Flexibilität und effiziente Nutzung	7. Lernförderlichkeit
8. Ästhetisches und minimalistisches Design	
9. Unterstützung beim Erkennen, Verstehen und Bearbeiten von Fehlern	
10. Hilfe und Dokumentation	

Die genannten Probleme und Auffälligkeiten wurden zum Abschluss der Heuristischen Evaluation zu Kategorien zusammengefasst.

7.2.2 Flottennutzung

Onlinefragebögen

Im Anwendungsfeld Flottennutzung kamen zu beiden Erhebungszeitpunkten in beiden Nutzergruppen Onlinefragebögen zum Einsatz, die den Teilnehmern per Link zugänglich gemacht wurden. Die Fragebögen umfassten einen Teil der Fragen, die auch in der Berliner Feldstudie integriert wurden. Bei den Fuhrparknutzern wurden zudem auch Fragestellungen thematisiert, die speziell auf den Flotteneinsatz ausgerichtet waren. Diese betrafen inhaltlich v.a. Buchungs- und Lademodalitäten. Demnach bezogen sich die eingesetzten Fragen auf folgende zentrale Themenbereiche des Projekts, die um fuhrparkspezifische Fragestellungen erweitert wurden:

- wahrgenommene Vor- und Nachteile,
- Akzeptanz,
- Alltagstauglichkeit,
- Mobilität und
- Gesteuertes Laden.

7.3 Ergebnisse Datenanalyse

Die in den einzelnen Anwendungsfeldern zu verschiedenen Erhebungszeitpunkten eingesetzten Fragebögen enthielten geschlossene Fragen, welche die Nutzer zumeist auf einer sechsstufigen Skala beantworten sollten, um den Grad ihrer Zustimmung anzugeben. Im Rahmen der Auswertung wurde die eingesetzte Skala dichotomisiert, indem die drei oberen Antwortalternativen zur Kategorie Zustimmung und die unteren drei Alternativen zur Kategorie Ablehnung zusammengefasst wurden. Im Folgenden wird jeweils der Anteil der zustimmenden Nutzer berichtet.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist die Stichprobengröße einzelner Anwendungsfelder zu berücksichtigen. Im Anwendungsfeld P+R nahmen vor Nutzung zehn Nutzer an der Befragung teil, während der Nutzung nur noch neun. Im Flottenkontext füllten lediglich elf Carsharingnutzern die Nachbefragung aus. Bei diesen vergleichsweise kleinen Stichprobengrößen muss beachtet werden, dass die gewonnen Ergebnisse nur eingeschränkt aussagekräftig sind, da bereits einzelne abweichende Werte Verzerrungen der Datenlage bewirken können.

7.3.1 Wahrgenommene Vor- und Nachteile der Elektromobilität

Bei der Entscheidung für oder gegen ein Produkt betrachten Personen dessen wahrgenommene Vor- und Nachteile und bewerten diese. Bei Elektrofahrzeugen müssen sich Nutzer mit neuen Konzepten der Fahrzeughandhabung auseinandersetzen: beispielsweise sind eine geringe Geräuschkulisse, begrenzte Reichweite pro Ladezyklus und eine gewisse Ladedauer für Elektrofahrzeuge charakteristisch. Darüber hinaus bieten die Fahrzeuge besondere Möglichkeiten, die nicht mit konventionellen Fahrzeugen umsetzbar sind, z.B. das Laden zu Hause oder während der Arbeit. Diese Eigenheiten beeinflussen die wahrgenommenen Vorteile und Barrieren des Produkts Elektrofahrzeug, die deshalb explizit innerhalb der vorliegenden Studie erfragt wurden.

7.3.1.1 Vorteile und Barrieren

Wie im Vorgängerprojekt MINI E 1.0 wurden die Teilnehmer vor dem ersten Kontakt mit dem Elektrofahrzeug und während der Nutzung des MINI E zu Vorteilen von Elektrofahrzeugen und Barrieren für deren Akzeptanz befragt. Die einzelnen Nennungshäufigkeiten der qualitativen Daten sind je nach Gruppenzugehörigkeit und Messzeitpunkt Tabelle 5 und Tabelle 6 zu entnehmen. Es werden nur diejenigen Vorteile und Barrieren aufgelistet, die zu einem der beiden Messzeitpunkte von mehr als 10% der Nutzer genannt wurden. Es sei darauf hingewiesen, dass die Privatnutzer Barrieren nannten, die sie bei der Bevölkerung vermuteten bzw. kannten, die aber nicht unbedingt von ihnen selbst als Barrieren wahrgenommen wurden. Darüber hinaus sollte bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden, dass die Nennungshäufigkeit der wahrgenommenen Vor- und Nachteile kein direkter Indikator

für die Bewertung einzelner Aspekte des MINI E durch die Teilnehmer ist. Sie spiegelt vielmehr wider, welche Themen zum jeweiligen Befragungszeitpunkt für die Teilnehmer von besonderer Relevanz und Salienz waren.

Nach den größten Vorteilen von Elektrofahrzeugen wie dem MINI E befragt, äußerten 93% aller Privatnutzer im Projekt MINI E 2.0 vor Nutzung, dass Elektrofahrzeuge eine umweltverträgliche Technologie darstellen. Eine getrennte Betrachtung beider Nutzergruppen ergab, dass alle P+R-Nutzer und 90% der P+C-Nutzer die umweltverträgliche Technologie als den größten Vorteil von Elektrofahrzeugen erachteten. Die Nutzer gaben an, dass sich diese Umweltverträglichkeit in einer Verringerung der Luftverschmutzung äußert (P+R: 70%; P+C: 65%) und besonders dann zum Tragen kommt, wenn erneuerbare Energien zum Laden der Fahrzeuge verwendet werden (P+R: 40%; P+C: 25%). In diesem Kontext wurde auch die Schonung fossiler Ressourcen als Vorteil von Elektrofahrzeugen genannt (P+R: 20%; P+C: 35%). Zwei der Nutzer formulierten ihre Gedanken folgendermaßen:

„Die größten Vorteile sind zum einen die Vermeidung von konventionellen Energieträgern wie Benzin, wenn erneuerbare Energien eingesetzt werden, entsprechend [die] Vorteile im Klimaschutz“ [TN 113, vor Nutzung].

„Ich finde, es ist ein Vorteil von diesen fossilen Energien wegzukommen und mich bewegen zu können, ohne fossile Energien zu verbrauchen“ [TN 117, vor Nutzung].

90% der P+R-Nutzer und 35% der P+C-Nutzer nannten bereits vor Nutzung die geringe Geräuschemission als weiteren Vorteil von Elektrofahrzeugen. Ein Nutzer wies explizit auf die positive Wirkung der geringen Geräuschemission hin:

„Es ist sehr ruhig, also sehr still und sehr leise und erzeugt wenig Lärm, was gerade in Städten sehr gesundheitsfördernd sein kann, weil ich eben keine Lärmbelastungen mehr habe“ [TN 103, vor Nutzung].

Zudem gaben 20% der P+R- und 10% der P+C-Nutzer an, dass Elektrofahrzeuge wie der MINI E gerade wegen ihrer Geräuscharmheit gute Stadtautos sind. Zusätzlich stellten für einige Nutzer auch die Fahreigenschaften von Elektrofahrzeugen, d.h. das unmittelbar zur Verfügung stehende Drehmoment, einen Vorteil dar:

„Ansonsten erwarte ich mir ein ganz anderes Fahrverhalten, einen guten Durchzug, ein leises Fahrzeug. Das sind eigentlich die Vorteile, die ich sehe“ [TN 110, vor Nutzung].

Solche Fahrer erwarteten, dass ein Elektrofahrzeug wie der MINI E zwei Bedürfnisse erfüllen kann: sowohl „grünes“ Autofahren als auch Fahrspaß aufgrund der sportlichen Eigenschaften des Fahrzeugs. Als weitere Vorteile wurden die Beschleunigung (P+R: 10%; P+C: 25%), das

angenehme Fahren (P+R: 30%; P+C: 10%) und die Kostenersparnis (P+C: 20%) vor Nutzung genannt.

Unterschiede zwischen P+R- und P+C-Nutzern ergaben sich in der Bewertung der Elektrofahrzeuge als externe Stromspeicher (Vehicle-to-Grid; V2G). Während fast die Hälfte der P+R-Nutzer (40%) die V2G-Fähigkeit von Elektrofahrzeugen bereits bei Fahrzeugübergabe als Vorteil erachtete, traf dies lediglich auf 5% der P+C-Nutzer zu. Diese Diskrepanz ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass V2G für P+R-Nutzer bereits bei Fahrzeugübergabe stärker mit Elektromobilität verknüpft war, da dieser Nutzertyp über eine eigene Lademöglichkeit am Wohnort verfügte und auch am Gesteuerten Laden teilnahm.

Nach Fahrzeugnutzung zeigte sich, dass Elektrofahrzeuge zwar noch immer von der gesamten Stichprobe der Privatnutzer als umweltfreundliche Technologie wahrgenommen wurden (55%), diesem Aspekt aber nicht mehr dieselbe zentrale Bedeutung beigemessen wurde wie zu Beginn der Studie. Die Nutzergruppen P+R und P+C unterschieden sich hier nur unwesentlich in den Nennungshäufigkeiten (P+R: 56%; P+C: 55%). Ein ähnliches Bild zeigte sich auch in der Bewertung der geringeren Luftverschmutzung, die während der Nutzung lediglich von 10% der P+C- und 11% der P+R-Nutzer als Vorteil angeführt wurde. Darüber hinaus spiegelte sich die geringer eingeschätzte Bedeutung umweltbezogener Aspekte auch in der Bewertung der Nutzung erneuerbarer Energien wider: Während genauso viele P+C-Nutzer wie zu Beginn der Studie (25%) der Meinung waren, dass sich die Umweltverträglichkeit vor allem dann äußert, wenn erneuerbare Energien zum Laden genutzt werden, nahm der Anteil der P+R-Nutzer, die hierin einen Vorteil sahen, deutlich ab (vor Nutzung: 40%; während der Nutzung: 11%). Die Entwicklung der genannten Vorteile lässt sich gut mit folgender Nutzeraussage illustrieren:

„Also zum einen der Fahrspaß und zum Zweiten, dass man etwas Innovatives, Umweltfreundliches als Fahrzeug hat“ [TN 113, während der Nutzung].

Ferner führten die Teilnehmer während der Nutzung der Fahrzeuge einen neuen Vorteil von Elektrofahrzeugen in Bezug auf ihr persönliches Verantwortungsgefühl auf: 20% der P+C- und 11% der P+R-Nutzer betrachteten es als Vorteil von Elektrofahrzeugen, dass man wegen der Umweltfreundlichkeit mit gutem Gewissen Auto fahren könne.

Eine größere Bedeutung kam fahrzeugbezogenen Aspekten in der gesamten Stichprobe während der Nutzung der Elektrofahrzeuge zu. So wurde die geringe Geräuschemission von insgesamt 66% der Nutzer (P+R: 56%; P+C: 70%) am häufigsten als Vorteil genannt, was vor allem in der Gruppe der P+C-Nutzer einen deutlichen Zuwachs zur Befragung vor Fahrzeugnutzung darstellte (vor Nutzung: 35%). Bei den P+R-Nutzern war die Geräuschemission während der Nutzung weniger salient (vor Nutzung: 90%; während der Nutzung: 56%). Als weiteren Vorteil nach Fahrzeugnutzung betrachteten 55% der P+C- und 44% der P+R-Nutzer den Spaßfaktor des MINI E. In diesem Kontext wurden auch Beschleunigung

(P+R: 56%; P+C: 45%), angenehmes Fahren (P+R: 44%; P+C: 40%;) und Rekuperation (P+R: 22%; P+C: 20%) als Vorteile genannt.

„Vorteile sind eindeutig das sehr angenehme Fahren, also rein vom Fahrgefühl her, keine Lautstärke, man ist wirklich flott unterwegs mit dem Fahrzeug und natürlich auch irgendwo eine Spur besseres Gewissen gegenüber der Umwelt. Das muss man deutlich sagen“ [TN 107, während der Nutzung].

Mit geringerer Häufigkeit benannten ca. ein Drittel der P+C-Nutzer und 22% der P+R-Nutzer den Kostenfaktor. Weitere Aspekte, die ebenfalls als Vorteile von Elektrofahrzeugen genannt wurden, jedoch von geringerer Relevanz waren, sind Tabelle 5 zu entnehmen.

Zusammenfassend wurden zu Beginn der Studie vor allem umweltbezogene Aspekte als Vorteile von Elektrofahrzeugen benannt. Damit verbundene ökologische Erwägungen gaben - wie bereits im Projekt MINI E 1.0 - auch den Ausschlag für eine Teilnahme am Projekt. Im Laufe der Nutzungszeit verloren umweltbezogene Aspekte jedoch in beiden Anwendungsfeldern an Bedeutung. Während der Nutzung wurden überwiegend Eigenschaften des Fahrzeugs (z.B. Geräuscharmheit) als Vorteile genannt. Diese Verschiebung bei der Bewertung von Elektrofahrzeugen trat auch im Projekt MINI E 1.0 auf. Im Gegensatz zum vorliegenden Projekt wurden in dieser Studie die Vorteile von Elektrofahrzeugen als umweltverträgliche Technologie konstant relativ hoch (vor Nutzung: 83%; während der Nutzung: 72%) bewertet.

Tabelle 5: Wahrgenommene Vorteile von Elektrofahrzeugen durch Privatnutzer.

Vorteile von Elektrofahrzeugen wie dem MINI E	Anteil der Nutzer, die Vorteil genannt haben (in %)					
	Privatnutzung					
	Vor Nutzung			Während der Nutzung		
	MINI 1.0	P+R	P+C	MINI 1.0	P+R	P+C
Umweltverträgliche Technologie	83	100	90	72	56	55
• Weniger Luftverschmutzung	70	70	65	47	11	10
• Nutzung erneuerbarer Energien	21	40	25	19	11	25
Akustik	38	90	35	58	56	70
Kosten	16	0	20	33	22	35
Beschleunigung	13	10	25	33	56	45
Spaßfaktor	10	0	5	41	44	55
Gutes Stadtauto	26	20	10	8	22	5

Vorteile von Elektrofahrzeugen wie dem MINI E	Anteil der Nutzer, die Vorteil genannt haben (in %)					
	Privatnutzung					
	Vor Nutzung			Während der Nutzung		
	MINI 1.0	P+R	P+C	MINI 1.0	P+R	P+C
• Bezüglich Wendigkeit	0	0	0	0	22	5
• Bezüglich Akustik	0	20	10	0	0	5
Angenehmes Fahren	6	30	10	25	44	40
Rekuperation	4	0	5	20	22	20
Schonung fossiler Ressourcen	20	20	35	1	11	5
Unabhängigkeit von Tankstellen	0	0	0	15	22	5
Möglichkeit zur externen Speicherung von Strom (Vehicle to Grid)	10	40	5	1	0	0
Gutes Gewissen	0	0	0	0	11	20

Neben den Vorteilen von Elektrofahrzeugen wurden auch wahrgenommene Barrieren für deren Akzeptanz erfragt. Die Antworten der Nutzer sind in Tabelle 6 zusammengefasst. Vor Nutzung nannten sowohl 80% der P+R- als auch der P+C-Nutzer die Reichweite als großen Hinderungsgrund. Ein Nutzer beschrieb dies folgendermaßen:

„Offensichtlich ist es die Reichweite. Das ist natürlich immer ein Problem. Im Moment ist es ja für längere Strecken noch wenig tauglich“ [TN 115, vor Nutzung].

Weiterhin betrachteten vor allem die P+R-Nutzer vor Nutzung das Laden (90%) und speziell den Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur (70%) als problematisch. Ebenso nannten zwei Drittel der P+C-Nutzer das Laden als eines der Hauptprobleme, v.a. in Bezug auf Infrastruktur (45%) und lange Ladedauer (45%). Ein Nutzer schilderte es folgendermaßen:

„Das zweite ist die Möglichkeit zu laden. Ich kann es also nur an der bei mir installierten Box tun oder an einer Säule, die in meinem Falle in Spandau steht. Weiß ich, was da passiert, wenn ich das Fahrzeug da zwei Stunden anschließe und da vielleicht einkaufen gehe? Das weiß ich ja gar nicht. Oder ob da ein anderes Fahrzeug steht und ich komme da gar nicht ran. Oder es steht überhaupt kein Elektrofahrzeug da und blockiert den Platz“ [TN 110, vor Nutzung].

80% der P+R-Nutzer benannten die Batterie bezüglich ihrer Lebensdauer, Größe und Entsorgung als Barriere, während dies bei den P+C-Nutzern vor Nutzung in deutlich geringerem Maße der Fall war (30%). Letztere Gruppe betrachtete vor Beginn der Nutzung die Kosten von Elektrofahrzeugen als Einschränkung (45%), welche für P+R-Nutzer wiederum eine geringere Rolle spielten (20%). Das geringe Raumangebot des MINI E wurde von 30% der P+R-

Nutzer und 20% der P+C-Nutzer als Einschränkung wahrgenommen. Einige Teilnehmer beider Nutzergruppen zeigten sich zudem besorgt darüber, dass die CO₂-Reduzierung durch den MINI E nicht ausreichen könnte (P+R: 10%; P+C: 20%).

Auch während der Nutzung wurde die Reichweite am häufigsten als allgemeine Barriere für Elektromobilität benannt, allerdings in beiden Gruppen weniger häufig als vor der Nutzung (P+R: 67%; P+C: 65%). Auch im Projekt MINI E 1.0 stellte die unzureichende Reichweite sowohl vor als auch während der Nutzung die am häufigsten genannte Barriere dar. Es ist zu betonen, dass diese Einschätzung nicht das eigene Mobilitätsverhalten der Nutzer bzw. ihre subjektive Erfahrung mit der eingeschränkten Reichweite widerspiegelt. In dem Abschnitt Nutzungsmuster Mobilität wird gezeigt, dass für die tatsächliche, tägliche Nutzung des Fahrzeugs die vorhandene Reichweite als weitgehend ausreichend eingestuft wurde.

In beiden Gruppen gingen die Bedenken bezüglich des Ladens zurück (P+R: 56%; P+C: 60%), besonders stark allerdings im Anwendungsfeld P+R, in dem vor Nutzung noch 90% der Teilnehmer das Laden als Barriere betrachtet hatten. Hingegen gaben weiterhin die Hälfte der P+C-Nutzer Probleme mit den öffentlichen Ladesäulen an. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die Parkplätze an den Ladesäulen von konventionellen Fahrzeugen besetzt waren bzw. die Ladesäulen aus verschiedenen Gründen nicht optimal funktionierten. Für die darauf angewiesenen P+C-Nutzer war das ein größeres Problem als für die P+R-Nutzer. Ein Nutzer beschrieb das Problem wie folgt:

„Für mich war es tatsächlich am Anfang das Aufladen, weil ich nur eine Aufladestation unmittelbar in der Nähe hatte und die war mehrmals besetzt, sodass ich teilweise eine Woche den Wagen gar nicht gefahren habe. Ich bin dahin gefahren und wieder zurück, hin und zurück und das nervt dann natürlich. Aber im Grunde genommen hat mich dann die Kapazität von 150 Kilometern am Anfang ein wenig genervt. Das hat sich aber mittlerweile eingespielt. Jetzt habe ich auch die Aufladestation und jetzt ist alles gut“ [TN 119, während der Nutzung].

Der Planungsaufwand rund um das Laden stellte kaum ein Problem für beide Gruppen dar (10%).

Anders als im Projekt MINI E 1.0, in dem die Nutzereinschätzungen auf einem höheren Niveau nahezu konstant geblieben waren (39%), äußerten beide Gruppen und insbesondere die P+R-Nutzer während der Nutzung deutlich seltener Bedenken bezüglich der Batterie (vor Nutzung: 80%; während der Nutzung: 11%). Im Gegensatz zu diesem Rückgang erachteten beide Gruppen den geringen Stauraum und damit verbundene Einschränkungen bezüglich der Anzahl von Mitfahrern während der Nutzung häufiger als hinderlich.

„Also wenn es speziell der MINI E ist, das Platzangebot. Also mehr als einen kann man nicht mitnehmen, was schon von vornerein klar war und trotzdem gelingt es ja dann

auch nicht mal was in den Kofferraum zu packen. Wenn man sich bei den Passagieren schon einschränken muss, ist der Kofferraum so gut wie nicht vorhanden“ [TN 121, während der Nutzung].

Dieses Ergebnis zeigte sich bereits im Projekt MINI E 1.0. Es ist jedoch anzumerken, dass diese Barriere spezifisch für den MINI E ist und in späteren Elektrofahrzeugen keine Rolle mehr spielen wird.

Die Kosten von Elektrofahrzeugen stellten für die Teilnehmer während der Nutzung eine kleinere Barriere dar (P+R: 11%; P+C: 10%). Allerdings nannten nun 22% der P+R- und 10% der P+C-Nutzer als Hindernis, dass der MINI E ein reines Stadtfahrzeug sei. Die unbefriedigende CO₂-Reduzierung wurde erneut als Nachteil benannt (P+R: 22%; P+C: 10%).

Tabelle 6: Wahrgenommene Nachteile und Barrieren von Elektrofahrzeugen durch Privatnutzer.

Nachteile von Elektrofahrzeugen wie dem MINI E	Anteil der Nutzer, die Nachteil genannt haben (in %)					
	Privatnutzung					
	Vor Nutzung			Während der Nutzung		
	MINI 1.0	P+R	P+C	MINI 1.0	P+R	P+C
Reichweite	75	80	80	71	67	65
Geringes Raumangebot	30	30	20	70	56	45
• Kofferraum	14	10	5	37	22	30
• Innenraum	18	10	5	38	11	15
Kosten	53	20	45	34	11	10
• Anschaffung	41	20	40	28	0	5
• Batterie	16	0	10	6	11	10
Batterie (Lebensdauer, Größe, Entsorgung, etc.)	40	80	30	39	11	20
• Größe	23	30	5	17	0	10
• Entwicklungsstand	0	20	15	10	11	0
• Kapazität	0	30	10	0	11	10
Laden	38	90	65	38	56	60
• Lange Ladedauer	19	30	45	5	11	20
• Unzureichende Infrastruktur	30	70	45	19	33	25
○ Unbefriedigend funktionierende Ladesäulen, ihre Besetzung durch konventionelle Autos	0	0	0	0	11	30
• Planungsbedarf	0	10	10	0	0	10

Nachteile von Elektrofahrzeugen wie dem MINI E	Anteil der Nutzer, die Nachteil genannt haben (in %)					
	Privatnutzung					
	Vor Nutzung			Während der Nutzung		
	MINI 1.0	P+R	P+C	MINI 1.0	P+R	P+C
Reines Stadtauto	0	0	10	15	22	10
Unbefriedigende CO ₂ -Reduzierung	11	10	20	8	22	10

Die Fuhrpark- und Carsharingnutzer wurden ebenfalls während der Nutzung des MINI E zu den größten Barrieren einer Nutzung befragt. Von beiden Nutzergruppen (Fuhrpark: 73%; Carsharing: 82%) wurde das geringe Raumangebot als größte Einschränkung in Bezug auf die Nutzung des MINI E erlebt. Die unzureichende Reichweite stand bei Fuhrparknutzern an zweiter Stelle der Nennungshäufigkeiten (61%) und bei Carsharingnutzern an dritter Stelle (45%). Vergleichbare Ergebnisse wie bei den Privatnutzern zeigten sich bezüglich des Ladens als Nutzungsbarriere. Sowohl Fuhrpark- (49%) als auch Carsharingnutzer (72%) nahmen Einschränkungen durch Ladedauer, eingeschränkte Verfügbarkeit oder Probleme mit öffentlichen Ladesäulen wahr. Die Anschaffungs- und Haltungskosten wurden von beiden Gruppen (27%) als hinderlich angesehen. Einen Überblick über weitere genannte Barrieren im Flottenkontext, die einer Nutzung des MINI E im Wege stehen, gibt Tabelle 7.

Tabelle 7: Wahrgenommene Nachteile und Barrieren von Elektrofahrzeugen bei Fuhrpark- und Carsharingnutzern.

Nachteile von Elektrofahrzeugen wie dem MINI E	Anteil der Nutzer, die Nachteil genannt haben (in %)	
	Flottennutzung	
	Während der Nutzung	
	Fuhrpark	Carsharing
Geringes Raumangebot	73	82
• Kein Platz für Mitfahrer	37	36
• Zu wenig Stauraum	35	45
Unzureichende Reichweite	61	45
Laden	49	72
• Verfügbarkeit u. Probleme mit öffentlichen Ladesäulen	35	36
• Handling Laden	8	0
• Ladedauer	6	36
Anschaffungs- / Haltungskosten	27	27

Nachteile von Elektrofahrzeugen wie dem MINI E	Anteil der Nutzer, die Nachteil genannt haben (in %)	
	Flottennutzung	
	Während der Nutzung	
	Fuhrpark	Carsharing
Technische Probleme	4	18
Leistung (Beschleunigung)	4	18
Akzeptanz / Umweltbewusstsein	2	27

Zusammenfassend zeigte sich, dass bezüglich des subjektiven Empfindens die unzureichende Reichweite von Privat- und Flottennutzern sowohl vor als auch während der Nutzung als große Barriere erlebt wurde. Während der Nutzung des MINI E wurde von allen Nutzergruppen verstärkt das geringe Raumangebot als Nachteil angeführt, das in neuen Elektrofahrzeugen jedoch schon erheblich erweitert wurde. Insgesamt sanken die Bedenken der Privatanutzer bezogen auf die meisten zu Beginn angeführten Barrieren (z.B. Entwicklungsstand und Größe der Batterie, Kosten des Fahrzeugs, lange Ladedauer) während der Nutzung meist deutlich ab.

7.3.1.2 Einstellungen zu Spezifika von Elektrofahrzeugen

Wie bereits geschildert, beeinflussen die Spezifika eines Elektrofahrzeuges die Wahrnehmung seiner Vorteile und Barrieren. Im Folgenden werden die Einstellungen der Teilnehmer zu verschiedenen Aspekten, die relevant für die Nutzung eines Elektrofahrzeuges sind und sich auf Akzeptanz und Alltagstauglichkeit auswirken, im Überblick dargestellt. Viele dieser Elemente werden in den folgenden Kapiteln vertieft diskutiert.

Aspekt Reichweite

Ein allgemeines Vorurteil gegenüber Elektrofahrzeugen betrifft deren eingeschränkte Reichweite, was sich auch in der Gruppe der Privatanutzer vor Nutzung des MINI E niederschlug. Um die Bedenken bezüglich der Reichweite differenziert abbilden zu können, wurde erfragt, ob die Nutzer beim Fahren des MINI E besorgter um die Reichweite sind, als dies bei einem konventionellen Fahrzeug der Fall wäre. Vor Nutzung stimmten 100% der P+R- und 95% der P+C-Nutzer der Aussage zu. Während der Nutzung sank die Zustimmung im Anwendungsfeld P+R auf 78%, was den Ergebnissen des Projekts MINI E 1.0 entspricht, in dem die Zustimmung von 100% auf 84% sank. Bei den P+C-Nutzern traten hingegen keinerlei Veränderungen auf (während der Nutzung: 95%), was vermutlich durch den eingeschränkten Zugang zu einer Lademöglichkeit moderiert wurde. Während P+C-Nutzer nach freien Ladesäulen suchen mussten, konnten P+R-Nutzer stets gewiss sein, ihr Fahrzeug zu Hause laden zu können. Im Flottenkontext stimmten ähnlich viele Nutzer wie in der Feldstudie der

Aussage während der Nutzung zu (Fuhrpark: 75%; Carsharing: 82%). Diese Gruppen besaßen ebenfalls eine abgesicherte Lademöglichkeit.

Vor Nutzung erachteten 80% der P+R- und 90% der P+C-Nutzer die zur Verfügung stehende Reichweite als ausreichend für die Erledigung ihrer Wege (siehe Abbildung 7). Während der Nutzung waren noch etwa zwei Drittel der Teilnehmer in beiden Nutzergruppen dieser Ansicht. Das deutet an, dass die Privatnutzer generell nach Erfahrungen mit dem MINI E eine größere Reichweite bevorzugten, bzw. die Reichweite nicht vollständig für ihre Bedürfnisse ausreichend war. Im Flottenkontext ergab sich ein anderes Bild: 90% der Fuhrparknutzer und sogar 100% der Carsharingnutzer hielten die Reichweite für ausreichend.

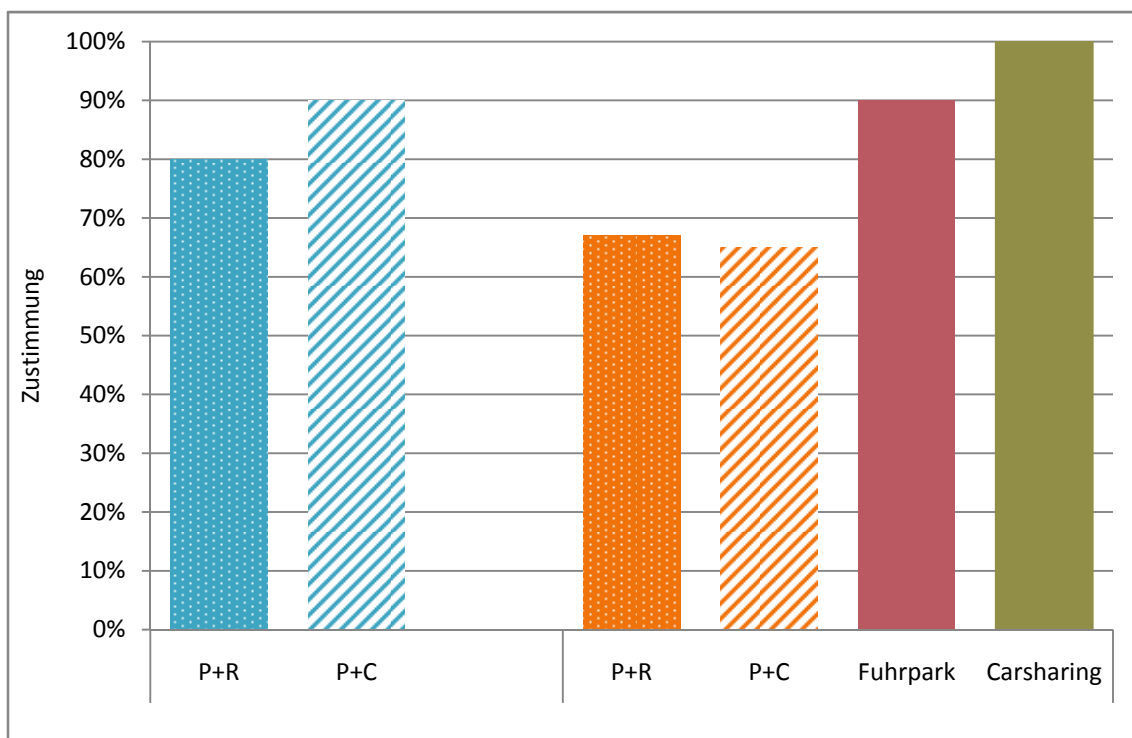


Abbildung 7: Anteil der Nutzer, welche die Reichweite des MINI E als ausreichend für die eigenen Wege erachteten.

Aspekt Sicherheit

Die Bedenken bezüglich der Sicherheit des MINI E waren vor Nutzung bei P+R- (20%) und P+C-Nutzern (5%) gering und verringerten sich während der Nutzung noch einmal (P+R: 11%; P+C: 0%). Bei den Gewerbekunden bewegten sich die Sicherheitsbedenken während der Nutzung auf vergleichbar niedrigem Niveau (Fuhrpark: 14%; Carsharing: 0%). Wie bereits im Projekt MINI E 1.0 (vor Nutzung: 93%; während der Nutzung: 98%), schätzte die Mehrheit der Nutzer aller Anwendungsfelder den MINI E sowohl vor (P+R: 90%; P+C: 100%) als auch während der Nutzung (P+R: 89%; P+C: 100%; Fuhrpark: 90%; Carsharing: 82%) als genauso sicher wie einen herkömmlichen Kleinwagen ein. Die Nutzer hatten demnach keine Bedenken bezüglich der

Sicherheit der speziellen Hochvoltkomponenten, die ein Elektrofahrzeug von einem konventionellen Fahrzeug unterscheiden.

Aspekt Geräuschlosigkeit

Der MINI E wurde vor der Nutzung aufgrund seiner Geräuschlosigkeit von 60% der P+R- und 65% der P+C-Nutzer als Gefährdung für den Straßenverkehr eingeschätzt (siehe Abbildung 8). Während der Nutzung betrachteten nur noch 22% (P+R) bzw. 35% (P+C) der Teilnehmer das Elektrofahrzeug als Gefahr. Ähnliche Ergebnisse hatten sich auch im Projekt MINI E 1.0 gezeigt, in dem der Anteil von 48% auf 20% gesunken war. Die Fuhrpark- und Carsharingnutzer gaben während der Nutzung einen vergleichbaren Grad der Zustimmung an.

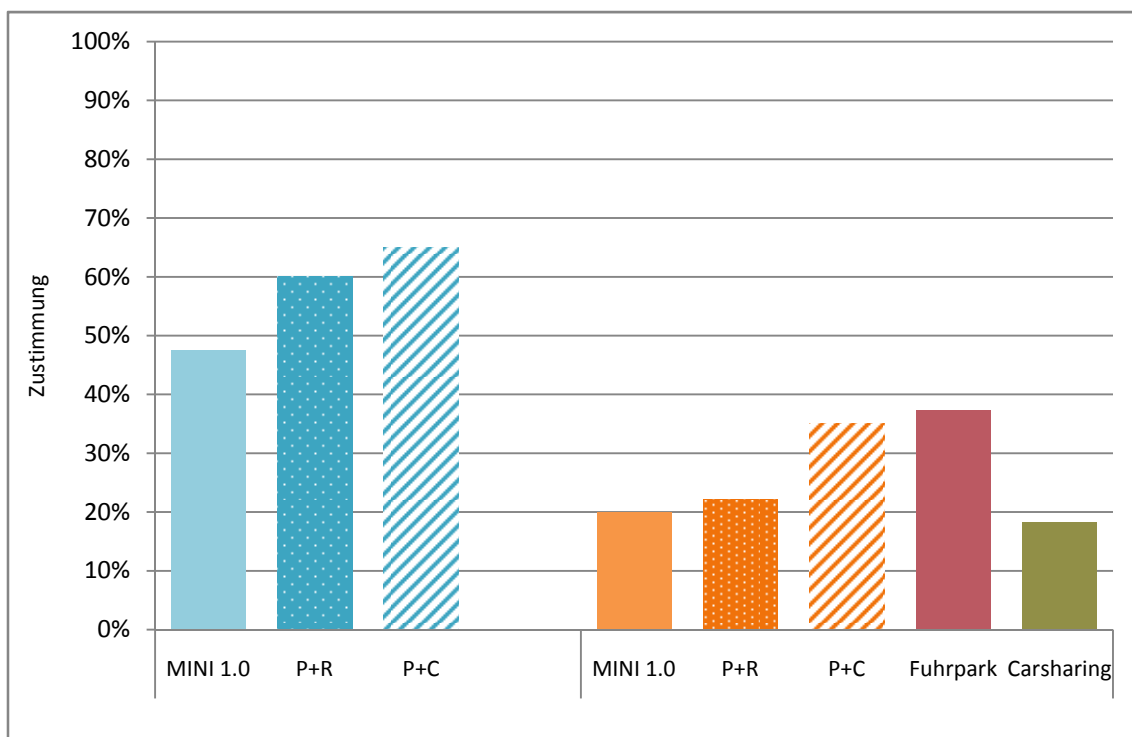


Abbildung 8: Anteil der Nutzer, die den MINI E aufgrund der Geräuschlosigkeit als Gefährdung des Straßenverkehrs betrachteten.

Vor Nutzung des MINI E sah die Hälfte der P+R-Nutzer andere Verkehrsteilnehmer durch dessen Geräuschlosigkeit in stärkerem Maße gefährdet. Während der Nutzung stimmten nur noch 33% der Teilnehmer dieser Aussage zu. Auch im Anwendungsfeld P+C gingen die Befürchtungen deutlich zurück (vor Nutzung: 75%; während der Nutzung: 30%). Im Flottenkontext gaben 39% der Fuhrpark- und 27% der Carsharingnutzer an, dass andere Verkehrsteilnehmer aufgrund der Geräuschlosigkeit in stärkerem Maße gefährdet sind.

Zusammenfassend ging die anfängliche Skepsis der Privatnutzer in Bezug auf die Geräuschlosigkeit des MINI E mit zunehmender Erfahrung zurück. Die Teilnehmer berichteten

auch in den Interviews kaum von gefährlichen Situationen und sahen die Geräuschlosigkeit - wie oben beschrieben - auch während der Nutzung als eine der Stärken von Elektrofahrzeugen an.

Aspekt Platzangebot

Eine Besonderheit des MINI E besteht im eingeschränkten Platzangebot. Vor Nutzung gab die Mehrheit der Privatnutzer an, dass ausreichend Raum im MINI E zur Verfügung steht (P+R: 50%; P+C: 70%). Während der Nutzung stimmten nur noch 33% der P+R- und 40% der P+C-Nutzer dieser Aussage zu. Ein ähnliches Ergebnis ergab sich auch im Flottenkontext: Hier erachteten 45% der Fuhrpark- und 27% der Carsharingnutzer das Raumangebot als ausreichend (siehe Abbildung 9). Es sei noch einmal angemerkt, dass Einschränkungen des Platzes in Zukunft bei anderen Elektrofahrzeugen keine Rolle mehr spielen werden.

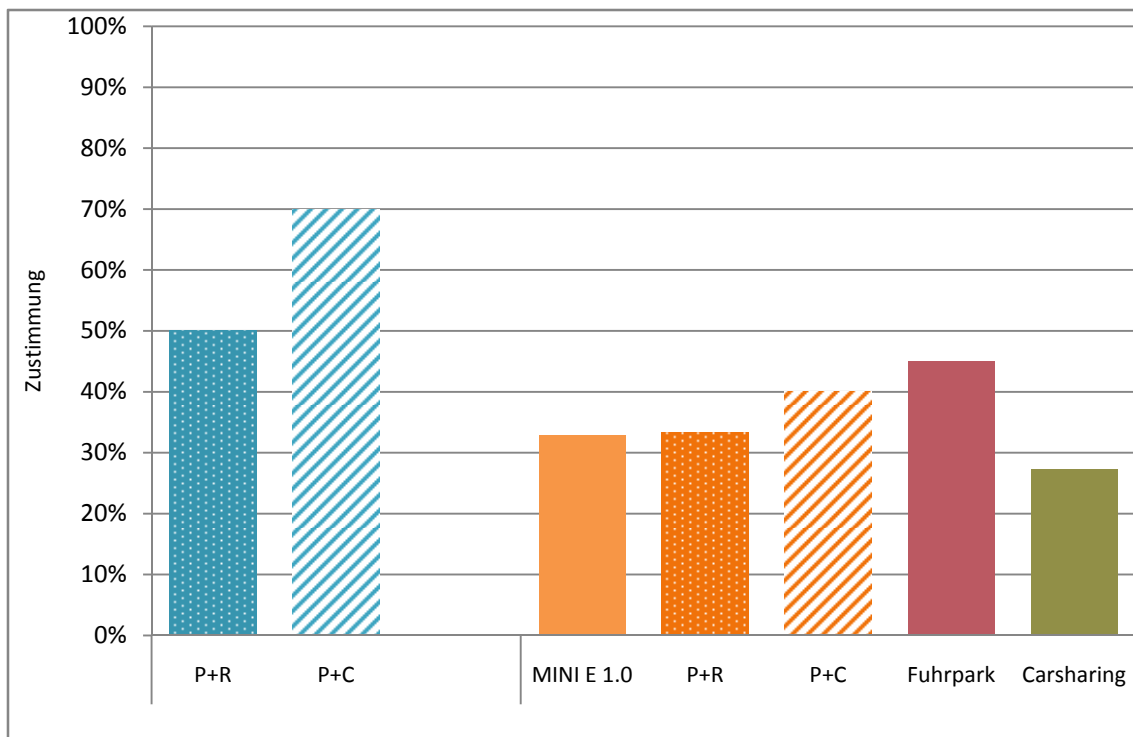


Abbildung 9: Anteil der Nutzer, die das Raumangebot als ausreichend beurteilten.

Aspekt Technik

Der elektrofahrzeugspezifischen Technik des MINI E standen die Privat- und Flottennutzer zu allen Zeitpunkten sehr aufgeschlossen gegenüber. Nur ein Teilnehmer äußerte Bedenken darüber, mit der Technik des MINI E nicht zurechtzukommen. Nahezu alle Nutzer reizte es, sich mit der neuen Technik des MINI E auseinanderzusetzen (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Einstellung zur Technik des MINI E.

Einstellung zur Technik	Anteil der Nutzer (in %)					
	Privatnutzung				Flottennutzung	
	Vor Nutzung		Während der Nutzung		Während der Nutzung	
	P+R	P+C	P+R	P+C	Fuhrpark	Car-sharing
Befürchtungen zum Umgang mit der Technik des MINI E	0	5	0	0	4	0
Reiz der neuen Technik	100	100	100	100	94	100

Aspekt Kosten

Die Mehrheit der Teilnehmer gab sowohl vor (P+R: 90%; P+C: 100%) als auch während der Nutzung (P+R: 100%; P+C: 100%; Fuhrpark: 96%; Carsharing: 91%) an, dass die Anschaffungskosten derzeit zu hoch sind, um ein Elektrofahrzeug zu kaufen. Vor der Fahrzeugnutzung gingen 60% der P+R-Nutzer davon aus, dass die Haltungskosten des MINI E die eines konventionellen Fahrzeugs nicht übersteigen (siehe Abbildung 10). Während der Nutzung stieg der Anteil auf 89%. Auch im Anwendungsfeld P+C waren während der Nutzung mehr Teilnehmer überzeugt, dass die Haltungskosten von MINI E und konventionellen Fahrzeugen vergleichbar sind (vor Nutzung: 40%; während der Nutzung: 55%). Im Anwendungsfeld Fuhrpark nahmen 33% der Teilnehmer gleiche Kosten wie bei einem herkömmlichen Fahrzeug an, unter den Carsharingnutzern waren es 55%. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Anschaffungskosten im Gegensatz zu den Haltungskosten als zu teuer bewertet werden und dadurch als größere Barriere für den Kauf eines Elektrofahrzeugs fungieren könnten.

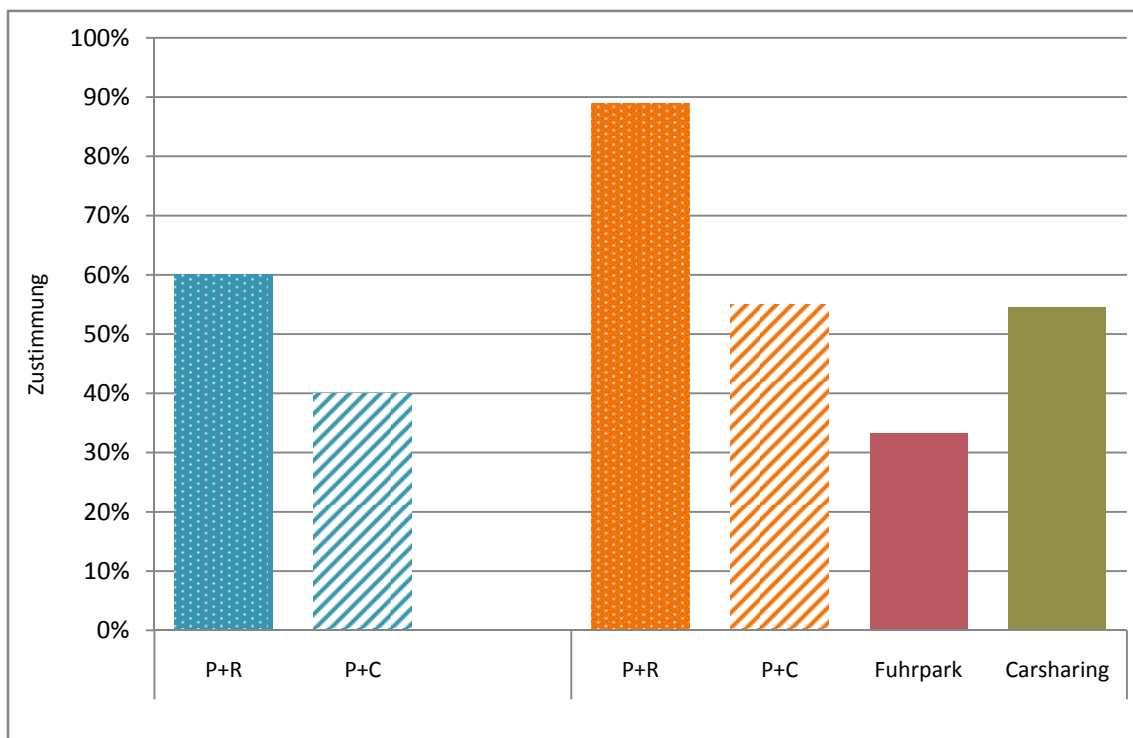


Abbildung 10: Anteil der Nutzer, die vergleichbare Haltungskosten von Elektro- und herkömmlichen Fahrzeugen annehmen.

Aspekt Flexibilität der Nutzung

Vor Nutzung stimmten die Hälfte der Privatnutzer (P+R, P+C) aus MINI E 2.0 und 60% der Privatnutzer aus MINI E 1.0 der Aussage zu, dass sie mit dem MINI E genauso flexibel sind, wie mit einem konventionellen Fahrzeug. Nach der Fahrzeugübergabe stieg der Anteil bei den P+R-Nutzern auf 67%, während er bei den P+C-Nutzern auf 30% sank und im Projekt MINI E 1.0 vergleichsweise konstant blieb (58%). Das Ergebnis bei den P+C-Nutzern könnte darauf zurückzuführen sein, dass sie größere Einschränkungen ihrer Flexibilität aufgrund des öffentlichen Ladens erlebten, als sie zunächst erwartet hatten. Im Flottenkontext beurteilte etwa die Hälfte der Teilnehmer die Flexibilität mit MINI E und konventionellen Fahrzeugen als vergleichbar (Fuhrpark: 51%; Carsharing: 46%).

Ein wesentlicher Aspekt, der die wahrgenommene Flexibilität im Umgang mit Elektrofahrzeugen beeinflussen kann, ist der Planungsaufwand (Streckenplanung, Ladezeiten). Dieser wurde von 20% der P+R- und 40% der P+C-Nutzer vor der Fahrzeugübergabe als Herausforderung betrachtet. Während der Nutzung sank im Anwendungsfeld P+C der Anteil der Nutzer, die angaben, dass der Planungsaufwand bei einem Elektrofahrzeug höher als bei konventionellen Fahrzeugen ist, auf 25%, während er bei den P+R-Nutzern relativ konstant blieb (22%). Bei den Privatnutzern von MINI E 1.0 war der Rückgang von 46% auf 12% während der Nutzung wesentlich ausgeprägter. Im Flottenkontext ergaben sich während der Nutzung

ähnliche Ergebnisse wie bei den Privatnutzern im Projekt MINI E 2.0 (Fuhrpark: 24%; Carsharing: 18%). Die Ergebnisse sprechen dafür, dass der Planungsaufwand bezogen auf die Streckenplanung und Ladezeiten generell ein geringeres Problem als erwartet für die Nutzer in ihrem täglichen Mobilitätsverhalten darstellte.

Aspekt Umweltfreundlichkeit

Die meisten Nutzer aller Anwendungsfelder waren sowohl vor als auch während der Nutzung der Meinung, dass sie aufgrund der großen Umweltfreundlichkeit des MINI E mit gutem Gewissen Auto fahren können (siehe Tabelle 9). In Hinblick auf die Umweltfreundlichkeit über den gesamten Lebenszyklus eines Elektrofahrzeuges gaben vor Nutzung nur wenige Privatnutzer an (P+R: 10%; P+C: 15%), dass Elektrofahrzeuge nicht umweltfreundlicher als herkömmliche Fahrzeuge sind. Während der Nutzung waren ein Drittel der P+R- und ein Viertel der P+C-Nutzer dieser Ansicht. Diese Steigerung könnte durch eine nähere Beschäftigung und größere Aufklärung mit dem Elektromobilitätssystem auch bezüglich der Umweltaspekte bedingt sein. Im Flottenkontext ergaben sich ähnliche Ergebnisse (Fuhrpark: 26%; Carsharing: 18%). Insgesamt betrachteten die Nutzer Elektrofahrzeuge als eine sehr umweltfreundliche Alternative zu konventionellen Fahrzeugen. Dies steht in Einklang dazu, dass ökologische Vorteile ein häufig genannter Beweggrund für die Teilnahme an der Studie waren.

Tabelle 9: Einstellung zur Umweltfreundlichkeit von Elektrofahrzeugen.

Einstellung zur Umweltfreundlichkeit	Anteil der Nutzer (in %)					
	Privatnutzung				Flottenutzung	
	Vor Nutzung		Während der Nutzung		Während der Nutzung	
	P+R	P+C	P+R	P+C	Fuhrpark	Car-sharing
Durch das Elektrofahrzeug mit gutem Gewissen Auto fahren	100	95	100	95	82	82
Elektrofahrzeuge sind nicht umweltfreundlicher als herkömmliche Fahrzeuge	10	15	33	25	26	18

Aspekt Laden

In Hinblick auf das Laden der Elektrofahrzeuge stimmte die Mehrheit der Privatnutzer vor Nutzung der Aussage zu, dass öffentliche Ladesäulen unbedingt verfügbar sein sollten (P+R: 100%; P+C: 90%). Ein vergleichbarer Anteil der Nutzer (86%) vertrat auch im Projekt MINI E 1.0 diese Meinung. Während der Nutzung gaben nur noch 56% der P+R-Nutzer an, unbedingt

öffentliche Ladesäulen zu benötigen, was der Entwicklung im Projekt MINI E 1.0 folgte (während der Nutzung: 62%). Bei den P+C-Nutzern stieg die Zustimmungsrage hingegen nochmals. Hierin spiegelt sich wider, dass die P+C-Nutzer keine andere Möglichkeit hatten, als an öffentlichen Ladesäulen zu laden. Nichtsdestotrotz wird deutlich, dass auch Nutzer mit privater Lademöglichkeit auf öffentliche Ladesäulen Wert legen, wenngleich sie nicht so stark auf die öffentliche Ladeinfrastruktur angewiesen sind (siehe Abbildung 11).

Vor Nutzung äußerten 50% der P+R- und 65% der P+C-Nutzer Bedenken darüber, dass der MINI E für eine Fahrt nicht ausreichend geladen sein könnte. Während der Nutzung blieb der Anteil der P+R-Nutzer nahezu konstant (56%), während er im Anwendungsfeld P+C auf 50% zurückging. Diese Reduktion der Befürchtungen könnte in Zusammenhang mit Äußerungen aus den Interviews stehen, in denen die Nutzer vorab vor allem Befürchtungen in Hinblick auf eine Unterbrechung des Ladenvorgangs an öffentlichen Säulen (z.B. durch Abziehen des Kabels) geäußert hatten, die im Nutzungszeitraum jedoch nicht eintraten. Dass die Bedenken dennoch auf konstant hohem Niveau bei den Nutzern blieben, könnte auf technische Störungen während des Ladevorgangs zurückzuführen sein. Im Flottenkontext äußerten 20% der Fuhrparknutzer die Befürchtung, dass der MINI E für Fahrten nicht ausreichend geladen sein könnte. In Anwendungsfeld Carsharing konnten die Nutzer keine aussagekräftigen Einschätzungen vornehmen, da ihnen stets ein vollgeladenes Fahrzeug zur Verfügung stand.

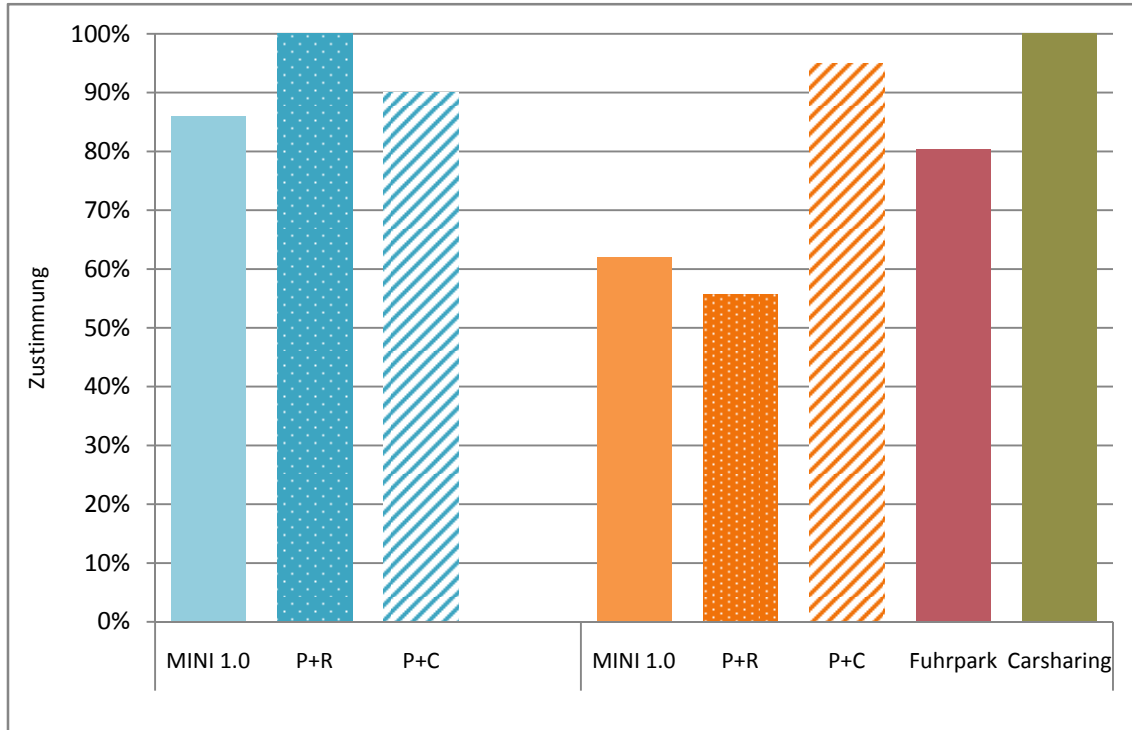


Abbildung 11: Anteil der Nutzer, die eine Verfügbarkeit öffentlicher Ladesäulen als unbedingt notwendig erachteten.

Zusammenfassung

Die Betrachtung relevanter Aspekte im System Elektromobilität ergab, dass die Nutzer keine gravierenden Barrieren für eine Nutzung des Elektromobilitätssystems sahen, aber nach eigenen Aussagen ein Elektrofahrzeug vor allem für die Stadt und als Zweitfahrzeug einsetzen würden. Als große Vorteile betrachteten die Nutzer vor allem die Umweltfreundlichkeit der Technologie und - während der Nutzung - auch die Vorzüge des Fahrzeugs (z.B. Fahrspaß). Ebenso bewerteten sie die Geräuschlosigkeit im Allgemeinen positiv: So nahmen die Befürchtungen in Hinblick auf eine erhöhte Gefährdungslage während der Nutzungszeit deutlich ab und der Komfort durch die Geräuschlosigkeit wurde positiv bewertet. Besonders wurde der Spaß am Umgang mit der neuen Technik gelobt. Nur ein geringer Teil der Nutzer äußerte Befürchtungen wegen der neuartigen Technologie. Als Einschränkungen wurden beim MINI E vor allem der geringe Stauraum und die begrenzte Anzahl der Mitfahrer bewertet. Ferner erlebten die Nutzer die Reichweite als Barriere bei der Nutzung von Elektrofahrzeugen. Es bleibt jedoch festzuhalten, dass Befürchtungen in Bezug auf die Reichweite während der Nutzung insgesamt leicht zurückgingen und die Nutzer im täglichen Mobilitätsverhalten dadurch kaum eingeschränkt waren, auch wenn sie sich speziell für Überlandfahrten etwas mehr Reichweite wünschen würden. In Bezug auf die Ladeinfrastruktur waren die Nutzer der Ansicht, dass eine öffentliche Ladeinfrastruktur durchaus nötig sei, wobei diese Einstellung im Anwendungsfeld P+C erwartungsgemäß häufiger vertreten wurde. Diese Nutzer fühlten sich nach ihren Erfahrungen mit dem Elektrofahrzeug auch stärker in ihrer gewohnten Flexibilität eingeschränkt als die P+R-Nutzer. Die Mehrheit der Nutzer erachtete die Anschaffungskosten für ein Elektrofahrzeug derzeit als zu hoch, was einen wichtigen Ansatzpunkt zur Verbesserung der Alltagstauglichkeit von Elektromobilität darstellt.

7.3.2 Akzeptanz von Elektrofahrzeugen

7.3.2.1 Hintergrund

Für Verbreitung und potenziellen Markterfolg von Elektrofahrzeugen stellt ihre Akzeptanz eine wichtige Voraussetzung dar. Nur wenn die gesellschaftliche Akzeptanz der Elektromobilität gegeben ist, kann das Ziel der Bundesregierung von einer Million Elektrofahrzeugen in Deutschland im Jahr 2020 erreicht werden (Bundesregierung, 2009). Eines der Hauptziele des Projekts MINI E 2.0 bestand darin, die Akzeptanz von Elektromobilität in einzelnen Einsatzbereichen und Anwendungsfeldern im Alltagstest zu bestimmen. In einem Erhebungsdesign, das verschiedene Zugänge zur Erfassung der Akzeptanz nutzte, wurden Einstellungen zu Elektrofahrzeugen in Abhängigkeit der Nutzungsdauer und zusätzlich die Kaufbereitschaft und ihre Determinanten erfasst.

7.3.2.2 Einstellungen gegenüber Elektrofahrzeugen

Ein wesentliches Ziel des Projekts bestand in der Betrachtung der Einstellungen unterschiedlicher Nutzergruppen gegenüber Elektrofahrzeugen. So wurden nicht nur Privatnutzer (P+R, P+C), sondern auch Nutzer aus verschiedenen Firmenflotten und einem Carsharingclub zu ihren Einstellungen befragt. Bei den Fuhrparknutzern wird für die Betrachtung von Einstellungsveränderungen auf die Daten der 29 Personen zurückgegriffen, die sowohl an Vor- als auch Nachbefragung teilnahmen. Für Inhalte, bei denen die Erfahrungen nach der Fahrzeugnutzung im Vordergrund stehen, werden die Ergebnisse aller 51 Fuhrparkteilnehmer der Nachbefragung berichtet, von denen nur ein Teil die Vorbefragung bearbeitete.

Einstellungen gegenüber Elektrofahrzeugen in verschiedenen Einsatzbereichen von Elektromobilität

Die Einstellungen gegenüber Elektrofahrzeugen wurden über eine Einstellungsskala erfasst, die bereits im Projekt MINI E 1.0 zum Einsatz kam (Bühler et al., 2011). Die Ergebnisse zeigen, dass die Einstellungen gegenüber Elektrofahrzeugen in allen Anwendungsfeldern überwiegend „positiv“ waren (siehe Abbildung 12). Die Einstellungen der P+R-Nutzer blieben über die Zeit hinweg relativ stabil: Ein höherer Anteil von Nutzern, die Elektrofahrzeuge während der Nutzung „eher negativ“ bewerteten, wurde in diesem Anwendungsfeld durch eine ebenfalls gestiegene Zahl von Nutzern ausgeglichen, die nun „positiv“ zum MINI E eingestellt waren. Bei den P+C-Nutzern ergab sich eine leichte Veränderung zu positiveren Einstellungen im Laufe der Studie. Im Fuhrparkkontext war nach Fahrzeugnutzung ebenfalls eine leicht positivere Einstellung gegenüber Elektrofahrzeugen zu erkennen. Besonders hinzuweisen ist auf den Anteil von Flottennutzern mit „sehr positiver“ Einstellung, der während der Nutzung von etwa 3% auf nahezu 14% stieg. Hier sollte beachtet werden, dass Flottennutzer, die unzufrieden mit dem MINI E als Elektrofahrzeug waren, die Nachbefragung möglicherweise nicht ausfüllten. Dies ändert jedoch kaum etwas am positiven Gesamtbild, das bei der Betrachtung der einzelnen Nutzergruppen entsteht.

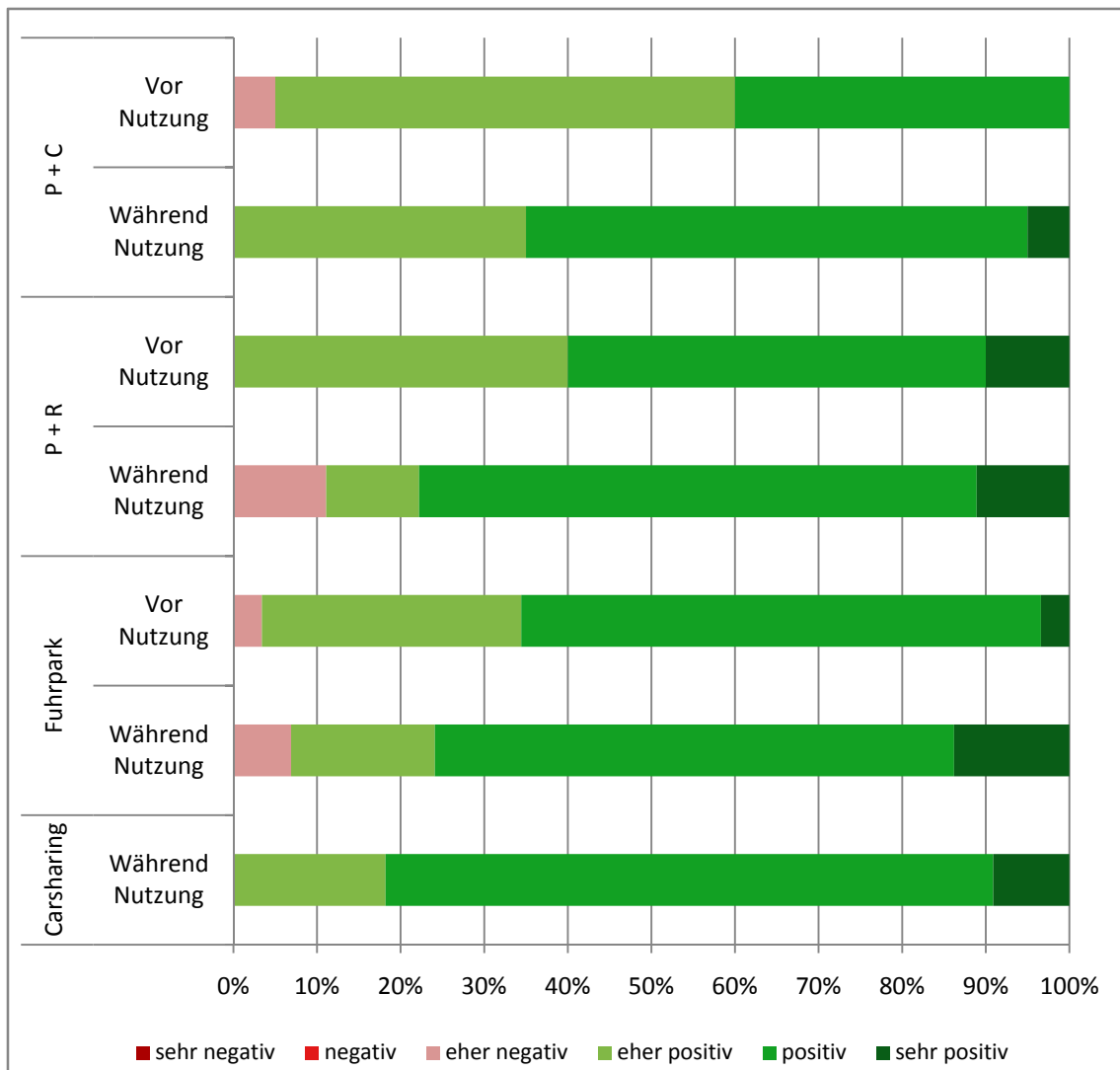


Abbildung 12: Einstellung gegenüber Elektrofahrzeugen in verschiedenen Nutzergruppen.

Neben den Einstellungen von Nutzern in unterschiedlichen Anwendungsfeldern wurde in den Testserien an der Technischen Universität Chemnitz auch erfasst, inwieweit sich die Nutzungsdauer auf die Einstellung gegenüber Elektrofahrzeugen auswirkt. Zu diesem Zweck wurden in der relativ kurzen begleiteten Probefahrt, in der etwas längeren begleiteten Fahrt und in der unbegleiteten Tagesnutzung die Chemnitzer Nutzer ebenfalls vor und nach der Nutzung des MINI E befragt. Es zeigte sich in allen drei Testserien, dass die vergleichsweise positive Einstellung, die bereits vor der Nutzung bei den Teilnehmern bestand, zur Fahrzeurückgabe anstieg (siehe Abbildung 13). In der Nachbefragung waren in der begleiteten Probefahrt 90% der Teilnehmer, in der begleiteten längeren Fahrt und unbegleiteten Tagesnutzung sogar 100% der Nutzer mindestens „eher positiv“ gegenüber Elektrofahrzeugen eingestellt. Wie bereits beschrieben, zeigte sich dieser Trend auch in den Einstellungen eines Teils der Berliner Nutzergruppen. Während die P+R-Nutzer relativ

konstant in ihren Einstellungen gegenüber Elektrofahrzeugen blieben, änderte sich dies bei den P+C-Nutzern leicht zum Positiven. Die positive Entwicklung der Einstellung gegenüber Elektrofahrzeugen war ebenfalls bei den Privatanutzern aus der ersten MINI E-Studie zu verzeichnen.

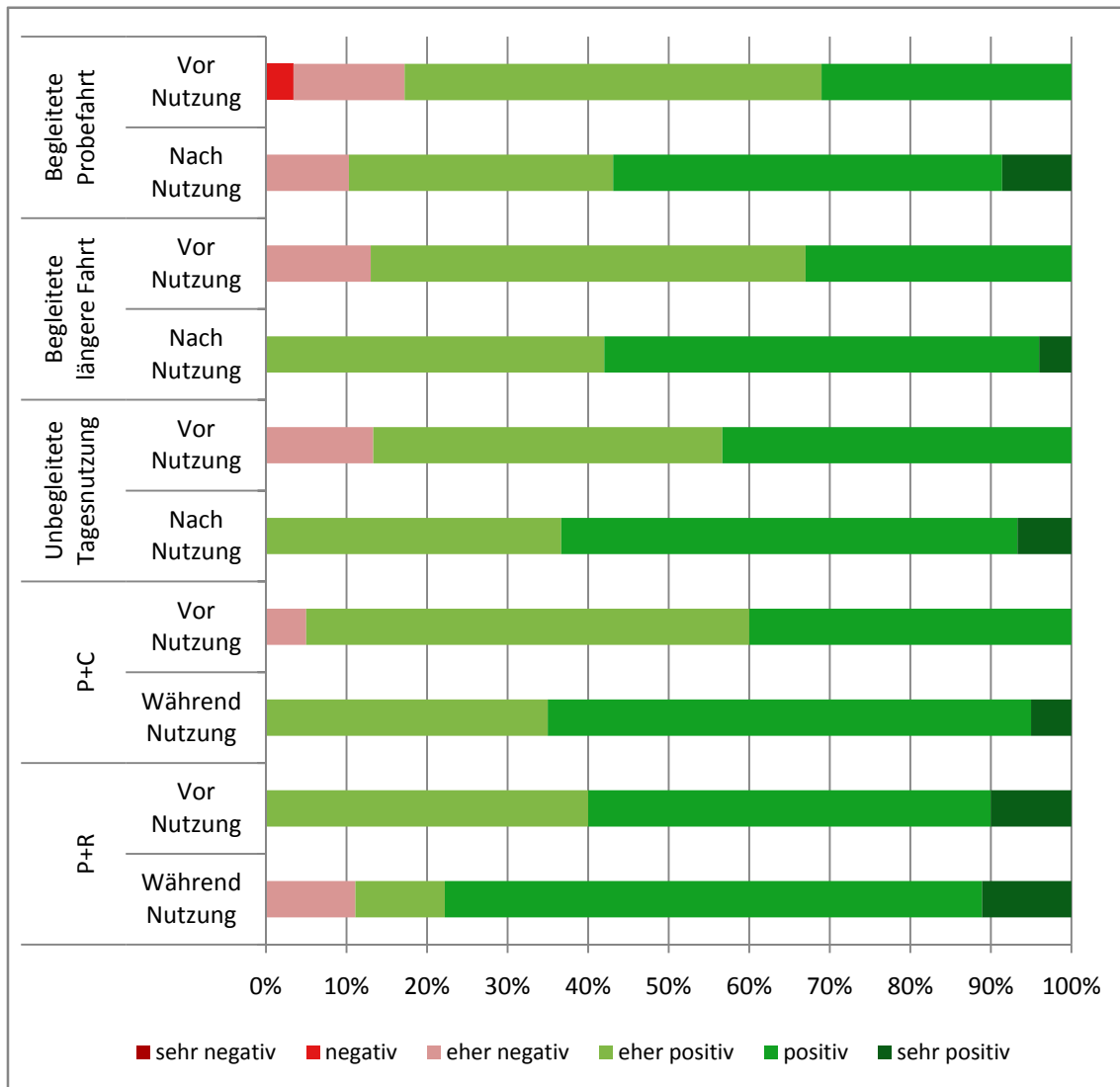


Abbildung 13: Veränderung der Einstellung gegenüber Elektrofahrzeugen in Abhängigkeit der Nutzungsdauer.

Weitere Determinanten von Akzeptanz in den verschiedenen Einsatzbereichen von Elektromobilität

Zufriedenheit

Neben der Einstellung wurden wie im Vorgängerprojekt auch Zufriedenheit (*Satisfying*) und Brauchbarkeit (*Usefulness*) als Maße für die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen erfasst. Zu diesem Zweck kam erneut die van der Laan Akzeptanzskala (van der Laan et al., 1997) zum

Einsatz. Die Ergebnisse zeigen, dass über alle Gruppen hinweg die Mehrheit der Nutzer „eher zufrieden“ bzw. „zufrieden“ mit dem MINI E als Elektrofahrzeug war (siehe Abbildung 14). Sowohl vor als auch während der Nutzung gab kein einziger Nutzer aus einem der Anwendungsfelder an, „unzufrieden“ mit dem MINI E zu sein. Ein kleiner Teil der P+R- (10%) und Fuhrparknutzer (3%) äußerte vor der Nutzung eine eher neutrale Meinung hinsichtlich der Zufriedenheit mit dem System. Während der Nutzung zeigten sich jedoch alle Nutzer „eher zufrieden“ bzw. „zufrieden“.

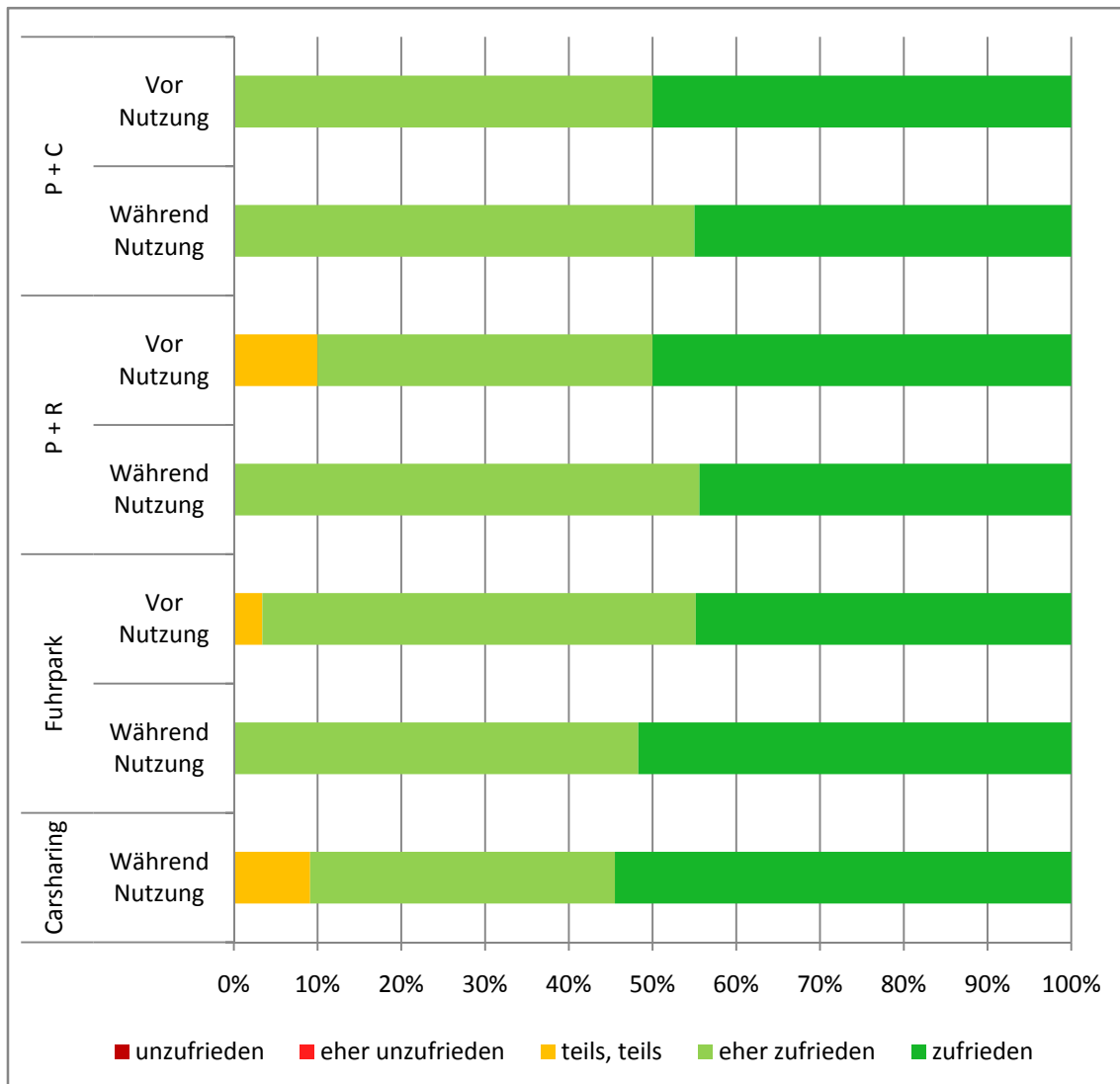


Abbildung 14: Zufriedenheit mit Elektrofahrzeugen in verschiedenen Nutzergruppen.

Ähnlich wie bei der Einstellung gegenüber Elektrofahrzeugen stieg die Zufriedenheit mit dem MINI E in den Testserien nach der Nutzung an, wobei auch hier das Zufriedenheitsniveau bereits vor der Nutzung des Fahrzeugs hoch war. Die große Mehrheit der Testseriennutzer war nach der Nutzung mit dem MINI E „eher zufrieden“ oder „zufrieden“ (begleitete Probefahrt:

93%; längere Fahrt: 100%; unbegleitete Tagesnutzung: 97%). Im Berliner Testfeld blieb die Zufriedenheit mit dem MINI E auf einem gleichbleibend hohen Niveau. Die einzelnen Ergebnisse sind Abbildung 15 zu entnehmen.

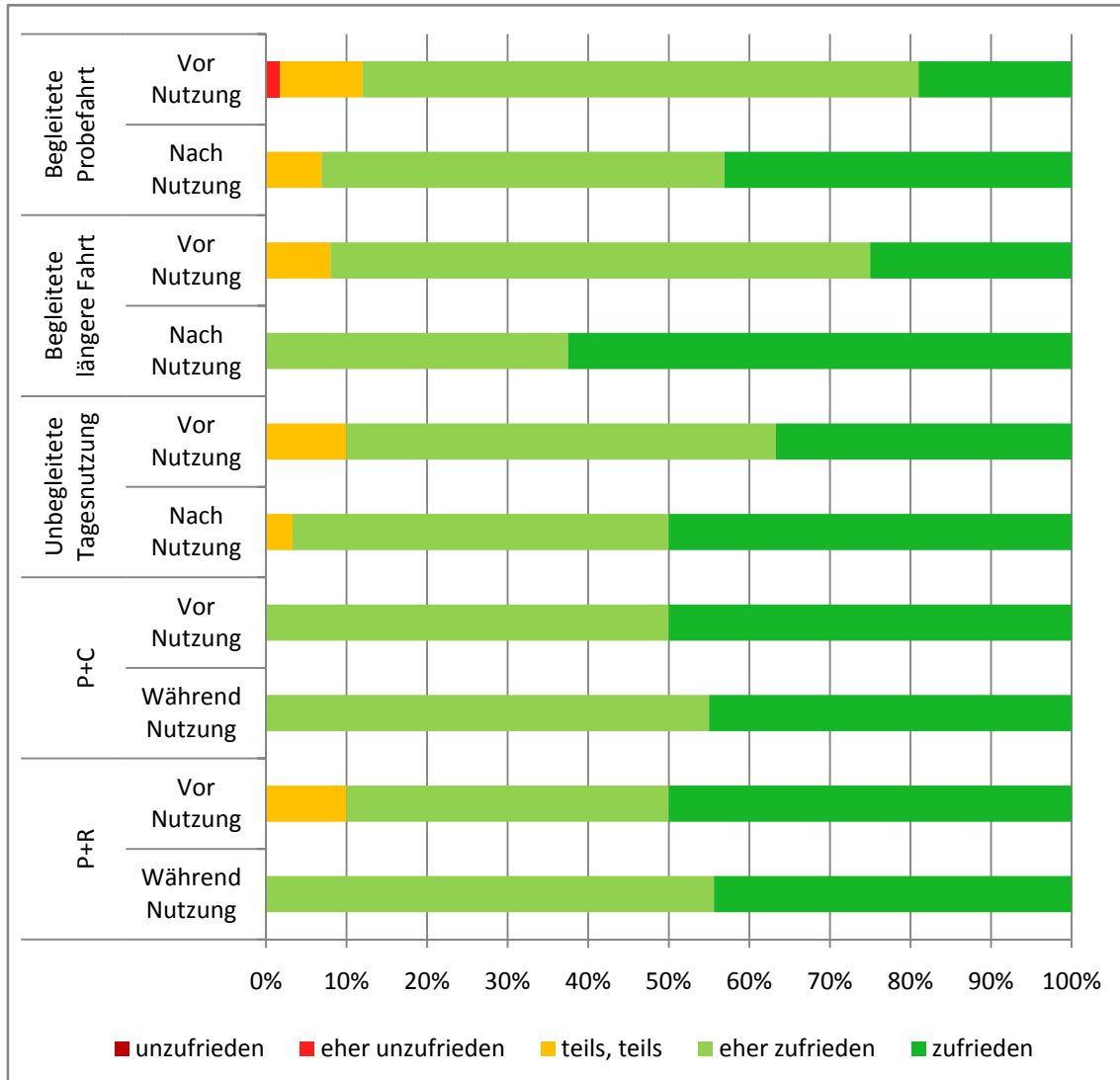


Abbildung 15: Veränderung der Zufriedenheit in Abhängigkeit der Nutzungsdauer.

Brauchbarkeit

Mit der zweiten Dimension der van der Laan Akzeptanzskala (van der Laan et al., 1997) wurde in den verschiedenen Anwendungsfeldern die Brauchbarkeit eines Systems erfasst. Ähnlich wie bei der Zufriedenheit mit dem System äußerten sich die Nutzer aller Gruppen überwiegend positiv zur Brauchbarkeit des MINI E als Elektrofahrzeug. Unter den Fuhrparknutzern war während der Nutzung eine leichte Zunahme der eingeschätzten Brauchbarkeit zu beobachten. In der Stichprobe der Berliner Privatnutzer war ein leichter Rückgang der eingeschätzten Brauchbarkeit zu verzeichnen. So vergrößerte sich

beispielsweise der Anteil von Nutzern, die den MINI E hinsichtlich seiner Brauchbarkeit neutral („teils, teils“) bewerteten: Der Anteil stieg während der Nutzung bei den P+C-Nutzern von 0% auf 15%, bei den P+R-Nutzern von 0% auf 11%. Damit ergaben sich andere Ergebnisse als im Projekt MINI E 1.0, in dem keine Veränderungen der durch Privatnutzer eingeschätzten Brauchbarkeit auftraten. Insgesamt wurde das System MINI E hinsichtlich der Brauchbarkeit positiv bewertet (siehe Abbildung 16).

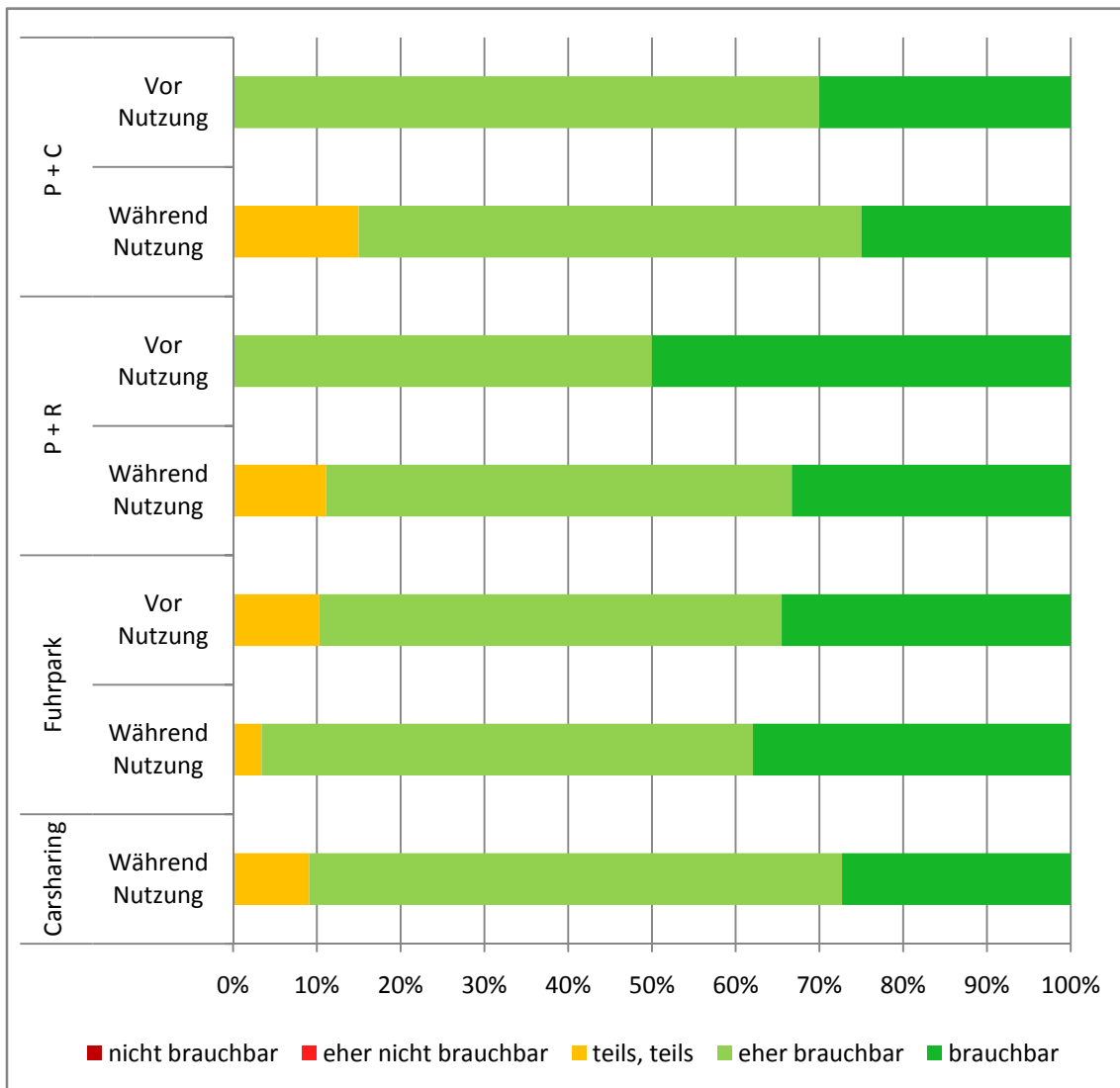


Abbildung 16: Eingeschätzte Brauchbarkeit von Elektrofahrzeugen in verschiedenen Nutzergruppen.

In der begleiteten Probefahrt und der begleiteten längeren Fahrt traten Veränderungen in der Bewertung der Brauchbarkeit auf. Wie Abbildung 17 zeigt, wurde in beiden Testserien das System MINI E nach der Nutzung als brauchbarer eingeschätzt als vor der Nutzung. Der Anteil der Nutzer, die eine neutrale Haltung zur Brauchbarkeit äußerten („teils, teils“), ging bei der

begleiteten Probefahrt von 28% auf 10%, bei der begleiteten längeren Fahrt von 25% auf 8% zurück.

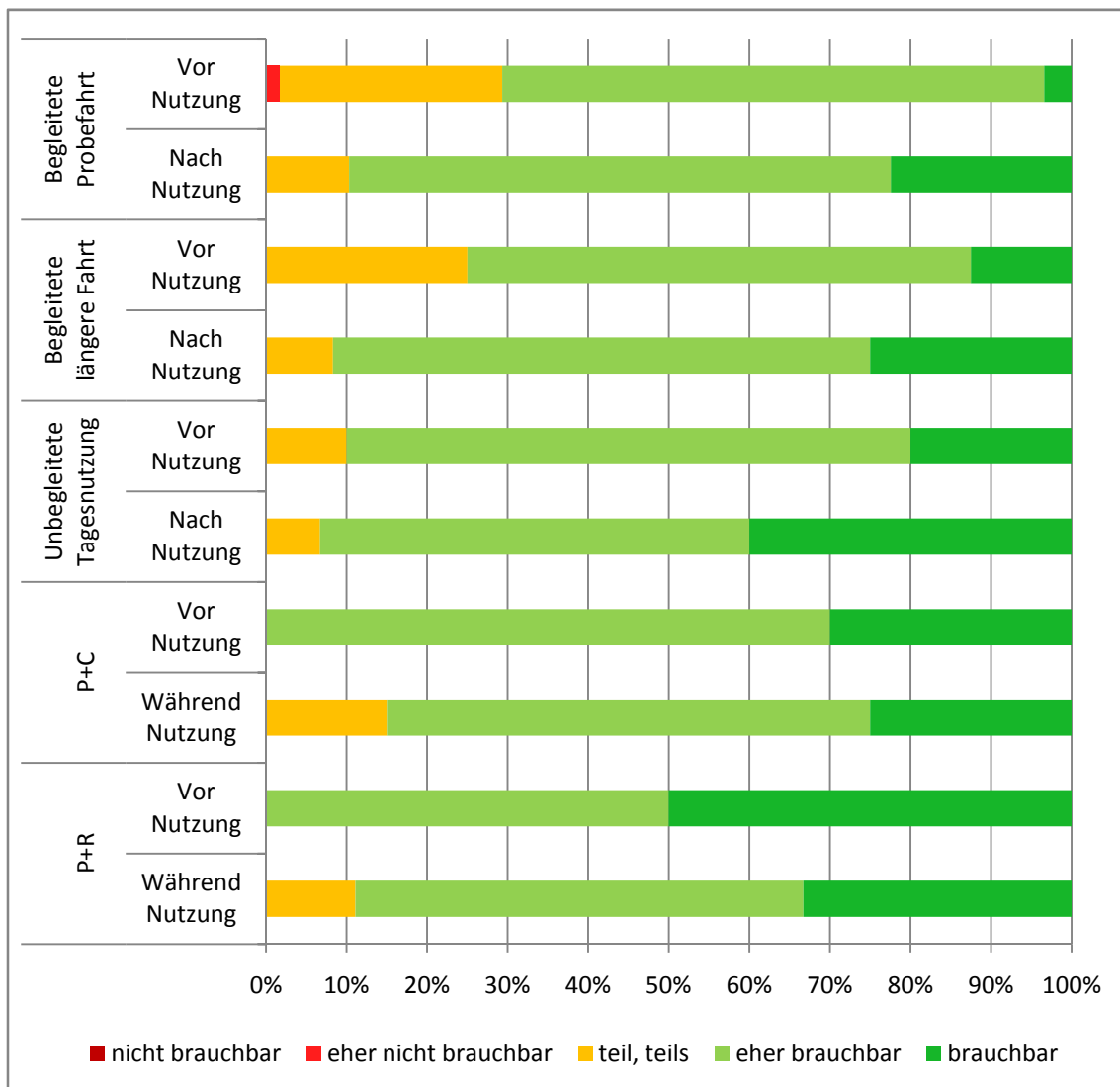


Abbildung 17: Veränderung der eingeschätzten Brauchbarkeit in Abhängigkeit der Nutzungsdauer.

Zusammengefasst zeigen die Ergebnisse, dass die Teilnehmer aller Nutzungszeiträume die Brauchbarkeit des MINI E überwiegend positiv bewerteten, zufrieden mit dem Fahrzeug waren und eine positive Einstellung gegenüber Elektrofahrzeugen äußerten.

7.3.2.3 Kaufbereitschaft für Elektrofahrzeuge

Fragen zur Kaufbereitschaft

Als weiterer Teilaspekt der Akzeptanz wurde in den verschiedenen Anwendungsfeldern die Kaufbereitschaft der Nutzer vor Nutzung und während der Nutzung (bzw. nach der Nutzung)

der Elektrofahrzeuge erfasst. Dazu wurden die Privatnutzerguppen (P+R, P+C) in Berlin und die Chemnitzer Nutzer in der unbegleiteten Tagesnutzung zu ihrer Kaufbereitschaft befragt. Relevant für die Kaufbereitschaft war vor allem der Vergleich zwischen den Berliner Privatnutzern.

Die Bereitschaft der Nutzer, für ein Elektrofahrzeug wie den MINI E 650 Euro Leasingrate zu zahlen, war im Projekt MINI E 1.0 nach den ersten drei Nutzungsmonaten gesunken. Diese Abnahme zeigte sich auch bei den P+R-Nutzern der vorliegenden Studie deutlich. Bei den P+C-Nutzern blieb die Bereitschaft, 650 Euro Leasingkosten monatlich zu zahlen, relativ konstant, wobei sogar ein leichter Zuwachs in den Zustimmungsraten auftrat (siehe Abbildung 18).

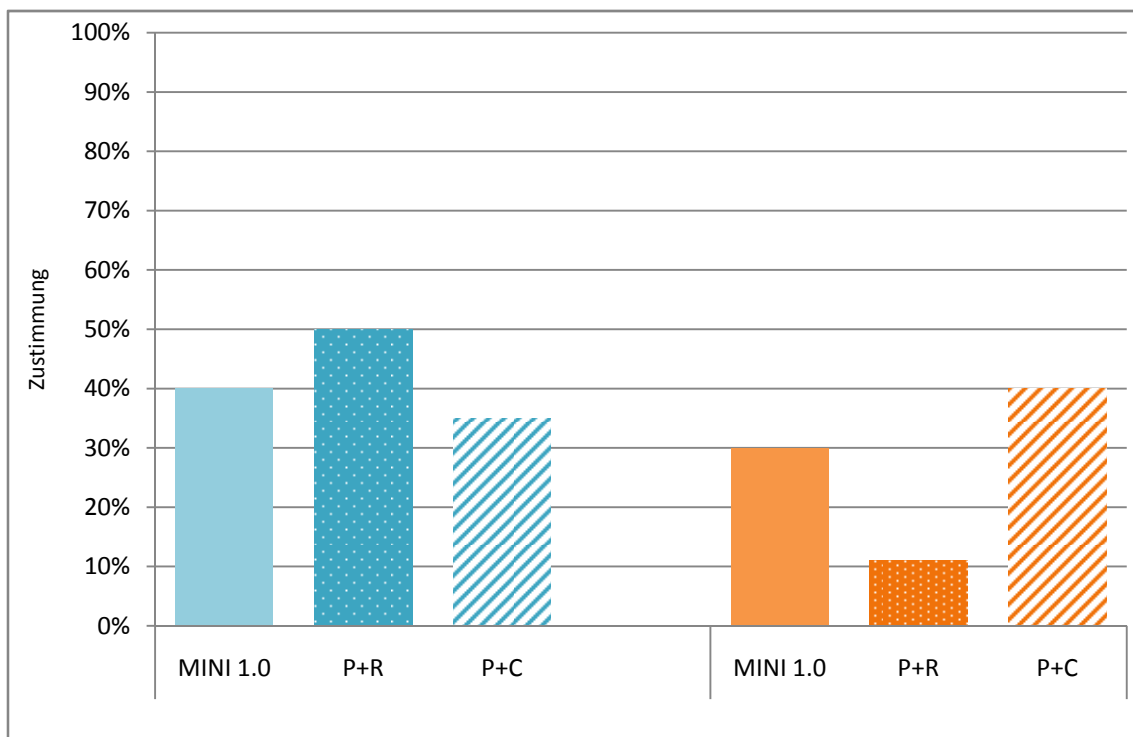


Abbildung 18: Anteil der Nutzer, die 650 Euro monatlich für ein Elektrofahrzeug wie den MINI E zahlen würden.

Die Bereitschaft, ein Drittel mehr für ein Elektrofahrzeug als für ein vergleichbares anderes Fahrzeug auszugeben, ging bei den MINI E 1.0-Nutzern in den ersten drei Monaten ebenso wie bei den P+C-Nutzern der vorliegenden Studie leicht zurück. Lediglich die P+R-Nutzer zeigten eine geringfügig höhere Bereitschaft, ein Drittel mehr für die Anschaffung eines Elektrofahrzeugs auszugeben (siehe Abbildung 19).

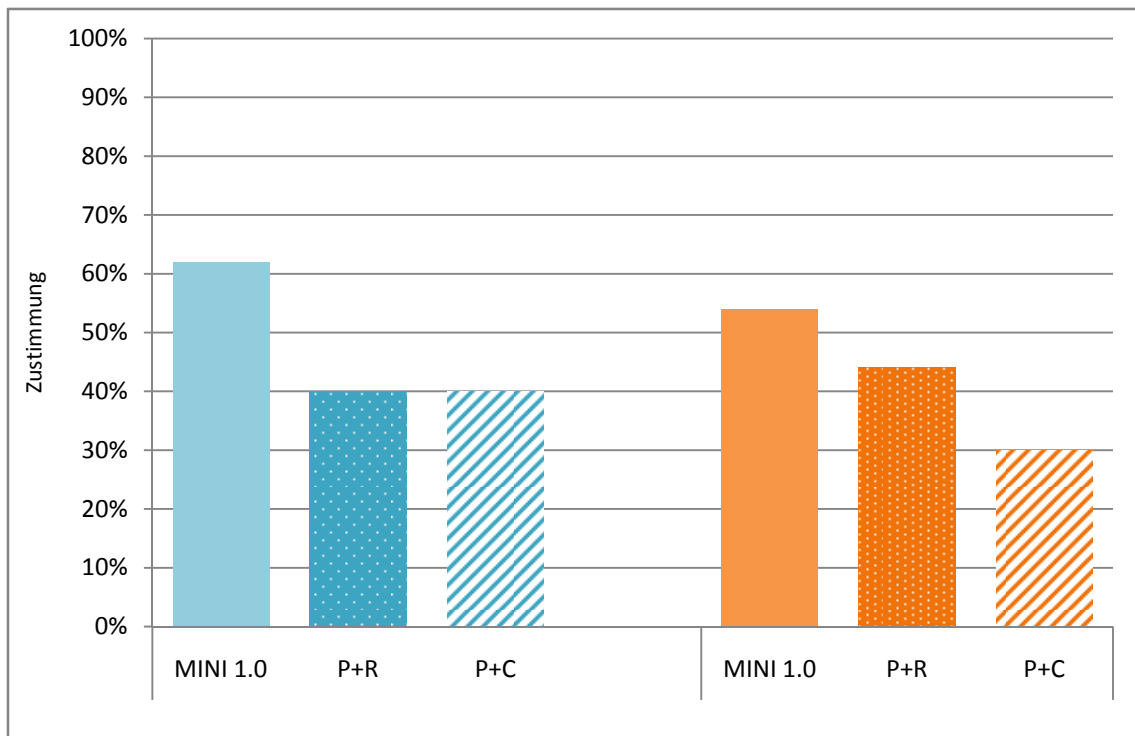


Abbildung 19: Anteil der Nutzer, die für ein Elektrofahrzeug wie den MINI E ein Drittel mehr als für ein vergleichbares Fahrzeug zahlen würden.

In Bezug auf ihre Absichten, sich nach der Studie ein Elektrofahrzeug anzuschaffen, unterschieden sich beide Nutzergruppen zu Beginn der vorliegenden Studie nicht (jeweils 60% Zustimmung). Während der Nutzung des Fahrzeugs planten jedoch mehr P+R- (78%) und weniger P+C-Nutzer (45%), nach der Studie ein Elektrofahrzeug zu erwerben. Die Einschätzungen der P+R-Nutzer während der Nutzung des MINI E sind mit den Ergebnissen der ersten MINI E-Studie vergleichbar: Hier gaben nach drei Monaten 73% der Nutzer an, die Anschaffung eines Elektrofahrzeugs ernsthaft zu planen. In der Vorbefragung wurde diese Frage in dem Vorgängerprojekt nicht gestellt (siehe Abbildung 20).

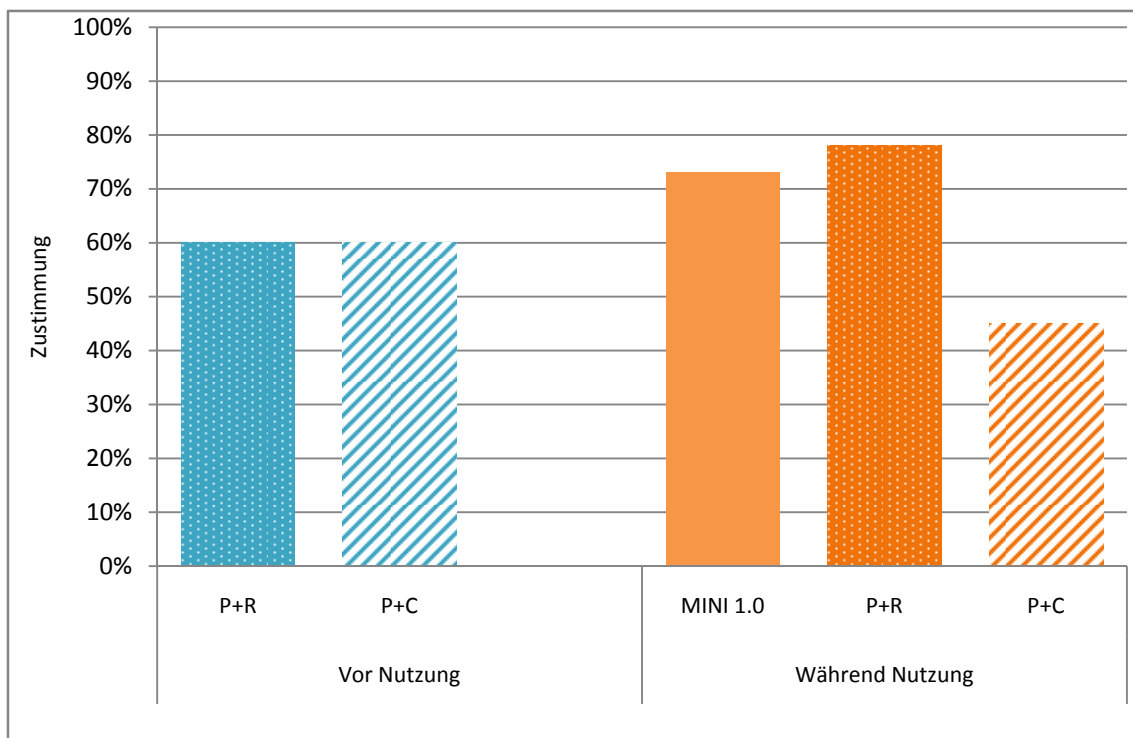


Abbildung 20: Anteil der Nutzer, die beabsichtigten, sich nach der Studie ein Elektrofahrzeug anzuschaffen.

Bei den Chemnitzer Nutzern, die das Fahrzeug im Rahmen der Testserien einen Tag lang nutzen konnten, nahm die Kaufbereitschaft zu, auch wenn sie nicht das Niveau der Berliner Stichproben erreichte. Besonders deutlich trat dieser Anstieg bei der Absicht hervor, ein Elektrofahrzeug zu erwerben: Während in der Vorbefragung 20% der Nutzer diese Absicht äußerten, traf dies während der Nutzung auf 37% der Teilnehmer zu. Bei der Bereitschaft, ein Elektrofahrzeug für 650 Euro im Monat zu leasen, zeigte sich ein deutlicher Unterschied zwischen der Stichprobe der unbegleiteten Tagesnutzung in Chemnitz und den Berliner Stichproben: Während die Berliner Teilnehmer bereits vor der Nutzung durchaus bereit waren, diese Leasingkosten zu investieren (P+R: 50%; P+C: 35%; MINI E 1.0: 40%), war dies in Chemnitz - vermutlich aufgrund der divergierenden Einkommensstruktur - nicht der Fall (3%). Dennoch stieg der Anteil der zustimmenden Chemnitzer Nutzer nach der unbegleiteten Tagesnutzung auf 13%. Eine Zunahme war auch in der Bereitschaft zu verzeichnen, ein Drittel mehr für ein Elektrofahrzeug als für ein vergleichbares anderes Fahrzeug zu zahlen. Hier stimmten vor Nutzung des MINI E 33% der Teilnehmer in Chemnitz zu, nach Nutzung waren es 40%. Zusammengefasst schien die Bereitschaft, sich ein Elektrofahrzeug anzuschaffen, in der Chemnitzer Stichprobe zwar vorhanden zu sein, doch war die Leasingrate für die Nutzer in der unbegleiteten Tagesnutzung vermutlich zu hoch oder Leasing allgemein nicht attraktiv. Die Preissensitivität der Chemnitz Stichprobe zeigte sich ebenfalls in den Ergebnissen der Conjoint Analyse, die im nächsten Abschnitt erläutert werden.

Conjoint Analyse

Welche Merkmale beim Kauf eines Elektrofahrzeugs die größte Rolle spielen, wurde im Projekt MINI E 2.0 mit Hilfe einer Conjoint Analyse ermittelt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 10 dargestellt. Im unteren Teil der Tabelle sind zum Vergleich auch die Ergebnisse aus dem ersten Projekt MINI E 1.0 enthalten.

Zu allen Messzeitpunkten beider Studien stellte der Preis das bestimmende Merkmal bei der Kaufentscheidung für die Nutzer dar. Unterschiede ließen sich in der Bedeutung der Reichweite und CO₂-Emissionen für die Kaufentscheidung erkennen. Während den CO₂-Emissionen im Projekt MINI E 1.0 bei der Kaufentscheidung eine durchgehend größere Bedeutung als der Reichweite beigemessen wurde, war dies in der Folgestudie nur bei den P+R-Nutzern vor Nutzung der Fall. Von dieser Ausnahme abgesehen, nahm die Reichweite bei den Privatnutzern im Projekt MINI E 2.0 Rang zwei unter den Kriterien einer Kaufentscheidung ein. Als zentrales Ergebnis der vorliegenden Studie kann jedoch die ermittelte Wichtigkeit der Ladedauer in den unterschiedlichen Nutzergruppen betrachtet werden. Hier zeigte sich, dass die Ladedauer – vergleichbar zur ersten Berliner Studie – als nachrangiges Kriterium bei der Kaufentscheidung erachtet wurde. Dies ist besonders im Hinblick auf die P+C-Nutzer entscheidend. Obwohl diese Nutzer ausschließlich öffentlich laden konnten und demnach die Ladedauer stärker in die Alltagsplanung einbeziehen mussten, betrachteten sie zu beiden Messzeitpunkten die Ladedauer nicht als entscheidendes Kriterium einer Kaufentscheidung. Für eine detaillierte Betrachtung des Ladens sei auf spätere Kapitel zu den Themen Alltagstauglichkeit und Nutzungsmuster verwiesen.

Tabelle 10: Vergleich der relativen Bedeutsamkeit verschiedener Faktoren bei der Kaufentscheidung (MINI E 2.0 & MINI E 1.0).

MINI E 2.0								
Vor Nutzung					Während der Nutzung			
P+R		P+C			P+R		P+C	
Rang	Faktor	Relative Wichtigkeit	Faktor	Relative Wichtigkeit	Faktor	Relative Wichtigkeit	Faktor	Relative Wichtigkeit
1.	Leasingkosten	30	Leasingkosten	40	Leasingkosten	36	Leasingkosten	41
2.	CO ₂ -Emission	28	Reichweite	26	Reichweite	28	Reichweite	27
3.	Reichweite	24	CO ₂ -Emission	21	CO ₂ -Emission	22	CO ₂ -Emission	18
4.	Ladedauer	17	Ladedauer	13	Ladedauer	15	Ladedauer	15

MINI E 1.0				
Vor Nutzung			Während der Nutzung	
Rang	Faktor	Relative Wichtigkeit	Faktor	Relative Wichtigkeit
1.	Leasingkosten	35	Leasingkosten	42
2.	CO ₂ -Emission	30	CO ₂ -Emission	24
3.	Reichweite	22	Reichweite	22
4.	Ladedauer	13	Ladedauer	13

In den Testserien an der Technischen Universität Chemnitz wurde in der unbegleiteten Tagesnutzung ebenfalls eine Conjoint Analyse eingesetzt. Die Ergebnisse spiegeln das Bild der Berliner Feldphase im Projekt MINI E 2.0 wider und sind Tabelle 11 zu entnehmen.

Tabelle 11: Vergleich der relativen Bedeutsamkeit verschiedener Faktoren bei der Kaufentscheidung (Chemnitzer Testserien).

Testserien an der Technischen Universität Chemnitz		
Nach Nutzung		
Unbegleitete Tagesnutzung		
N=30		
Rang	Faktor	Relative Wichtigkeit
1.	Leasingkosten	51
2.	Reichweite	21
3.	CO ₂ -Emission	16
4.	Ladedauer	12

Während sich in der Testserie die gleiche Rangreihe der verschiedenen Faktoren ergab, wich deren relative Bedeutsamkeit von den Ergebnissen der Berliner Feldphase ab. Der deutlichste Unterschied zeigte sich bei den Leasingkosten, denen in der Chemnitzer Stichprobe deutlich höhere Relevanz zugemessen wurde. Dies wurde vermutlich einerseits durch das Einkommensniveau der Nutzer in Chemnitz bedingt, das im Vergleich zur Berliner Stichprobe geringer war. Zum anderen handelte es sich in Chemnitz um Personen mit Interesse an Themen der Elektromobilität, die für ihre Testung kein Geld ausgeben mussten. Die Berliner Stichprobe als Beispiel für *Early Adopter* hatte schon durch die kostenpflichtige Teilnahme an der Studie belegt, dass sie bereit ist, für nachhaltige Mobilität Mehrkosten in Kauf zu nehmen.

Faktoren, welche die persönliche Kaufbereitschaft steigern

Schließlich wurden die Nutzer befragt, was sich ändern müsste, um die persönliche Kaufbereitschaft zu steigern. Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 dargestellt. Vor der Nutzung der Fahrzeuge gaben alle P+C- und alle P+R-Nutzer an, dass Veränderungen in Bezug auf Haltbarkeit der Batterien, Reichweite und Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur ihre Kaufbereitschaft positiv beeinflussen würden. Indes während der Nutzung der Elektrofahrzeuge alle Teilnehmer auch Verbesserungen der Batteriehaltbarkeit und eine Erhöhung der Reichweite als wichtig erachteten, verlor der Ausbau der Ladeinfrastruktur für die P+R-Nutzer an Bedeutung. Dieses Ergebnis spiegelt die Ergebnisse der ersten MINI E-Studie wider, in welcher der Anteil der Teilnehmer, die den Ausbau der Ladeinfrastruktur als wichtig erachteten, während der Nutzung

von 93% auf 72% sank. Wie im Projekt MINI E 1.0 ist dafür wohl die geringe Nutzungsintensität in der Gruppe verantwortlich, die zum Laden nicht auf öffentliche Ladesäulen angewiesen war. Im Anwendungsfeld P+C äußerten auch während der Nutzung der Fahrzeuge alle Nutzer die Meinung, dass die Ladeinfrastruktur ausgebaut werden muss.

Tabelle 12: Bedeutung einzelner Aspekte, deren Veränderung die persönliche Kaufbereitschaft steigern würde.

Themenbereiche	Anteil der Nutzer, die Veränderung gewünscht haben (in %)					
	Privatnutzung					
	Vor Nutzung			Während der Nutzung		
	MINI E 1.0	P+R	P+C	MINI E 1.0	P+R	P+C
Haltbarkeit der Batterien	100	100	100	96	100	95
Reichweite	94	100	100	95	100	95
Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur (Netzabdeckung)	93	100	100	72	78	100
Anschaffungspreis	86	80	95	94	100	95
Platzangebot	85	90	70	96	89	95
Ladedauer	80	90	90	74	67	85
Kosten im Betrieb	78	90	80	59	56	85
Preis von Kraftstoffen	70	80	80	64	78	85
Förderung durch die Politik	62	40	55	61	78	70

Eine ähnliche Entwicklung ließ sich bei der Ladedauer erkennen. Während zu Beginn der Studie 90% der Nutzer in beiden Nutzergruppen die Verkürzung der Ladedauer als wichtig erachteten, war dies während der Nutzung nur noch bei 67% der P+R-Nutzer der Fall. Bei den P+C-Nutzern blieb der Anteil mit 85% relativ konstant. Auch dies ist wahrscheinlich mit der geringen Nutzungsintensität und -notwendigkeit der P+R-Nutzer zu begründen. Ein weiterer Unterschied deutete sich in der Bewertung der Kosten im Betrieb an. Diesen Aspekt schätzten 80% der P+C-Nutzer vor Nutzung und 85% während der Nutzung als verbesserungswürdig ein. Im Anwendungsfeld P+R waren während der Nutzung weniger Teilnehmer der Meinung, dass die betrieblichen Kosten verbesserungswürdig sind (vor Nutzung: 90%; während der Nutzung: 56%).

7.3.2.4 Zusammenfassung Akzeptanz

Zusammenfassend ergaben die Daten der verschiedenen MINI E-Nutzer zur Akzeptanz des MINI E als Elektrofahrzeug ein durchaus positives Bild. Dieses Bild war vergleichbar mit der Nutzerrückmeldung aus dem Projekt MINI E 1.0 und über verschiedene Einsatzbereiche des

MINI E relativ konstant. Bei P+C-Nutzern, die das Fahrzeug nur über öffentliche Ladestationen laden konnten, zeigten sich hohe Werte in Akzeptanz und Einstellungen. Dies ist insoweit ein zentraler Befund, da die Gruppe der P+C-Nutzer vielversprechend für den Einsatz von Elektromobilität ist und Akzeptanz seitens dieser Gruppe zu einer dauerhaften Etablierung von Elektrofahrzeugen im innerstädtischen Verkehr beitragen könnte. In Bezug auf die Präferenzen im simulierten Kaufprozess unterschieden sich die P+C-Nutzer nicht wesentlich von den P+R-Nutzern und den Nutzern aus dem Projekt MINI E 1.0, was besonders in Bezug auf die Ladedauer bemerkenswert ist. Dennoch sahen die P+C-Nutzer beim Laden durchaus Handlungsbedarf. Als weiterer zentraler Befund zu Einstellungen und Akzeptanz gegenüber Elektrofahrzeugen ist die positive Entwicklung der Bewertung des Systems zu nennen. Über alle Einsatzbereiche hinweg beurteilten die Nutzer den MINI E bereits bei Fahrzeugübergabe positiv und äußerten sich noch positiver, nachdem sie das Fahrzeug getestet hatten. Diese Ergebnisse stimmten mit den Ergebnissen der ersten MINI E-Studie in Berlin überein und spiegelten bestehende Forschungsbefunde wider (CENEX, 2010; Gärling & Johansson, 1999). Wie die vorliegende Studie zeigen konnte, spielte die Nutzungsdauer für die Veränderung von Akzeptanz und Einstellungen eine eher untergeordnete Rolle. Auch nach Mikronutzungszeiträumen beurteilten die Nutzer den MINI E positiver als vor der Nutzung. Für die Verbreitung und Vermarktung von Elektrofahrzeugen könnte das bedeuten, dass bereits kürzere Nutzungszeiträume, z.B. im Rahmen einer Probefahrt, ausreichen könnten, um potenzielle Nutzer von der Technologie zu überzeugen.

7.3.3 Alltagstauglichkeit

7.3.3.1 Fahrzeug

Ein wesentliches Ziel des Projektes MINI E 2.0 bestand darin, die Alltagstauglichkeit des MINI E an neuen Zielgruppen zu untersuchen. Nahezu alle Nutzer kamen während der Nutzung gut mit dem MINI E zurecht (Privatnutzer: >98%; Fuhrpark: 96%). Auch die Bedienung des MINI E wurde von allen Privatnutzern (100%) und der Mehrheit der Nutzer im Anwendungsfeld Flottennutzung (Fuhrpark: 96%; Carsharing: 91%) als einfach erlebt. Die Nutzer betrachteten den MINI E überwiegend als zuverlässiges Verkehrsmittel: Während nahezu alle Teilnehmer des Vorgängerprojekts und die P+R-Nutzer zur Befragung während der Nutzung der Aussage, dass sie der MINI E jederzeit zuverlässig von einem Ort zu einem anderen gebracht hat, zustimmten (MINI E 1.0: 95%; P+R: 100%), war die Zustimmung bei den P+C-Nutzern mit 85% geringer. Auch im Flottenkontext wurde die Zuverlässigkeit als hoch beurteilt (Fuhrpark: 94%; Carsharing: 100%).

Auch das Sicherheitsgefühl im MINI E wurde positiv bewertet. Fast alle Nutzer fühlten sich im MINI E sowohl vor als auch während der Nutzung so sicher wie in einem vergleichbaren herkömmlichen Kleinwagen (P+R, P+C, Fuhrpark: \geq 89%; Carsharing: 82%).

Eine zentrale Dimension für die empfundene Alltagstauglichkeit ist die Erfüllung von persönlichen Mobilitätsbedürfnissen. Die Privatnutzer erwarteten größtenteils, dass der MINI E ihre täglichen Mobilitätsanforderungen erfüllen kann (siehe Tabelle 13). Diese Erwartung bestätigte sich für die Nutzer mit privater Autostrombox während der Nutzung (P+R: 89%; MINI E 1.0: 92%). Die P+C-Nutzer schätzten die Erfüllung ihre Mobilitätsbedürfnisse während der Nutzung geringer ein als vor Nutzung, wobei auch in diesem Anwendungsfeld der überwiegende Teil der Nutzer der Aussage zustimmte (vor Nutzung: 85%; während der Nutzung: 65%). Dies könnte auf die andersartige Ladeinfrastruktur, auf die diese Gruppe zurückgreifen musste, zurückzuführen sein. Auch die Nutzer im Flottenkontext stimmten der Aussage während der Nutzung größtenteils zu.

Tabelle 13: Anteil der Nutzer, für die die täglichen Mobilitätsanforderungen durch den MINI E erfüllt werden konnten.

Anteil der Nutzer (in %)							
Privatnutzung						Flottennutzung	
Vor Nutzung			Während der Nutzung			Während der Nutzung	
MINI E 1.0	P+R	P+C	MINI E 1.0	P+R	P+C	Fuhrpark	Car-sharing
88	90	85	92	89	65	86	82

Die Flexibilität mit dem MINI E wurde in den einzelnen Nutzergruppen unterschiedlich bewertet. Die Hälfte der P+R- und P+C-Nutzer stimmte der Aussage zu, mit dem MINI E genauso flexibel wie mit einem konventionellen Fahrzeug zu sein. Während der Nutzung stieg der Anteil bei den P+R-Nutzern auf 67%, während er bei den P+C-Nutzern auf 30% sank und im Projekt MINI E 1.0 vergleichsweise konstant blieb (58%). Die weniger positive Bewertung durch die P+C-Nutzer könnte darauf zurückzuführen sein, dass diese Gruppe eine geringere Flexibilität aufgrund des öffentlichen Ladens erlebte, als sie zunächst erwartet hatte. Die Erwartungen wurden somit bei den Nutzern mit Autostrombox übertroffen, jedoch bei den P+C-Nutzern nicht vollständig erfüllt. Im Flottenkontext stimmte rund die Hälfte der Nutzer zu, mit dem MINI E genauso flexibel wie mit einem anderen Fahrzeug zu sein (siehe Tabelle 14).

Tabelle 14: Anteil der Nutzer, welche die Flexibilität mit dem MINI E positiv bewerteten.

Anteil der Nutzer (in %)							
Privatnutzung						Flottennutzung	
Vor Nutzung			Während der Nutzung			Während der Nutzung	
MINI E 1.0	P+R	P+C	MINI E 1.0	P+R	P+C	Fuhrpark	Car-sharing
60*	50	50	58	67	30	51	46

Anmerkung: * Daten nur in einer Nutzungsphase erhoben.

Die Planung der Fahrzeugnutzung (Streckenplanung, Ladezeiten) war nur für wenige Nutzer eine große Herausforderung (Zustimmung während der Nutzung in allen Gruppen: $\leq 25\%$). Die Nutzer waren zudem der Ansicht, dass sie den Großteil ihrer Wege mit dem MINI E zurücklegen könnten, insbesondere wenn das Raumangebot vergrößert würde. Die Nutzer im Flottenkontext stimmten dieser Aussage in geringerem Maße zu (siehe Tabelle 15).

Tabelle 15: Anteil der täglichen Wege / Dienstwege, welche die Nutzer mit dem MINI E als alleinigem Fahrzeug abdecken könnten (subjektive Einschätzung).

	Anteil der Wege (in %)							
	Privatnutzung						Flottennutzung	
	Vor Nutzung			Während der Nutzung			Während der Nutzung	
	MINI E 1.0	P+R	P+C	MINI E 1.0	P+R	P+C	Fuhrpark	Car-sharing
Bei gegenwärtiger Auslegung des MINI E	80*	88	83	81	87	80	61	71
Bei uneingeschränktem Platzangebot (Sitzplätze, Kofferraum etc.)	90*	93	89	93	94	86	63	77

Anmerkung: * Daten nur in einer Nutzungsphase erhoben.

Im Projekt MINI E 1.0 wurden Raumangebot und Reichweite als zwei wichtige potenzielle Barrieren für die Nutzung des MINI E identifiziert. Auch im Projekt MINI E 2.0 erachteten nur 33% der P+R- und 40% der P+C-Nutzer das Raumangebot als ausreichend (siehe Tabelle 16). Besonders problematisch wurde das Raumangebot von den Carsharingnutzern beurteilt. Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass Carsharingfahrzeuge häufig für den Transport von viel Gepäck (z.B. Wocheneinkauf) gebucht werden.

Tabelle 16: Anteil der Nutzer, welche das zur Verfügung stehende Raumangebot als ausreichend für ihre Bedürfnisse wahrnahmen.

Anteil der Nutzer (in %)				
Privatnutzung			Flottennutzung	
Während der Nutzung			Während der Nutzung	
MINI E 1.0	P+R	P+C	Fuhrpark	Carsharing
33	33	40	45	27

Der überwiegende Teil der Nutzer beurteilte die Reichweite sowohl vor als auch während der Nutzung als ausreichend (siehe Tabelle 17), wobei die Werte bei den Privatnutzern während der Nutzung hinter den Erwartungen zurückblieben. Die positivere Bewertung durch Flotten- als Privatnutzer ist möglicherweise auf die unterschiedlichen Mobilitätsbedürfnisse beider Nutzergruppen zurückzuführen: Vermutlich wurde der MINI E von Fuhrpark- und Carsharingnutzern von vornherein nur für Fahrten eingesetzt, bei denen keine Reichweitenprobleme auftreten.

Tabelle 17: Anteil der Nutzer, welche die zur Verfügung stehende Reichweite als ausreichend für die Erledigung ihrer Wege beurteilten.

Anteil der Nutzer (in %)					
Privatnutzung				Flottennutzung	
Vor Nutzung		Während der Nutzung		Während der Nutzung	
P+R	P+C	P+R	P+C	Fuhrpark	Carsharing
80	90	67	65	90	100

Ähnliches zeigte sich während der Nutzung auch in den qualitativen Daten. Einige Personen erlebten die Reichweite als uneingeschränkt ausreichend:

„Reicht fantastisch.... Absolut ausreichend“ [TN 104, während der Nutzung].

„Jetzt komme ich damit eigentlich wunderbar zurecht“ [TN 119, während der Nutzung].

Der Großteil der Nutzer empfand die Reichweite jedoch nur unter bestimmten Bedingungen (z.B. für den Alltag, für die Stadt, als Zweitwagen) als ausreichend:

„Ja, ja genau. Für die normalen Tagesfahrten reicht es aus“ [TN 108, während der Nutzung].

„Also für Stadt völlig ausreichend“ [TN 117, während der Nutzung].

„In der Stadt war es okay. In der Zukunft wäre es schön, wenn man länger fahren kann“
[TN 122, während der Nutzung].

Als nicht ausreichend wurde die Reichweite nur von sehr wenigen Nutzern erlebt:

„Das hat mich eigentlich schon ganz schön gestört, muss ich sagen. Man merkt eigentlich erst wie schön es ist, wenn man einen Verbrennungsmotor da vorne drin hat. Sie brauchen sich nicht um die Heizung kümmern, sie brauchen sich nicht um die Klimaanlage kümmern, sie brauchen sich nicht um die Reichweite kümmern. Wenn das Benzin alle ist, fahren sie an eine Tankstelle und tanken nach. Das alles ist beim MINI E nicht der Fall. Da müssen sie immer vorplanen und schauen: Heize ich jetzt oder kühle ich jetzt? Das ist eigentlich nervig“ [TN 122, während der Nutzung].

Nach Summation der Kategorien „völlig ausreichend“ und „bedingt ausreichend“ und Gegenüberstellung zur Kategorie „nicht ausreichend“ zeigte sich weder ein Unterschied in der Reichweitereinschätzung vor Nutzung und während der Nutzung noch ein Unterschied zwischen den zwei Gruppen von Privatnutzern (siehe Tabelle 18).

Tabelle 18: Ergebnisse der qualitativen Analysen zum Reichweitereleben der Privatnutzer.

	Anteil der Nutzer, die Reichweite als völlig, bedingt oder nicht ausreichend einschätzten (in %)			
	Privatnutzung		Während der Nutzung	
	Vor Nutzung			
	P+R	P+C	P+R	P+C
Völlig ausreichend	0	30	11	20
Bedingt ausreichend (z.B. für Alltag, Stadt, als Zweitwagen)	90	60	78	70
Nicht ausreichend	10	10	11	10

Zusammenfassung

Der MINI E wurde grundlegend als alltagstauglich eingeschätzt. Alle Nutzergruppen kamen gut mit dem MINI E zurecht und beurteilten ihn größtenteils als zuverlässiges und sicheres Fahrzeug. Die Mobilitätsanforderungen der Nutzer konnten durch das Fahrzeug zum großen Teil erfüllt werden, wobei die Privatnutzer ohne persönliche Autostrombox (P+C) Einschränkungen erlebten. In dieser Nutzergruppe bewerteten die Teilnehmer die Flexibilität mit dem MINI E im Vergleich zu einem konventionellen Fahrzeug geringer. Trotzdem schätzten die Nutzer in allen Privatnutzergruppen während der Nutzung, dass sie mindestens 80% ihrer täglichen Wege mit

dem MINI E abdecken könnten. Dieses Nutzungspotenzial wurde im Flottenkontext etwas geringer beurteilt (zwischen 60% und 70%).

7.3.3.2 Laden

Für die Beurteilung der Alltagstauglichkeit aktueller Elektromobilitätssysteme spielen Unterschiede zur kraftstoffbetriebenen Individualmobilität eine wichtige Rolle. Im Folgenden werden Ergebnisse zu Ladedauer, Handhabbarkeit des Ladevorgangs und Alltagstauglichkeit der öffentlichen Ladeinfrastruktur dargestellt.

Ladedauer

Ein Aspekt, der im Zusammenhang mit Elektromobilität häufig als problematisch beurteilt wird, ist die Zeit, die zum vollständigen Laden von Elektrofahrzeugen benötigt wird. Diese betrug bei den in dieser Studie eingesetzten Fahrzeugen des Typs MINI E je nach verfügbarer Stromstärke vier oder zehn Stunden. Laden in vier Stunden war an den privaten Autostromboxen der P+R-Nutzer und an etwa der Hälfte aller öffentlichen Ladesäulen möglich. Um die Einstellung der Nutzer gegenüber der Ladedauer differenziert abbilden zu können, wurde erfragt, wie die Teilnehmer das Stromladen im Vergleich zum Tanken von Kraftstoff einschätzen. Vor Nutzung gaben 60% der P+R-Nutzer an, dass es ihnen nichts ausmacht, mehr Zeit für das Stromladen zu benötigen als für das Tanken von Kraftstoff. Während der Nutzung erhöhte sich die Zustimmung auf 78%. Im Vergleich zum Projekt MINI E 1.0 (vor Nutzung: 79%; während der Nutzung: 79%) waren die P+R-Nutzer demnach zwar anfangs etwas skeptischer, beurteilten die Ladedauer aber während der Nutzung sehr ähnlich. Bei den P+C-Nutzern war die Zustimmung mit 50% bereits vor Nutzung niedriger als bei den anderen Gruppen und sank während der Nutzung auf 35%. Im Flottenkontext, in dem zu Fahrtbeginn in der Regel vollständig aufgeladene Fahrzeuge zur Verfügung standen, ergab sich eine ähnliche Zustimmungsrate (Fuhrpark: 76%; Carsharing: 64%) wie bei den Nutzern mit eigener Lademöglichkeit (siehe Abbildung 21).

Sowohl vor als auch während der Nutzung gab die Mehrheit der Privatnutzer an, dass sie die Ladezeit in den Tagesablauf integrieren konnten, wobei die P+C-Nutzern in etwas geringerem Maße zustimmten (P+R: 90%; P+C: 80%). Ähnliche Ergebnisse zeigten sich bei den Teilnehmern der Flottennutzung (Fuhrpark: 82%; Carsharing: 91%). Die Integration der Ladezeit in den Tagesablauf wurde damit vor und während der Nutzung konstanter als im Projekt MINI E 1.0 beurteilt, in dem der Anteil der zustimmenden Teilnehmer während der Nutzung stark gesunken war (vor Nutzung: 91%; während der Nutzung: 66%).

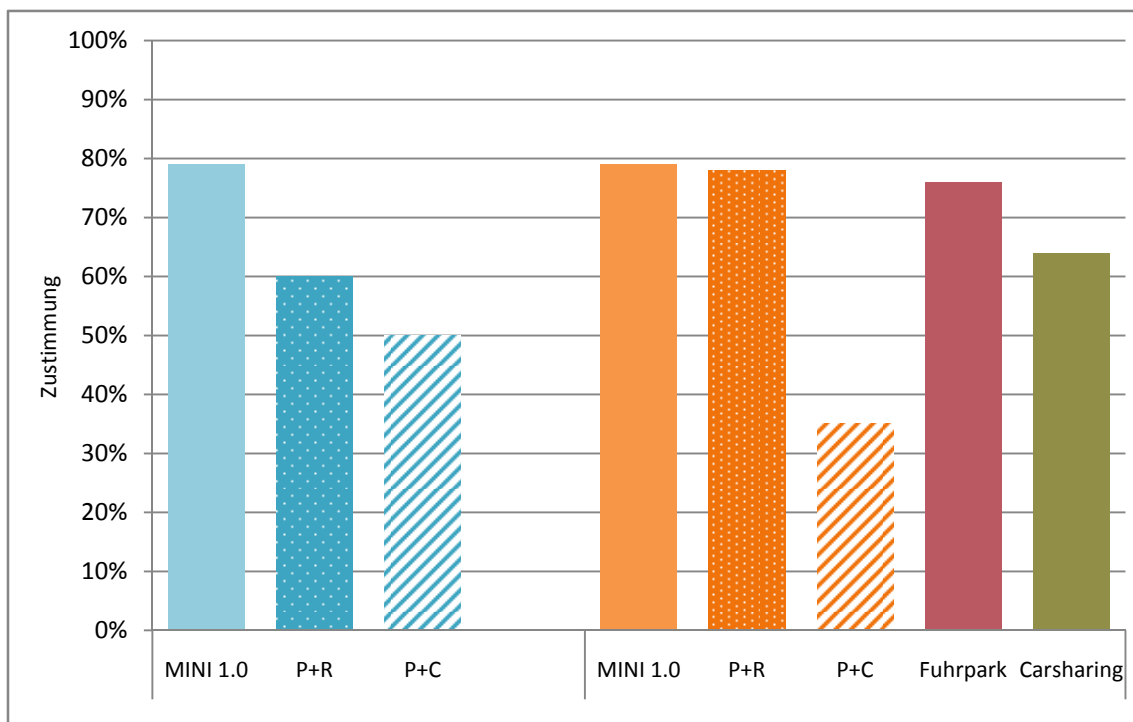


Abbildung 21: Anteil der Nutzer, denen die längere Ladedauer des MINI E im Vergleich zum Tanken mit Kraftstoff nichts ausmachte.

In einer offenen Frage nach Verbesserungswünschen am Ladevorgang befragt, benannten 30% der P+C- und 22% der P+R-Nutzer die Ladedauer als verbesserungswürdig. Ein Nutzer formulierte:

„Und wenn es noch schneller ginge, wäre es natürlich grundsätzlich noch besser als jetzt vier Stunden“ [TN 129, während der Nutzung].

In einer weiteren offenen Frage zu Schlüsselanforderungen an Elektrofahrzeuge in Bezug auf den Ladeprozess gaben mehr als ein Drittel der P+C-Nutzer eine Schnellademöglichkeit an. Weniger als ein Viertel der P+R-Nutzer benannte diesen Aspekt als zentrale Anforderung.

Insgesamt zeigte sich, dass die Ladedauer von Nutzern, welche über eine private Lademöglichkeit verfügten, als unproblematisch eingeschätzt wurde. Im Gegensatz dazu schätzten die Nutzer, welche auf die öffentliche Ladeinfrastruktur angewiesen waren, die aktuelle Ladezeit v.a. während der Nutzungserfahrung als problematischer ein. Diese Nutzergruppe benannte schnellere Lademöglichkeiten als zentralen Aspekt für die Optimierung des Ladeprozesses.

Ladevorgang

Der Ladevorgang selbst wurde wie in der Vorgängerstudie MINI E 1.0 als unproblematisch bewertet (siehe Tabelle 19). Zu Beginn der Studie erwarteten 90% der Privatnutzer, dass das

Aufladen des MINI E kinderleicht ist. Während der Nutzung waren 93% aller Privatnutzer dieser Ansicht, wobei die Zustimmung bei den P+R-Nutzern auf 100% stieg, bei den P+C-Nutzern hingegen konstant blieb. Auch die Mehrheit der Nutzer im Flottenkontext schätzte während der Nutzung das Aufladen des MINI E als kinderleicht ein (Fuhrpark: 100%; Carsharing: 91%). Die Mehrheit der Privatnutzer betrachtete sich bereits vor dem ersten selbstständigen Laden als kompetent in diesem Bereich (Zustimmung: $\geq 95\%$). Diese Einschätzung veränderte sich während der Nutzung nicht. Die meisten Teilnehmer aller Anwendungsfelder konnten sich sowohl vor als auch während der Nutzung vorstellen, dass auch andere Personen das Laden sehr schnell erlernen. Das Anschließen des MINI E an die jeweilige Lademöglichkeit empfanden die Privatnutzer der Projekte MINI E 1.0 und MINI E 2.0 als unproblematisch (Zustimmung: $\geq 90\%$).

Der einzige Aspekt, bei dem die Nutzer in Bezug auf den Ladevorgang Probleme erlebten, war wie im Vorgängerprojekt MINI E 1.0 die Handhabung des Ladekabels. Im vorliegenden Projekt schätzten während der Nutzung 38% der Privatnutzer die Handhabung als umständlich ein (P+R: 44%; P+C: 35%; MINI E 1.0: 57%). Der Vergleich der Einschätzungen vor und während der Nutzung zeigte, dass die Nutzer die Handhabung vermutlich umständlicher als zunächst erwartet wahrnahmen: Vor der Nutzung erwarteten nur 30% der P+R- und 25% der P+C-Nutzer eine umständliche Handhabung des Ladekabels. Im Projekt MINI E 1.0 war dies bei 33% der Nutzer der Fall.

Tabelle 19: Einstellung der Nutzer zu verschiedenen Aspekten des Ladevorgangs.

	Anteil der Nutzer, die den Aussagen zustimmten (in %)							
	Privatnutzung						Flottennutzung	
	Vor Nutzung			Während der Nutzung			Während der Nutzung	
	MINI E 1.0	P+R	P+C	MINI E 1.0	P+R	P+C	Fuhrpark	Car-sharing
Aufladen kinderleicht	96	90	90	87	100	90	100	91
Kompetent im Umgang mit Laden	100	100	95	100	100	95	-	-
Laden leicht erlernbar	98	90	95	100	100	100	100	100
Anschließen leicht umsetzbar	100*	90	90	92*	100	95	-	-
Handhabung des Kabels umständlich	33*	30	25	57*	44	35	-	-

Anmerkung: Die Nutzer im Flottenkontext wurden nicht zur Kompetenz im Umgang mit dem Laden, der Umsetzbarkeit des Anschließens und der Handhabung des Ladekabels befragt.* Nur in einem Nutzungszeitraum erhoben.

Die Schwierigkeiten im Umgang mit dem Ladekabel wurden auch in den qualitativen Daten deutlich. Die Nutzer gaben an, dass sie das Zusammenrollen des Ladekabels als umständlich erlebten. Sie bewerteten das Kabel als zu schwer und führten an, dass es bei Gebrauch leicht verschmutze:

„Was vielleicht angenehm wäre, wenn man ein weniger widerspenstiges Ladekabel finden würde. Man muss es aufrollen, dann muss man es drei oder vier Mal drehen bis es richtig liegt, weil es eben sehr dick ist“ [TN 103, während der Nutzung].

„Die Stecker sind natürlich, also der Stecker im Auto, den rauszuziehen oder den erstmal rein zubekommen, ist nicht ganz trivial. Die ist jetzt auch nicht schwach, aber als Mann hat man da weniger Probleme, für Frauen finde ich es ein bisschen zu heftig. Welche Kraft da nötig ist, um das abzuziehen“ [TN 117, während der Nutzung].

Bedenken wurden auch in Bezug auf die Sicherheit des Ladekabels und auf Vandalismus oder Diebstahl geäußert.

Als Maßnahme zur Optimierung des Ladekabels wurde häufig genannt, induktives Laden einzusetzen oder ein automatisch einziehbares Kabel zu implementieren (ähnlich wie bei vielen Staubsaugermodellen), das entweder an Fahrzeug oder Ladesäule fest angebracht ist:

„Aber am besten wäre es, glaube ich, wenn es wirklich fest installiert ist, ähnlich eines Staubsaugerkabels, das man so rausziehen kann“ [TN 115, während der Nutzung].

In Bezug auf Schlüsselanforderungen an Elektrofahrzeuge nannten die Teilnehmer am häufigsten die Implementierung von Schnellademöglichkeiten, gefolgt von Informationen über Lademöglichkeiten an zweiter und die Möglichkeit zum induktiven Laden an dritter Stelle.

Öffentliche Ladeinfrastruktur

Wie bereits im Projekt MINI E 1.0 nutzten die P+R- und Flottennutzer die öffentliche Ladeinfrastruktur sehr selten (vgl. Abschnitt zu Nutzungsmustern beim Laden): Nur zwei der P+R-Nutzer luden im gesamten Nutzungszeitraum überhaupt einmal an öffentlichen Ladestationen. Als Ursache für dieses Ladeverhalten nannten die Teilnehmer neben den bereits oben erwähnten Vandalismusbedenken und Problemen im Umgang mit dem Ladekabel vor allem die Möglichkeit, zu Hause ausreichend laden zu können. Diese Einstellung spiegelte sich auch in den quantitativen Daten wider: Vor Nutzung gaben 100% der P+R-Nutzer an, dass öffentliche Ladesäulen zum Laden der Elektrofahrzeuge unbedingt verfügbar sein sollten. Während der Nutzung traf dies nur noch auf 56% der Nutzer mit eigener Lademöglichkeit zu. Ein vergleichbarer Rückgang war auch im Vorgängerprojekt MINI E 1.0 aufgetreten (vor Nutzung: 86%; während der Nutzung: 62%). Die Nutzer relativierten demnach nach Erfahrungen mit dem MINI E ihr Urteil in Bezug auf die öffentliche Ladeinfrastruktur. Ein anderer Trend ergab sich bei

den P+C-Nutzern: Der Anteil der zustimmenden Nutzer stieg in diesem Anwendungsfeld von 90% vor Nutzung auf 95% während der Nutzung.

Um ein Fazit bezüglich der aktuell vorhandenen Infrastruktur gebeten, äußerten 35% der P+C- und 11% der P+R-Nutzer in den qualitativen Daten, dass die Anzahl der Ladestationen im Stadtgebiet Berlin bereits ausreichend sei. Vergleichbar viele Teilnehmer (40% P+C, 33% P+R) erwähnten wiederum explizit, dass sie sich eine dichtere Infrastruktur wünschten, bezogen dies jedoch oft auf das Gebiet außerhalb der Innenstadt Berlins:

„Deutlich zu wenig. Bevor ich mir einen Wagen kaufe, muss das flächendeckend sein. Ich will auch mal erfolgreich nach München fahren können“ [TN 127, während der Nutzung].

„Aber sie ist eben noch ausbaufähig, vor allem im Großraum Berlin oder auch Brandenburg. Außerhalb der Innenstadt“ [TN 126, während der Nutzung].

Problematisch erlebten die Ladesäulennutzer vor allem die zu Beginn der Nutzungsphase aufgrund einer notwendigen Systemumstellung aufgetretenen technischen Probleme mit den Ladesäulen. So gaben die P+C-Nutzer an, dass technische Probleme in 54% der Fälle (Mittelwert über die prozentualen Einschätzungen der Nutzer) eine beabsichtigte Nutzung von Ladesäulen nicht möglich machten. An zweiter Stelle benannten sie die Belegung der Ladestation durch ein anderes Elektrofahrzeug (21%), an dritter Stelle (17%) die Belegung des zugehörigen Standplatzes durch ein konventionelles Fahrzeug. Insgesamt waren Situationen, in denen eine Nutzung von Ladesäulen nicht möglich war, jedoch vergleichsweise selten: Die P+C-Nutzer gaben im Mittel drei dieser Situationen pro Monat an.

Weitere Schwierigkeiten, über die die Nutzer in den Interviews berichteten, bestanden in der Inkompatibilität zu Ladesäulen anderer Anbieter als der Vattenfall Europe AG und der Notwendigkeit, die Einstellungen im Fahrzeug der jeweiligen Ladestromstärke an den Ladesäulen anzupassen:

„Das wäre schön und wenn es möglich ist bei fremden Stromanbietern zu laden, dass man dann einfach über eine Karte oder über Handy oder sonst was laden könnte, also unkompliziert ohne Registrierung und alles Mögliche“ [TN 124, während der Nutzung].

Einige Nutzer gaben an, dass Ladesäulen teilweise schlecht erkennbar gewesen seien:

„Ja, teilweise eben auch das Finden. Manchmal sind die ja nur einfach an den Straßenrand gestellt und man fängt dann erstmal an zu suchen, wo die überhaupt ist. Ich kriege zwar die Information, an welcher Straße sie ist oder ungefähr eine Hausnummer oder so, aber die dann zu finden ist manchmal schwierig. Die sind ja teilweise unscheinbar“ [TN 114, während der Nutzung].

„Und man erkennt sie einfach nicht. Die müssten irgendwie gekennzeichnet sein. Höher sein, wenn ein Auto davor parkt oder da steht beim Linksabbiegen ein Auto [davor], sieht man die Säule einfach nicht. Sie ist zu niedrig oder zu klein“ [TN 108, während der Nutzung].

Die Benutzerfreundlichkeit der neuen Ladesäulen bewerteten einige Nutzer positiv:

„Zum einen durch die Umstellung der Ladesäulen. Die Neuen sind wirklich sehr viel nutzerfreundlicher und auch problemlos bisher“ [TN 121, während der Nutzung].

Zusammenfassung

Die Ergebnisse zur Alltagstauglichkeit des Ladens zeigen, dass eine kurze Ladedauer für Nutzer, die auf öffentliche Ladesäulen angewiesen waren, wichtiger war als für Nutzer mit privater Lademöglichkeit. Die Aufladezeit ließ sich in den meisten Fällen in den Tagesablauf der Nutzer integrieren. Als problemlos wurde auch der Ladevorgang selbst erachtet. Allerdings wurde die Handhabung des Ladekabels von einem Teil der Nutzer als umständlich empfunden. Wie bereits im Vorgängerprojekt MINI E 1.0 schätzten die Nutzer mit privater Lademöglichkeit die Verfügbarkeit öffentlicher Ladesäulen während der Nutzung als weniger relevant ein und nutzen diese Lademöglichkeit entsprechend selten. Die im Stadtgebiet von Berlin vorhandene Infrastruktur beurteilten einige der Nutzer ohne eigene Lademöglichkeit als bereits weitgehend ausreichend, Ausbaubedarf wird vor allem für die öffentliche Ladeinfrastruktur im näheren und weiteren Umland gesehen.

7.3.4 Nutzungsmuster

7.3.4.1 Mobilität

Ein wesentliches Ziel des Projekts MINI E 2.0 bestand darin, die Nutzung des MINI E in neuen Zielgruppen zu untersuchen. Für die Datenerhebung zu Nutzungsmustern wurden bei den Privatnutzern Wegetagebücher eingesetzt. Im Flottenkontext erfolgte eine Übersetzung kritischer Elemente aus den Wegetagebüchern in ein Fragebogenformat, um auch dort eine Abschätzung der Auswirkung der Fahrzeugnutzung auf die Mobilität vornehmen zu können.

Für die Daten des Wegetagebuchs wurden umfassende Datenaufbereitungsprozesse durchgeführt. Dabei wurden die Erstellung von Zusatzvariablen und die (Nach-)Kodierung der vorhandenen Variablen stets möglichst nah an den Vorgehensweisen in etablierten Mobilitätspanelerhebungen angelehnt, wobei zusätzlich die besonderen Zielstellungen im Projekt berücksichtigt wurden. Am Ende der Aufbereitungsprozesse konnten für alle Wegetagebuchauswertungen Stichproben herangezogen werden, die nah an der verfügbaren Gesamtstichprobe lagen (z.B. P+R während der Nutzung: N = 8; P+C während der Nutzung: N = 19).

Bei der Interpretation der Ergebnisse im Flottenkontext ist zu beachten, dass die Daten eines Carsharingnutzers von den Analysen zu mobilitätsbezogenen Nutzungsmustern ausgeschlossen wurden (Carsharing: N = 10). Dieser Teilnehmer nutzte den MINI E u.a. im Rahmen einer Dauerbuchung über einen längeren Zeitraum (mehrere Wochen), was nicht der ursprünglichen Definition des Nutzungskontexts Carsharing entsprach und zu einer Verzerrung der Ergebnisse geführt hätte. Darüber hinaus ist bei den Ergebnissen aus dem Carsharingkontext zu beachten, dass sich Fragen in diesem Anwendungsfeld teilweise auf die gesamte Mobilität der Teilnehmer bezogen und teilweise nur auf die Mobilität im Rahmen des Carsharings. Der verwendete Referenzbereich wird jeweils bei den Auswertungen angegeben. Bei den Fuhrparknutzern gab es einige Teilnehmer, die den MINI E auch intensiv für private Fahrten nutzten. Um den Auswertungen einen konsistenten Referenzbereich zugrunde zu legen, wurden nur die Fragebogenteile ausgewertet, die sich auf Dienstwege bezogen (Standardstichprobe mit N = 51). Für die Interpretation sind schließlich die zum Teil sehr geringen Stichprobenumfänge zu beachten, die sich besonders bei der Schätzung von Mobilitätskennziffern durch Fragebogenitems im Carsharingkontext negativ auf die Schätzgenauigkeit auswirken könnten. So traten in diesem Anwendungsfeld tatsächlich einige Inkonsistenzen auf, die nicht plausibilisiert werden konnten.

Allgemeine Mobilitätsprofile

Um einen Eindruck über die allgemeinen Mobilitätsprofile in den unterschiedlichen Nutzungskontexten zu erhalten, wurde aus den Wegetagebüchern der Privatnutzer und den Fragebogendaten des Flottenkontextes eine Kenngröße für die Verteilung von Wegstreckenlängen (über alle Verkehrsmittel) gebildet. Es zeigte sich, dass in allen Nutzungskontexten die meisten Wege im Entfernungsbereich bis 50 Kilometer lagen und nahezu alle Wege unter 100 Kilometern Wegstrecke blieben (siehe Tabelle 20). Tendenziell schienen die Wegstrecken im Rahmen der dienstlichen Mobilität im Fuhrparkkontext länger zu sein, was besonders auf längere Dienstreisen (Wegstrecken > 100 km) zurückzuführen ist.

Tabelle 20: Anteil der Wege an den Gesamtwegen nach Wegstreckenklassen (über alle Verkehrsmittel).

Wegstrecken	Anteil der Wege (in %)							
	Privatnutzung						Flottennutzung	
	Vor Nutzung			Während der Nutzung			Während der Nutzung	
	MINI E 1.0	P+R	P+C	MINI E 1.0	P+R	P+C	Fuhrpark	Car-sharing
Bis 25 km	91	88	94	90	88	93	57	78
Von 25,1 bis 50 km	6	10	5	7	10	2	16	14
Von 50,1 bis 100 km	1	1	1	1	1	1	7	4
Über 100,1 km	2	1	0	2	1	4	20	4

Anmerkung: Referenzbereich bei Carsharing: gesamte Mobilität.

Darüber hinaus wurde für alle Nutzungskontexte ein Indikator für die wöchentliche Kilometerleistung berechnet (siehe Tabelle 21). Im Fuhrparkkontext wurde hierbei gefragt: „Wie viele Kilometer legen Sie in einer durchschnittlichen Woche bei Dienstwegen zurück (alle Verkehrsmittel)?“. Im Carsharingkontext fanden zwei Referenzbereiche Verwendung: „Wie viele Kilometer legen Sie in einer durchschnittlichen Woche mit Carsharingfahrzeugen zurück?“ und „Wie viele Kilometer legen Sie in einer durchschnittlichen Woche insgesamt zurück (alle Verkehrsmittel)?“ Als robustes Maß fand für die Auswertung der Median (anstatt eines Mittelwerts) Verwendung. Insgesamt zeigte sich, dass die Wochenkilometerleistung der Privatnutzer deutlich über der Wochenkilometerleistung im Flottenkontext lag. Bei den Privatnutzern bewegten sich die Wochenkilometerleistungen insbesondere zur Erhebung während der Nutzung in einer ähnlichen Größenordnung.

Tabelle 21: Gesamtwochenkilometerleistung über alle Verkehrsmittel.

	Wochenleistung (in km)							
	Privatnutzung						Flottennutzung	
	Vor Nutzung			Während der Nutzung			Während der Nutzung	
	MINI E 1.0	P+R	P+C	MINI E 1.0	P+R	P+C	Fuhrpark	Carsharing
Median	325	285	184	354	298	293	40	CS: 15 All: 200

Anmerkung: CS = nur Carsharing (hier nur N = 8, da bei zwei Personen der Anteil von Wegen bis 50 km Wegstrecke in einer durchschnittlichen Woche 0% betrug). All = gesamte Mobilität.

Rolle von PKW mit Verbrennungsmotor im Mobilitätsprofil

Um einen validen Vergleich über alle Nutzungsformen bezüglich der Rolle des PKW im Mobilitätsprofil der Nutzer ziehen zu können, wurde für die Auswertung der Referenzbereich von Wegen bis einschließlich 50 Kilometern Wegstrecke herangezogen, da diese Entfernungsklasse den größten Teil der Wege umfasste (siehe oben). Bei den Privatnutzern ging aus den Wegetagebüchern vor Nutzung hervor, dass in allen Gruppen ein substantieller Anteil von PKW-Wege zurückgelegt wurde. Der Anteil konventioneller PKW-Wege während der MINI E-Nutzung ging stark zurück. Bei den Carsharingnutzern ergab sich insgesamt ein sehr geringer Anteil von PKW-Wege mit Verbrennungsmotor (summierte Anteile von Carsharing-PKW und anderen PKW). In diesem Anwendungsfeld war auch bei Verfügbarkeit des MINI E ein erheblicher Anteil von Fahrten mit PKW mit Verbrennungsmotor zu beobachten. Für die Fuhrparknutzer spielten PKW mit Verbrennungsmotor auch während der Verfügbarkeit des MINI E eine entscheidende Rolle für die dienstliche Mobilität. Die Detailergebnisse sind in Tabelle 22 dargestellt.

Tabelle 22: Anteil der Wege mit PKW mit Verbrennungsmotor an den Gesamtwegen der Wegstreckenklasse bis 50 km.

Anteil der Wege (in %)							
Privatnutzung						Flottennutzung	
Vor Nutzung			Während der Nutzung			Während der Nutzung	
MINI E 1.0	P+R	P+C	MINI E 1.0	P+R	P+C	Fuhrpark	Carsharing
72	56	47	15	4	5	32	CS: 38 All: 4

Anmerkung: CS = nur Carsharing (hier nur N = 8, da bei zwei Personen der Anteil von Wegen bis 50 km Wegstrecke in einer durchschnittlichen Woche 0% betrug). All = gesamte Mobilität.

Rolle des MINI E im Mobilitätsprofil

Auch bei der Betrachtung der Rolle des MINI E im Mobilitätsprofil wurde auf die Daten aus dem Referenzbereich von Wegen mit Wegstrecken bis zu 50 Kilometern zurückgegriffen (siehe Tabelle 23). Die Privatnutzer setzten den MINI E für einen Großteil der dokumentierten Wege ein. Für Fahrten innerhalb des Carsharing ergab sich ein ähnlicher (jedoch tendenziell geringerer) Anteil. Im Fuhrpark war die Nutzungsintensität des MINI E bedeutend geringer.

Tabelle 23: Mittlerer Anteil der Wege mit MINI E an den Gesamtwegen der Wegstreckenklasse bis 50 km.

Anteil der Wege (in %)				
Privatnutzung			Flottennutzung	
Während der Nutzung			Während der Nutzung	
MINI E 1.0	P+R	P+C	Fuhrpark	Carsharing
73	78	70	40	CS: 63 All: 5

Anmerkung: CS = nur Carsharing (hier nur N = 8, da bei zwei Personen der Anteil von Wegen bis 50 km Wegstrecke in einer durchschnittlichen Woche 0% betrug). All = gesamte Mobilität.

Die Nutzer schätzten zudem (in allen Gruppen außer MINI E 1.0) den Anteil der Wege ein, für den sie den MINI E einsetzen würden bzw. eingesetzt hatten (siehe Tabelle 24). Methodisch interessant ist hierbei, dass die Ergebnisse dieser subjektiven Einschätzung eng mit den Analysen auf Basis des Wegetagebuchs korrespondierten. Die Abweichung im Anwendungsfeld Carsharing trat möglicherweise auf, weil die Nutzer in der Regel eher längere Strecken von mehr als 50 Kilometern zurücklegten. Insgesamt konnten die Nutzer ihre eigene Nutzungsintensität hinreichend genau schätzen. Bei den Privatnutzern ist darüber hinaus bemerkenswert, dass im Anwendungsfeld P+R die erwartete Nutzungsintensität der tatsächlichen Nutzungsintensität entsprach, wohingegen bei den P+C-Nutzern die tatsächliche Intensität die erwartete unterschritt. Dies könnte mit erlebten Barrieren beim alleinigen Laden an öffentlichen Ladesäulen (z.B. Parkplatzprobleme, Zusatzwege) in Zusammenhang stehen.

Tabelle 24: Mittlere Schätzung des Anteils der mit dem MINI E zurückgelegten Wege an den Gesamtwegen.

Anteil der Wege (in %)					
Privatnutzung			Flottennutzung		
Vor Nutzung		Während der Nutzung		Während der Nutzung	
P+R	P+C	P+R	P+C	Fuhrpark	Carsharing
76	77	77	68	42	42

In weiteren Analysen wurden wöchentliche Kilometerleistung mit dem MINI E und Gesamtkilometerleistung (über alle Verkehrsmitteln) gegenübergestellt. Wieder fand der Median als robustes Maß Verwendung. Insgesamt zeigte sich, dass der MINI E im Anwendungsfeld Privatnutzung eine wesentlich größere Fahrleistung erbrachte als im Flottenkontext (siehe Tabelle 25). Hierbei ist zu beachten, dass im Flottenkontext häufig mehrere Personen auf ein Fahrzeug zurückgreifen konnten, weshalb sich pro Fahrzeug unter Umständen eine höhere

Kilometerleistung ergab. Im Anwendungsfeld Privatnutzung stach v.a. die geringere Kilometerleistung bei den P+C-Nutzern hervor.

Tabelle 25: Mittelwert der Wochenkilometerleistung mit MINI E und mit allen Verkehrsmitteln.

	Wochenkilometerleistung (in km)				
	Privatnutzung			Flottennutzung	
	Während der Nutzung			Während der Nutzung	
	MINI E 1.0	P+R	P+C	Fuhrpark	Carsharing
MINI E [Median]	226	194	119	15	15
Gesamt [Median]	354	298	293	40	CS: 15 All: 200

Anmerkung: CS = nur Carsharing (hier nur N = 8, da bei zwei Personen der Anteil von Wegen bis 50 km Wegstrecke in einer durchschnittlichen Woche 0% betrug). All = gesamte Mobilität.

Begründungen für die Nichtnutzung des MINI E

Wurde auf einer im Wegetagbuch festgehaltenen Wegstrecke der MINI E nicht genutzt, wurden die Privatnutzern gebeten, den Grund dieser Nichtnutzung anzuführen. In die Auswertung gingen alle Wege ein, für welche der MINI E nicht genutzt wurde. Im Rahmen der Aufbereitungs- und Auswertungsprozesse wurden die Angaben der Kategorie *Sonstiges* bei gegebener Eindeutigkeit zu den bestehenden Kategorien zugeordnet bzw. in neu erzeugten Kategorien gruppiert. Keine Angaben im Rahmen der *Sonstiges*-Kategorie, Mehrfachnennungen und Antworten (z.B. „Geländebeschaffenheit“), die sich nicht eindeutig zuordnen ließen, wurden zu einer Kategorie zusammengefasst. Im Aufbereitungsprozess wurden auch die Daten aus dem Anwendungsfeld Flottennutzung berücksichtigt, die in einem Onlinefragebogen während der Nutzung erhoben worden waren.

Die Privatnutzer nutzten den MINI E am häufigsten aufgrund des begrenzten Platzangebotes (Stauraum / Mitfahrer) nicht (siehe Tabelle 26). Besonders in der P+C-Gruppe wurde der MINI E für Kurzstrecken nicht eingesetzt. Dies mag auf den zusätzlichen zeitlichen Aufwand für den Zugriff auf das Fahrzeug zurückzuführen sein. Ein zu geringer Ladestand des MINI E spielte für dessen Nichtnutzung keine Rolle. Die allgemein begrenzte Reichweite wurde relativ selten als Nutzungsbarriere genannt.

Die Nutzer im Flottenkontext gaben die allgemein begrenzte Reichweite als Hauptgrund dafür an, dass sie den MINI E nicht nutzten. Der begrenzte Stauraum spielte besonders für die Carsharingnutzer eine Rolle. Mangelnde Verfügbarkeit des MINI E wurde häufig von den Fuhrparknutzern benannt.

Tabelle 26: Anteil der Wege, bei denen die Nichtnutzung des MINI E begründet wurde, an allen Wegen, für die der MINI E nicht genutzt wurde.

Kategorie	Anteil der Wege (in Km)				
	Nach Kurzzeitnutzung				
	Privatnutzung			Flottennutzung	
	MINI E 1.0	P+R	P+C	Fuhrpark	Car-Sharing
Allgemein begrenzte Reichweite des MINI E	5	8	5	24	27
Begrenzter Stauraum	18	4	3	9	33
Momentan unzureichender Ladezustand des MINI E	1	0	1	1	0
Mehr als ein Mitfahrer	13	8	10	13	11
MINI E wird von einer anderen Person genutzt bzw. war anderweitig nicht verfügbar	20	23	15	32	9
Wegstrecke zu kurz	17	0	27	0	0
Sport / Erholung	10	4	12	0	0
Anderes Fahrzeug zwingend erforderlich (z.B. Werkstattbesuch)	4	0	2	0	0
Parkplatz	1	2	7	2	0
Stau	0	11	2	0	0
Preis für Buchung zu teuer	0	0	0	0	20
Allgemein kein Bedarf	0	0	0	6	0
Sonstiges / Mehrfachnennung / Sonstiges nicht spezifizierbar	12	38*	18	14	0

Anmerkung: *Hoher Anteil von nicht spezifizierten sonstigen Antworten durch kontinuierliche unvollständige Bearbeitung einzelner Personen.

Verkehrsmittlersatz durch MINI E

Die Privatnutzer wurden gebeten, im Wegetagebuch während der Nutzung für jeden zurückgelegten Weg das Verkehrsmittel anzugeben, das der MINI E ersetzt hatte. In die Auswertung gingen alle Wege ein, die eindeutig als MINI E-Wege klassifiziert werden konnten. Zudem fand eine nachträgliche Zuordnung der Angaben unter der Kategorie des sonstigen Verkehrsmittels statt. Die Ergebnisse für die vorgegebenen Kategorien sind in Tabelle 27

dargestellt. Der MINI E ersetzte besonders im Projekt MINI E 1.0 den PKW (83%). Auch im Projekt MINI E 2.0 zeigte sich dieses Ergebnis in den Nutzergruppen P+R (53%) und P+C (52%), wenn auch in geringerem Maße. Bei diesen Gruppen ersetzte der MINI E darüber hinaus zu einem nicht unerheblichen Teil die öffentlichen Verkehrsmittel.

Tabelle 27: Anteil der Wege, für welche der MINI E ein bestimmtes Verkehrsmittel ersetzte.

Verkehrsmittel	Anteil der Wege (in %)		
	Privatnutzung		
	Während der Nutzung		
	MINI E 1.0	P+R	P+C
Fußweg	1	0	7
Fahrrad	4	4	14
Motorrad, Moped, Mofa	1	0	3
Anderer PKW	83	53	54
Öffentliches Verkehrsmittel	5	22	17
Sonstiges / Mehrfachnennungen	6	21	5

Wegzwecke für MINI E und PKW-Nutzung

Ergaben sich ähnliche Wegzwecke bei der Nutzung von MINI E und PKW? Für die Beantwortung dieser Frage wurden alle Wege berücksichtigt, die eindeutig als MINI E-Wege bzw. PKW-Wege klassifiziert werden konnten. Im Rahmen der Datenaufbereitung wurden Angaben zu sonstigen Zwecken bei gegebener Eindeutigkeit nachträglich den bereits bestehenden Kategorien zugeordnet. Zudem wurde aus den häufiger getroffenen, ladebezogenen sonstigen Angaben der P+C-Nutzer die Kategorie Laden erzeugt (Wege, die zurückgelegt wurden, um eine Lademöglichkeit zu erreichen). Die Ergebnisse der Kategorien werden in Tabelle 28 dargestellt. Es zeigte sich für nahezu alle Kategorien, dass der MINI E zu ähnlichen Zwecken genutzt wurde wie zuvor ein konventioneller PKW. Als wesentliche Wegzwecke wurden Arbeit / Ausbildung, Einkaufen / Erledigungen, Freizeit / Urlaub und die Fahrt nach Hause benannt. Es ergab sich nur einen geringer Anteil sonstiger bzw. Mehrfachnennungen. Die Kategorie Laden war ausschließlich für die P+C-Nutzer von Bedeutung (3%).

Tabelle 28: Wegzwecke für MINI E- und PKW-Nutzung bei Privatanutzern.

Wegzwecke	Anteil der Wege (in %)					
	Privatnutzung					
	Vor Nutzung			Während der Nutzung		
	PKW			MINI E		
	MINI E 1.0	P+R	P+C	MINI E 1.0	P+R	P+C
Arbeit / Ausbildung	26	20	23	29	29	18
Dienst- / Geschäftsreise	7	7	5	5	4	7
Einkaufen / Erledigungen	15	18	17	15	15	15
Freizeit / Urlaub	15	17	15	15	15	13
Abholen / Hinbringen	8	4	6	7	1	10
Nach Hause	28	33	31	29	32	34
Laden	0	0	0	0	0	3
Sonstiges / Mehrfachnennungen	2	1	5	0	4	1

Subjektive Veränderungen in der Mobilität durch MINI E

Im Anwendungsfeld Privatnutzung gaben zwischen 29% und 55% der Teilnehmer an, dass der MINI E ihr Mobilitätsverhalten verändert hat (siehe Tabelle 29). Besonders häufig waren P+C-Nutzer dieser Ansicht, was möglicherweise auf die stärkeren Anpassungsnotwendigkeiten aufgrund der Nutzung der öffentlichen Ladeinfrastruktur zurückzuführen ist.

Tabelle 29: Anteil der Nutzer, die eine Veränderung ihres Mobilitätsverhaltens aufgrund des MINI E wahrnahmen.

Anteil der Zustimmung (in %)					
Privatnutzung					
Vor Nutzung			Während der Nutzung		
MINI E 1.0	P+R	P+C	MINI E 1.0	P+R	P+C
29*	30	50	30	44	55

Anmerkung: * Daten nur in einer Nutzungsphase erhoben.

Vergleichbare Ergebnisse traten auch bei der Analyse der qualitativen Daten auf. Nur rund ein Drittel der Nutzer (P+R = 33%; P+C = 35%) stellten überwiegend keine Veränderungen ihres

Mobilitätsverhaltens fest, nutzte den MINI E also wie ein konventionelles Fahrzeug bzw. als vollständigen Ersatz für ein zuvor genutztes Verkehrsmittel. 90% der P+C- und 78% der P+R-Nutzer nannten mindestens einen Aspekt des Mobilitätsverhaltens, bei dem sie Veränderungen erlebt hatten. Die wahrgenommenen Veränderungen sind in Tabelle 30 dargestellt.

Tabelle 30: Ergebnisse der qualitativen Analysen zu wahrgenommenen Veränderungen des Mobilitätsverhaltens durch den MINI E.

Veränderung	Anteil der Nutzer, die Aspekt nannten (in %)	
	Privatnutzung	
	Während der Nutzung	
	P+R	P+C
Mehr/überhaupt PKW benutzt	56	65
• Auch für kürzere Strecken	0	25
Weniger PKW nutzen	0	5
Nutzung zusätzlicher Verkehrsmittel	33	20
• Zweiter PKW nötig	33	15
• Andere Verkehrsmittel	0	5
Geringere Spontanität	11	10

Besonders häufig wiesen die Nutzer auf eine gestiegene Zahl von Fahrten mit dem PKW hin (Summe der Fahrten in PKW mit Verbrennungsmotor und MINI E). Als Gründe hierfür nannten sie z.B. den Fahrspaß mit dem MINI E, die Ausnutzung des Testzeitraums und Vorführungsfahrten.

„Ich unternehme Autofahrten, wo ich früher 10mal überlegt hätte, ob ich da das Auto nehme. Einfach weil das mit dem MINI E-Fahren sehr viel Spaß macht und weil ich weiß, ich habe den nur noch 2 Monate“ [TN 109, während der Nutzung].

Überraschenderweise gaben einige P+C-Nutzer sogar an, dass sie mehr kürzere PKW-Fahrten (mit MINI E) absolvieren würden:

„Sagen wir mal so, ich fahre gerade mehr Auto, was ich normalerweise laufen würde. Also ich fahre einen Tick mehr als ich einen normalen Benziner benutzen würde“ [TN 117, während der Nutzung].

Es gab jedoch auch einen P+C-Nutzer, der eine Abnahme von PKW-Fahrten feststellte:

„Ich fahre weniger. Ich nutze das Auto schlicht und ergreifend deutlich weniger als ein normales Auto, weil ich mir jedes Mal überlege, ob es nicht viel einfacher ist, schnell

mit dem Fahrrad dort hinzufahren, dann brauche ich einmal weniger Laden fahren“ [TN 103, während der Nutzung].

Weiterhin gaben einige Nutzer an, dass sie zusätzliche Verkehrsmittel zum MINI E benötigten:

„...klar gibt es zwei, drei Strecken ab und zu, die man halt nicht damit fahren kann, dann muss man mit einem anderen Wagen fahren“ [TN 105, während der Nutzung]

„Ich nutze allerdings noch weiterhin den ÖPNV, nämlich immer dann, wenn ich das Auto über Nacht oder überhaupt tagsüber auflade und die vier Stunden bleibe ich natürlich nicht dort, sondern fahre mit den Öffentlichen zum Einkaufen, zu meiner Wohnung oder zur Arbeit“ [TN 124, während der Nutzung].

Einige Nutzer benannten den erhöhten Planungsaufwand als Aspekt, bei dem sie eine Veränderung ihres Mobilitätsverhaltens festgestellt hatten:

„Es ist wegen der Ladeinfrastruktur deutlich umständlicher geworden. Nicht nur wegen der Probleme jetzt. Ich habe ja meine eigene Ladestation ungefähr einen Kilometer entfernt. Das ist ein deutlich größerer Aufwand als wenn ich vor der Haustür in das Auto steigen kann“ [TN 128, während der Nutzung].

„Man kann nicht mehr wie früher so eine spontane Überlandpartie fahren, die über eine unübersehbare Distanz geht. Das geht nicht ohne Planung“ [TN 131, während der Nutzung].

Zusammenfassung

Für Wege bis 50 Kilometer Wegstrecke, deren Anteil unter allen Wegen in den meisten Anwendungsfeldern über 90% lag (Fuhrpark: 73%), wurde die Rolle von konventionellen PKW mit Verbrennungsmotor und des MINI E verglichen. Konventionelle PKW spielten für Privatnutzer während der Nutzungszeit des MINI E für diese Wege nur eine geringe Rolle. Sie legten mehr als zwei Drittel der Wege mit dem MINI E zurück (etwas geringer im Carsharing). Die Fuhrparknutzer absolvierten hingegen auch während der Verfügbarkeit des MINI E nur 40% der Dienstwege mit dem MINI E.

Auch wenn der MINI E einen geringeren Einfluss auf das Mobilitätsprofil der P+C-Nutzer ausübte als auf das der P+R-Nutzer zeigte sich doch, dass die P+C-Nutzer den MINI E in ähnlicher Weise nutzen konnten wie die P+R-Nutzer.

Die Gründe für die Nichtnutzung des MINI E waren vielfältig: Probleme mit dem Raumangebot (Stauraum / Mitfahrer) waren größere Nutzungsbarrieren für Privatnutzer als reichweitenbezogene Probleme (allgemein begrenzte Reichweite / Ladestand). Diese wurden im Flottenkontext stärker wahrgenommen als von den Privatnutzern. Wege mit dem MINI E ersetzten bei den Privatnutzern zum größten Teil PKW-Fahrten.

7.3.4.2 Nutzungsmuster Laden

Bei der Untersuchung von ladebezogenen Nutzungsmustern stand die Frage im Vordergrund, wie die Nutzer das notwendige Aufladen des Elektrofahrzeugs in ihren Tagesablauf integrierten.

Ladeorganisation

Während das Laden für die Privatnutzer selbstorganisiert war, nutzten im Flottenkontext in der Regel mehrere Nutzer ein Fahrzeug, was eine explizite Organisation des Ladens notwendig machte. Im Carsharing übernahm der Anbieter die Organisation des Ladeprozesses, sodass den Kunden immer ein vollständig aufgeladenes Fahrzeug zur Verfügung stand, das die Nutzer bei Rückgabe selbst an die Lademöglichkeit anschlossen. In den Fuhrparks wurde das Laden in unterschiedlicher Art und Weise organisiert: 53% der befragten Fuhrparknutzer gaben an, dass sie selbst das Fahrzeug während der Nutzung an die Ladegelegenheit anschließen sollten. 19% sollten dies jeweils tun, wenn ein bestimmter Ladezustand unterschritten war. Nur bei 28% der befragten Nutzer übernahm das Laden eine dritte Person (z.B. der Flottenverwalter). Insgesamt gaben 75% der Fuhrpark- und 92% der Carsharingnutzer an, das Fahrzeug schon einmal an eine Ladegelegenheit angeschlossen zu haben.

Ladehäufigkeit

Genauere Informationen zur Häufigkeit des Ladens konnten aus den Datenloggerdaten sowie den Ladetagebüchern entnommen werden. Da die Datenlogger keine Ladevorgänge selbst aufzeichneten, wurden die Ladevorgänge für die folgenden Auswertungen als Zunahme des Ladestands zwischen zwei Fahrten um mehr als 13% definiert, da geringe Zunahmen des Ladestands durch einen Erholungseffekt des Akkus bedingt sein können und deshalb ein Mindestladehub vorausgesetzt werden musste (die Batterieerholung kann je nach vorheriger Belastung bis zu 20% betragen, aus der Häufigkeitsverteilung der Ladehöhe ist jedoch ersichtlich, dass eine Erholung von über 13% eher selten vorkommt). Insgesamt wurden für alle Fahrzeuge der Privatnutzer 1.969 Ladevorgänge identifiziert. Durchschnittlich waren das pro P+R-Nutzer 66 und pro P+C-Nutzer 30 Ladevorgänge, die P+R-Nutzer luden somit im Durchschnitt mehr als doppelt so viel. Die Ladetagebücher gaben Aufschluss über die Ladehäufigkeit pro Woche: 67% der P+R- und 79% der P+C-Nutzer luden weniger als vier Mal pro Woche (MINI E 1.0: 49%). Das bestätigen auch die aus den Datenloggerdaten gewonnenen Informationen: Am häufigsten luden die P+R-Nutzer (im Durchschnitt 2,9 Mal pro Woche), deutlich weniger die P+C-Nutzer mit durchschnittlich 1,6 Ladevorgängen pro Woche; Fuhrpark (1,2) und Carsharing (0,1) entsprechend der Nutzungshäufigkeit noch seltener. Damit wurde von den P+R-Nutzern etwa jeden zweiten Tag und von den P+C-Nutzern etwa jeden vierten Tag geladen, eine etwas geringere Ladequote als im Vorgängerprojekt, in dem die Nutzer durchschnittlich 3,5 Mal pro Woche luden.

Die P+R-Nutzer schätzten bereits vor Nutzung die voraussichtliche Nutzung der öffentlichen Ladeinfrastruktur niedrig ein: Sie vermuteten im Mittel, etwa dreimal pro Monat an einer Ladesäule laden zu werden. Die Einschätzung der P+C-Nutzer lag mit durchschnittlich 13 Ladevorgängen pro Monat deutlich höher. Während der Nutzung zeigte sich, dass beide Nutzergruppen die Ladehäufigkeit an öffentlichen Stationen überschätzt hatten. Die P+R-Nutzer nutzten die Ladesäulen so gut wie gar nicht. Nur eine Person gab an, sie etwa einmal pro Monat genutzt zu haben. Der geringe Gebrauch der öffentlichen Infrastruktur spiegelte die Ergebnisse aus dem Vorgängerprojekt MINI E 1.0 wider, in dem die Nutzer durchschnittlich 1,2 Ladevorgänge pro Monat an öffentlichen Ladesäulen durchführten. Die P+C-Nutzer gaben durchschnittlich acht Ladevorgänge an öffentlichen Säulen pro Monat an.

Nutzungsmuster des Ladens

Während der Nutzung gaben die Privatnutzer an, wie viel Prozent der Ladevorgänge sie an bestimmten Orten durchgeführt hatten. Für die P+R-Nutzer war der Hauptladeort wie im Vorgängerprojekt MINI E 1.0 ihre eigene, für diese Studie zu Hause installierte Ladestation (91%). Danach folgten Schuko-Steckdosen als Ladeort (8%), während öffentliche Ladesäulen so gut wie nie genutzt wurden (1%). Im Anwendungsfeld P+C führten die Nutzer 73% der Ladevorgänge an einer einzigen Ladesäule durch. Die übrigen Ladevorgänge wurden an anderen Ladesäulen (15%) und Schuko-Steckdosen an anderen Orten als dem Wohnort (10%) vorgenommen. 75% der P+C-Nutzer griffen beim Laden auf eine bestimmte Ladesäule zurück, an der sie mindestens 70% ihrer Ladevorgänge durchführten, 15% der Nutzer luden den MINI E an unterschiedlichen öffentlichen Stationen und 10% luden hauptsächlich zu Hause bzw. an ihrem Arbeitsplatz an einer normalen Steckdose. Insgesamt unterschieden sich die Ladungsmuster von P+R- und P+C-Nutzern nicht wesentlich: Beide Nutzergruppen luden bevorzugt an einem bestimmten Ort (siehe Tabelle 31).

Tabelle 31: Einschätzung der Nutzer zum Anteil einzelner Ladeorte an der Gesamtzahl ihrer Ladevorgänge.

Ladeort	Anteil der Ladeorte (in %)	
	Privatnutzung	
	Während der Nutzung	
	P+R	P+C
Autostrombox am primären Wohnort	91	-
Autostrombox an anderen Orten	0	0
Schuko-Steckdose am primären Wohnort	2	3
Schuko-Steckdose an anderen Orten	6	10

Ladeort	Anteil der Ladeorte (in %)	
	Privatnutzung	
	Während der Nutzung	
	P+R	P+C
Primäre öffentliche Ladestation	-	73
Andere öffentliche Ladestationen	1	15

Anmerkung: Die P+C-Nutzer verfügten nicht über eine Autostrombox am primären Wohnort. Den P+R-Nutzern wurde keine primäre öffentliche Ladesäule zugewiesen.

Auch die Daten aus den Ladetagebüchern stützen diese Befunde: In der protokollierten Woche luden die P+R-Nutzer in 90% der Fälle an ihrer zu Hause installierten Ladestation, in 7% der Fälle an öffentlichen Ladesäulen und in 3% der Fälle an einer Schuko-Steckdose. P+C-Nutzer nutzten für ihre Ladevorgänge öffentliche Ladesäulen (77%) und normale Steckdosen (23%).

Die Fahrzeuge im Fuhrpark- und Carsharingeinsatz wurden überwiegend an der jeweiligen firmeneigenen Station geladen. Das geht u.a. aus den Angaben der Nutzer zur Häufigkeit hervor, mit der sie den MINI E in einem durchschnittlichen Monat selbst an bestimmte Lademöglichkeiten anschlossen: Die Fuhrpark- und Carsharingnutzer luden im Durchschnitt siebenmal an einer Lademöglichkeit auf dem Firmengelände und so gut wie nie an öffentlichen Ladesäulen (Fuhrpark: Ø 0,47 Ladevorgänge; Carsharing: Ø 1 Ladevorgang). In wenigen Fällen wurden auch andere Ladeeinrichtungen genutzt (Fuhrpark: Ø 1 Ladevorgang; Carsharing: Ø 3 Ladevorgänge), z.B. normale Haushaltssteckdosen oder die Ladestation am jeweiligen Stellplatz der Carsharingnutzer.

In den Interviews gaben die Privatnutzer an, an welchen Standorten sie sich öffentliche Ladestationen vorrangig wünschen. Parkhäuser wurden hier am häufigsten genannt (P+R: 44%; P+C: 30%). Weiterhin wurden Parkplätze allgemein, Einkaufsmöglichkeiten, Freizeitorte (z.B. Kino, Theater) sowie Wohnort oder Arbeitsplatz aufgeführt.

Ladezeitpunkt

Im Rahmen der Auswertungen zum Ladezeitpunkt wurden die Ladevorgänge in Nachtladevorgänge (Ende der letzten Fahrt vor dem Ladevorgang zwischen 17 Uhr und 5 Uhr des Folgetages) und Tagladevorgänge (zwischen 5 Uhr und 17 Uhr) eingeteilt. Bei den P+R-Nutzern zeigte sich wie erwartet ein klares Bild: 83% der Ladevorgänge wurden in diesem Anwendungsfeld zwischen 17 Uhr und 5 Uhr begonnen. Die P+C-Nutzer starteten 49% ihrer Ladevorgänge in diesem Zeitraum.

Um die Ladungsmuster differenzierter abbilden zu können, wurden Nutzer, die mehr als 70% ihrer Ladevorgänge nachts starteten, als sog. Nachtlader und Nutzer, die mehr als 70% der Ladevorgänge tagsüber begannen, als sog. Taglader definiert. Während im Anwendungsfeld P+R 80% der Nutzer Nachtlader waren, traf dies auf nur 15% der P+C-Nutzer zu. Keiner der P+R-Nutzer und 30% der P+C-Nutzer wurden der Gruppe der Taglader zugeordnet (siehe Abbildung 22).

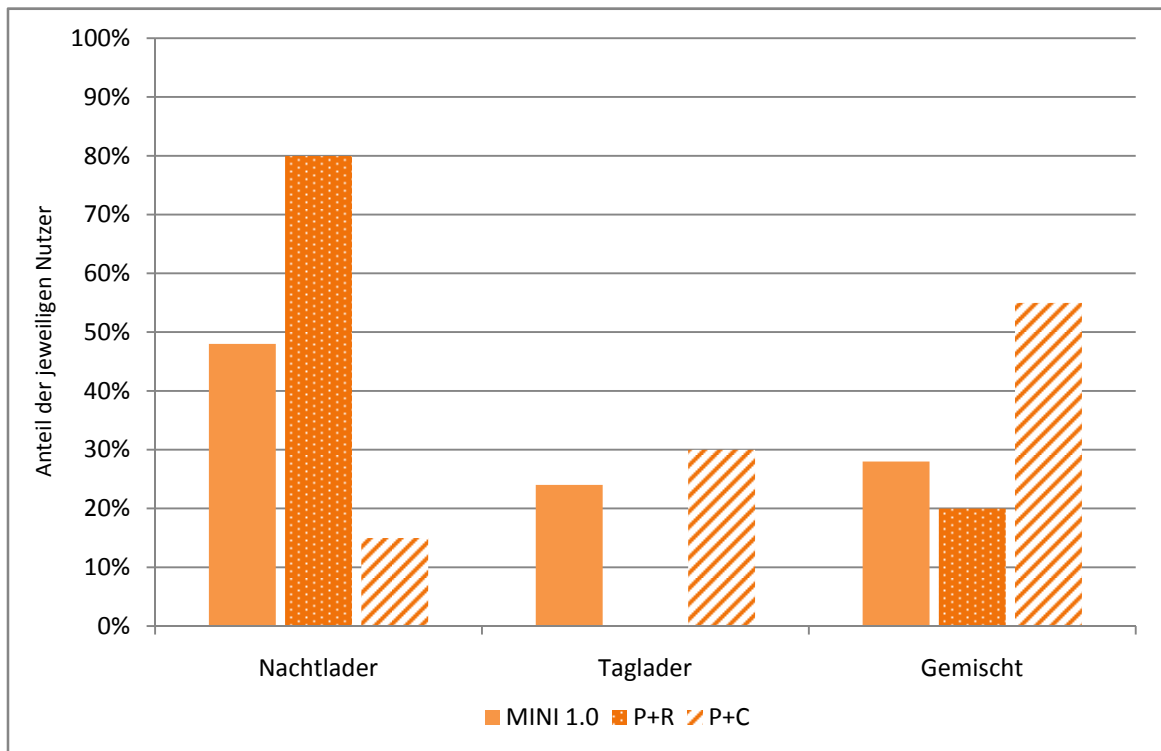


Abbildung 22: Anteil der Tag- und Nachtlader und Nutzer, die nicht in diese Kategorien fallen.

Den Nachtladern stand morgens zumeist ein vollständig aufgeladenes Fahrzeug für den Tag zur Verfügung: Der durchschnittliche Ladestand der jeweils ersten Fahrt pro Tag (ab 5 Uhr morgens) lag im Anwendungsfeld P+R bei 83%, im Anwendungsfeld P+C bei 69% (siehe Abbildung 23).

Die Teilnehmer im Vorgängerprojekt MINI E 1.0 zeigten ein Ladeverhalten, das zwischen den Nutzergruppen P+R und P+C lag. Der Anteil der Nachtladevorgänge betrug 56%. Zu den Nachtladern zählten 48% der Nutzer, zu den Tagladern 24%. Die Ladestände zu Tagesbeginn lagen im Projekt MINI E 1.0 im Mittel bei 82%. Die abweichenden Ergebnisse im Projekt MINI E 2.0 lassen sich teilweise damit erklären, dass die P+R-Nutzer ausführlicher über die Notwendigkeiten im Zusammenhang mit Gesteuertem Laden informiert wurden als die Nutzer des Vorgängerprojekts.

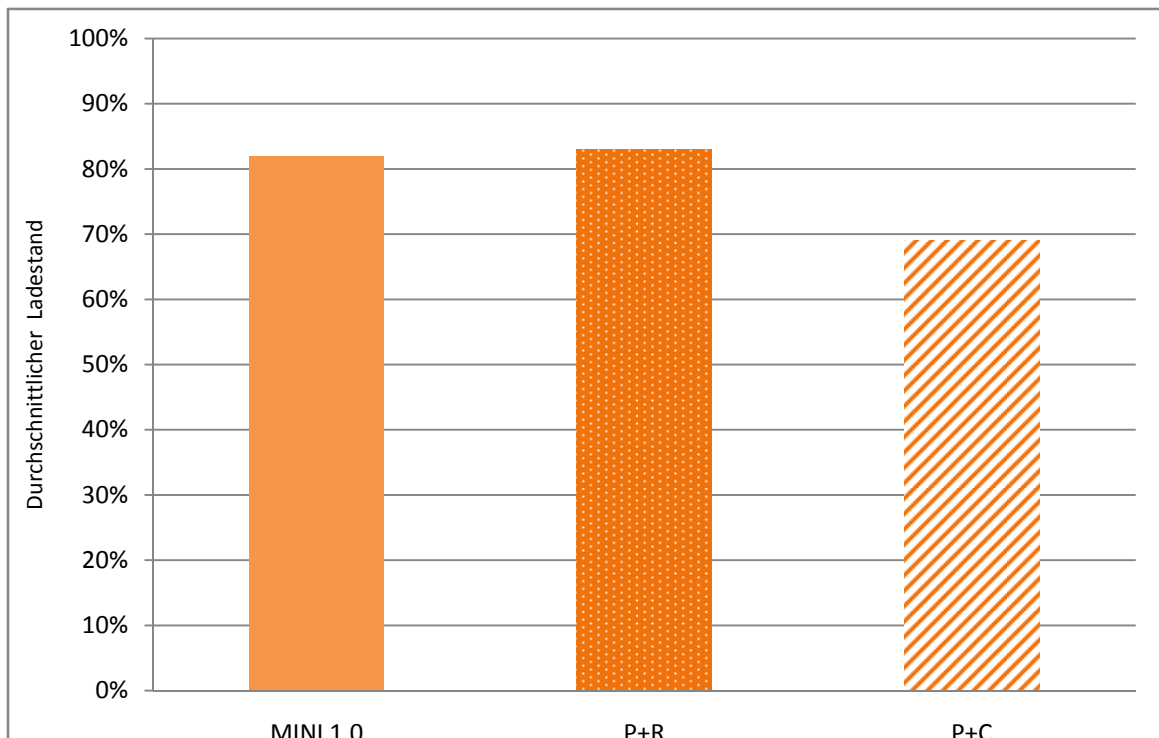


Abbildung 23: Durchschnittlicher Ladestand zu Beginn der ersten Fahrt am Tag (nach 5 Uhr).

Die Daten aus den Ladetagebüchern spiegelten die mit den Datenloggern ermittelten Befunde tendenziell wider. Im Anwendungsfeld P+R starteten nach Angabe der Nutzer 90% der Ladevorgänge nachts, im Anwendungsfeld P+C lag der Anteil bei 37%. Diese Ergebnisse waren nicht deckungsgleich mit den Befunden der Datenloggeranalysen. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass den Tagebüchern nur jeweils eine Woche als Datenbasis zugrunde lag.

Im Fuhrpark-Anwendungsfall wurden die Ladevorgänge in der Regel tagsüber eingeleitet: Nur etwa ein Drittel (28%) begann nach 17 Uhr. Die meisten Ladevorgänge wurden, wie zu erwarten war, während der üblichen Arbeitszeiten initiiert. Im Carsharing-Anwendungsfall gab es dagegen keine eindeutige Tendenz. 57% der Ladevorgänge wurden nachts gestartet, 43% tagsüber.

Dauer der Ladung

Den regelmäßigen Lademustern entsprechend endeten die meisten Ladevorgänge mit einer Vollladung. Darauf wiesen die mittleren Akkufüllstände nach Ladung hin (P+R: 96%; P+C: 91%; Fuhrpark: 88%; Carsharing: 97%; MINI E 1.0: 92%). Wurde eine Vollladung als Ladeendstand von mehr als 97% der Ladekapazität definiert, so ergab sich ein Vollladeanteil von 87% im Anwendungsfeld P+R und 67% im Anwendungsfeld P+C. Im Projekt MINI E 1.0 hatte sich ein Anteil von 72% Vollladungen ergeben. Bei den Fuhrparkfahrzeugen endeten knapp zwei Drittel

aller Ladevorgänge (63%) mit mehr als 97% Ladestand, bei den Carsharingfahrzeugen war der Anteil mit 88% am höchsten (siehe Abbildung 24).

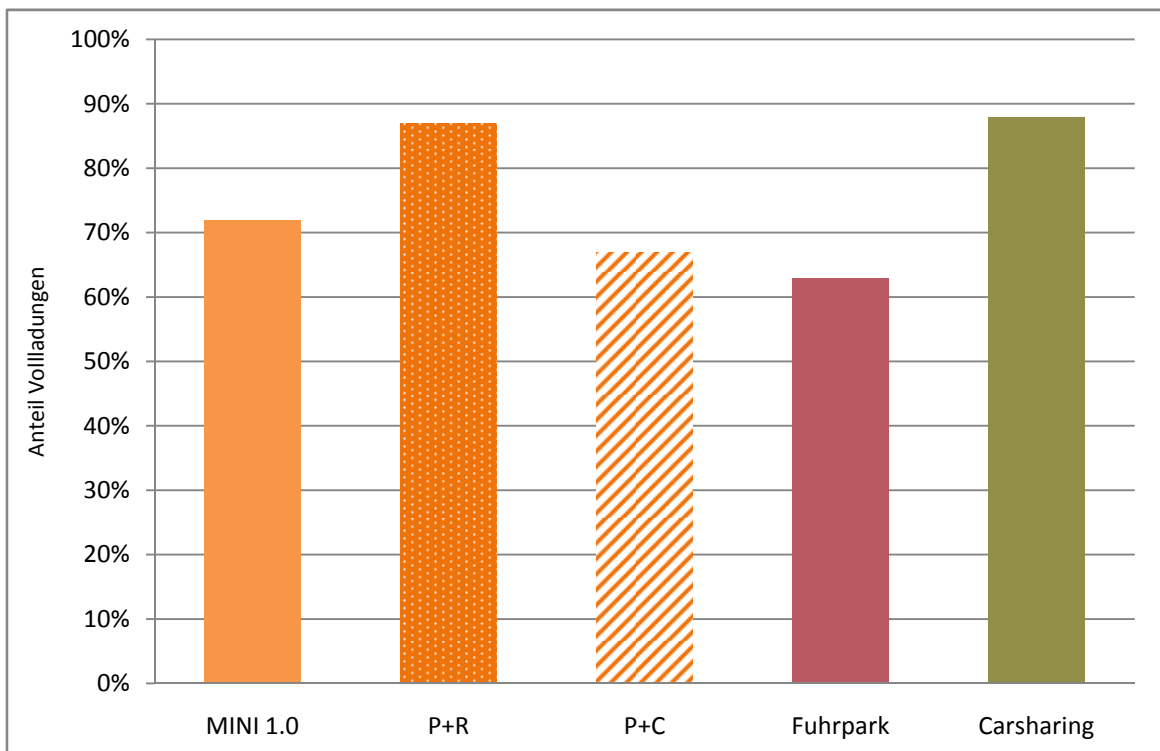


Abbildung 24: Anteil der Vollladungen (> 97% Ladekapazität) an der Gesamtzahl von Ladevorgängen.

In den Ladetagebüchern gaben die Nutzer etwas höhere Anteile für Vollladungen in den jeweils protokollierten Wochen an: 93% der Ladevorgänge im Anwendungsfeld P+R endeten mit mehr als 97% Ladestand, bei den P+C-Nutzern waren es 86%. Im Vorgängerprojekt MINI E 1.0 wurden 82% der Ladevorgänge als Vollladungen protokolliert.

Grund des Ladens

Im Ladetagebuch gaben die Nutzer an, aus welchen Gründen sie einen Ladevorgang starteten (siehe Abbildung 25). Dabei schätzten sie ein, welchen Einfluss einzelne Lademotivationen auf ihre Ladeentscheidung hatten. Es zeigte sich, dass die Lademotivation der P+R-Nutzer deutlich durch die Notwendigkeiten des Gesteuerten Ladens bestimmt war (46%). Das mag dazu geführt haben, dass viele Nutzer in diesem Anwendungsfeld überwiegend nachts luden. Die nächtliche Vollladung machte für die P+R-Nutzer auch die Streckenplanung einfacher: Ihnen stand morgens ein vollständig aufgeladenes Fahrzeug zur Verfügung, weshalb sie seltener für längere Strecken laden mussten (P+R: 3%; P+C: 11%; MINI E 1.0: 11%). Für die Nutzer im Projekt MINI E 1.0 war die Motivation, das Gesteuerte Laden zu unterstützen, deutlich geringer (16%) als für die P+R-Nutzer. Die P+C-Nutzer nahmen aus technischen Gründen nicht am Gesteuerten Laden teil und

erachteten das Konzept dementsprechend nicht als relevant für die Initiierung eines Ladevorgangs. Stattdessen luden die Nutzer dieses Anwendungsfeldes, wenn es sich gerade anbot bzw. wenn der Ladezustand es erforderlich machte.

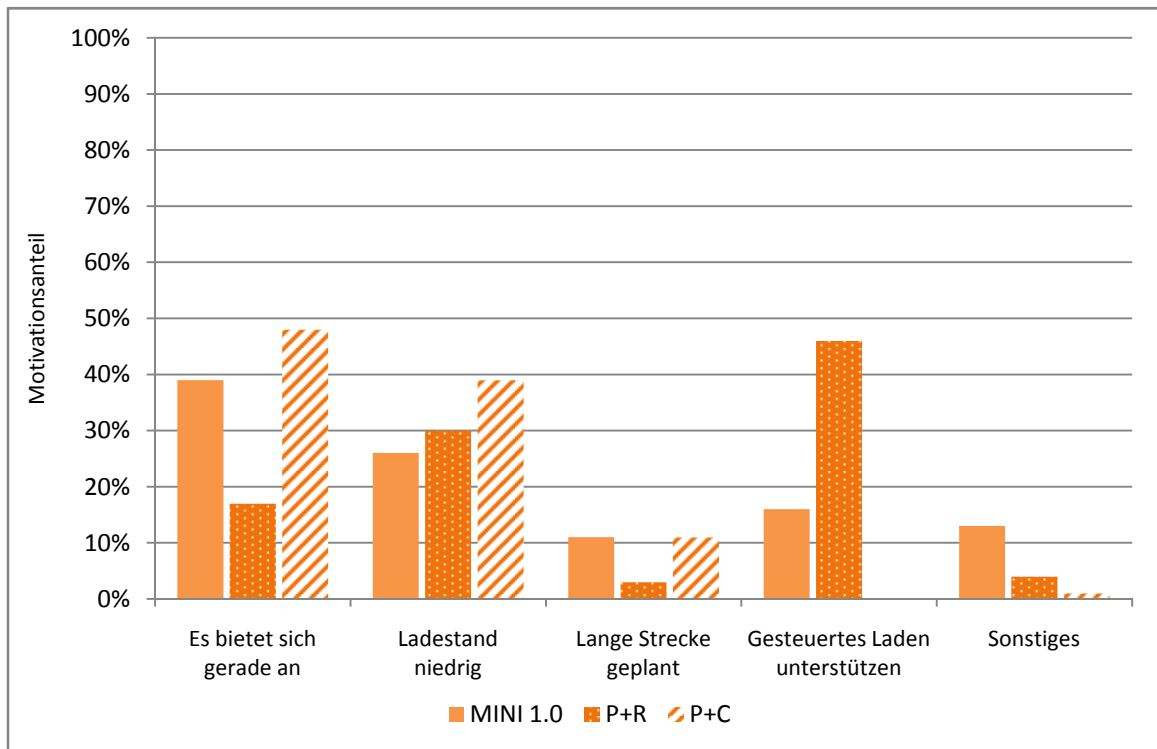


Abbildung 25: Einfluss unterschiedlicher Ursachen auf die Initiierung eines Ladevorgangs.

In der Befragung während der Nutzung gaben die Privatnutzer Beweggründe für ein Laden an öffentlichen Ladestationen an. Die P+C-Nutzer gaben als häufigste Ursachen an, dass ihre Batterie einen geringen Ladestand hatte (90%) und sie die Zeit, in der sie Erledigungen tätigten, zum Laden nutzen wollten (55%). Seltener benannten die Nutzer als Ursache, dass sie die Ladesäule nur einmal ausprobieren (15%) oder den reservierten Parkplatz an der Ladesäule nutzen wollten (10%). Die Angaben der Nutzer mit eigener Autostrombox (P+R; MINI E 1.0) sind aufgrund der sehr geringen Nutzungsintensität öffentlicher Ladesäulen nicht sinnvoll interpretierbar.

Zusammenfassung

Die Analyse der ladebezogenen Nutzungsmuster zeigte, dass die Nutzer meist eine regelmäßige Laderoutine beibehielten. Vor allem die P+R-Nutzer luden bevorzugt nachts und hatten damit in der Regel morgens ein vollständig aufgeladenes Fahrzeug zur Verfügung, sodass sie auf die öffentliche Ladeinfrastruktur so gut wie gar nicht zurückgreifen mussten. Die P+C-Nutzer luden etwas unregelmäßiger und eher nach Bedarf. Die Mehrheit von ihnen verfügte über eine

bevorzugte Ladestation, an der sie relativ regelmäßig laden. Die beobachteten Laderoutinen und insbesondere die regelmäßigen Nachtladungen der P+R-Nutzer stellen notwendige Voraussetzung für eine erfolgreiche Implementierung des Gesteuerten Ladens dar. Vor allem die P+R-Nutzer begründeten ihre häufigen Nachtladungen zudem mit der Absicht, Gesteuertes Laden zu unterstützen.

7.3.5 Wind-to-Vehicle als Teil des Gesteuerten Ladens

7.3.5.1 Einstellung gegenüber Gesteuertem Laden

Das Konzept Wind-to-Vehicle wurde als Teil des Gesteuerten Ladens umgesetzt. Unter den Privatnutzern äußerten beide Nutzergruppen vor der Nutzung der Fahrzeuge eine vergleichbare, überwiegend positive Einstellung gegenüber dem Gesteuerten Laden. So gaben alle Nutzer im P+C-Anwendungsfeld an, dass sie Befürworter des Gesteuerten Ladens sind und seine Umsetzung unterstützen. Im P+R-Anwendungsfeld sprach sich nur eine Person gegen das Gesteuerte Laden und dessen Umsetzung aus. Allerdings befürchteten 30% der Nutzer im P+R und 45% der Nutzer im P+C Anwendungsfeld, dass durch das Gesteuerte Laden eine nicht ausreichende Reichweite zur Verfügung stehen könnte. Zudem setzte ein hoher Anteil der Nutzer (P+R: 80%; P+C: 85%) eine volle Batterie vor Gebrauch des Elektrofahrzeugs voraus. Ferner gaben die meisten Nutzer in Bezug auf die Umsetzung des Gesteuerten Ladens an, dass es ihnen nichts ausmacht, die Nutzung des Fahrzeugs im Voraus zu planen, wenn sich hierdurch ein finanzieller Vorteil ergibt (P+R: 70%; P+C: 80%).

Während der Nutzung der Elektrofahrzeuge verringerten sich die Befürchtungen der Nutzer deutlich. Weniger Nutzer setzten vor Gebrauch des Fahrzeugs eine volle Batterie voraus (P+R: 56%; P+C: 45%). Bei den Nutzern im P+R Anwendungsfeld, welche während der Nutzung am Gesteuerten Laden teilgenommen hatten, sank zudem die Befürchtung, dass aufgrund des Gesteuerten Ladens die Reichweite der Fahrzeuge nicht ausreichen könnte (11%). Bei den übrigen Einstellungsaspekten gegenüber Elektrofahrzeugen traten in beiden Nutzergruppen keine Veränderungen während der Nutzung auf: So blieben Bereitschaft zur Unterstützung des Gesteuerten Ladens, Ausmaß der Befürwortung und Einstellung zum Vorausplanen der Fahrzeugnutzung weitgehend konstant (siehe Tabelle 32).

Tabelle 32: Einstellung der Privatnutzer gegenüber dem Gesteuerten Laden.

Einstellung	Anteil der Nutzer, die den Aussagen zustimmten (in %)			
	Privatnutzung			
	Vor Nutzung		Während der Nutzung	
	P+R	P+C	P+R	P+C
Unterstützung der Umsetzung	90	100	100	100
Befürwortung des Konzepts	90	100	100	100
Befürchtungen über Reichweiteeinschränkungen	30	45	11	50
volle Batterie zu Fahrtbeginn als Voraussetzung	80	85	56	45
Planung der Nutzung, wenn sich ein finanzieller Vorteil ergibt	70	80	78	80

Eine ähnliche, überwiegend positive Einstellung gegenüber dem Gesteuerten Laden äußerten auch Fuhrpark- und Carsharingnutzer während der Nutzung der Elektrofahrzeuge. So gab die überwiegende Mehrheit der Nutzer an, Gesteuertes Laden zu befürworten (Fuhrpark: 88%; Carsharing: 91%) und seine Umsetzung zu unterstützen (Fuhrpark: 94%; Carsharing: 91%). Die Befürchtung, dass die Reichweite aufgrund des Gesteuerten Ladens beeinträchtigt sein könnte, lag auf einem vergleichbaren Niveau wie bei den Privatnutzern, wobei die Befürchtungen der Carsharingnutzer geringer waren (18%) als die der Fuhrparknutzer (43%). Im Gegensatz zu den Privatnutzern setzte jedoch die Mehrheit der Teilnehmer im Anwendungsfeld Flottennutzung auch während der Nutzung der Elektrofahrzeuge eine vollgeladene Batterie vor Fahrtantritt voraus (Fuhrpark: 82%; Carsharing: 100%). Diese Abweichung zwischen den Anwendungsfeldern geht auf unterschiedliche Bezugsrahmen bei der Beantwortung der Frage zurück: Während die Privatnutzer einschätzen sollten, inwieweit sie eine vollgeladene Batterie zu Beginn einer Fahrt voraussetzten und ihr Urteil auf die Gesamtzahl aller Fahrten mit dem MINI E stützten, wurden Fuhrpark- und Carsharingnutzer zu ihren Erwartungen zu Beginn einer Buchung befragt. Sie bezogen sich daher explizit auf die Abholung des Fahrzeugs im eigenen Unternehmen bzw. Carsharingclub und erwarteten als Kunden ein vollgeladenes Fahrzeug.

7.3.5.2 Bereitschaft zur Teilnahme bei der Umsetzung des Gesteuerten Ladens

Die Privatnutzer zeigten eine differenzierte Bereitschaft zur Umsetzung des Gesteuerten Ladens, welche während der Nutzung der Fahrzeuge ermittelt wurde. So würde einerseits die Mehrheit der Nutzer ihren MINI E ohne Vergütung zur Verfügung stellen, um Fluktuationen in der Windenergie auszugleichen, auch wenn dadurch die Batterie des Fahrzeugs nie zu 100%

aufgeladen werden könnte (P+R: 78%; P+C: 70%) und ihr Fahrzeug sofort mit dem Stromnetz verbinden, sobald es nicht genutzt wird, wobei die Bereitschaft bei den Nutzern im Anwendungsfeld P+C stärker ausgeprägt war (P+R: 78%; P+C: 95%). Zudem gaben die meisten Nutzer an, dass eine effizientere Nutzung von erneuerbaren Energien nur mit Gesteuertem Laden möglich ist (P+R: 89%; P+C: 75%). Andererseits vertraten die P+C-Nutzer im Gegensatz zu den P+R-Nutzern stärker die Meinung, dass der Aufwand, Startzeiten planen und mitteilen zu müssen, gegen die Nutzung des Gesteuerten Ladens spricht (P+R: 33%; P+C: 75%).

Die Bereitschaft zur Nutzung des Gesteuerten Ladens wurde vor allem durch den Zugriff auf eine private Autostrombox, den schnellen und ständigen Zugriff auf die Einstellmöglichkeiten zum Anpassen der Startzeiten und eine regelmäßige Arbeits- und Freizeit beeinflusst. Ökonomische Aspekte spielten im Vergleich zu den anderen Aspekten eine geringere Rolle (siehe Abbildung 26). Das zeigte sich auch darin, dass nur eine Minderheit der Nutzer angab, die eigene Fahrweise den aktuellen Stromkosten anpassen zu wollen (P+R: 33%; P+C: 20%).

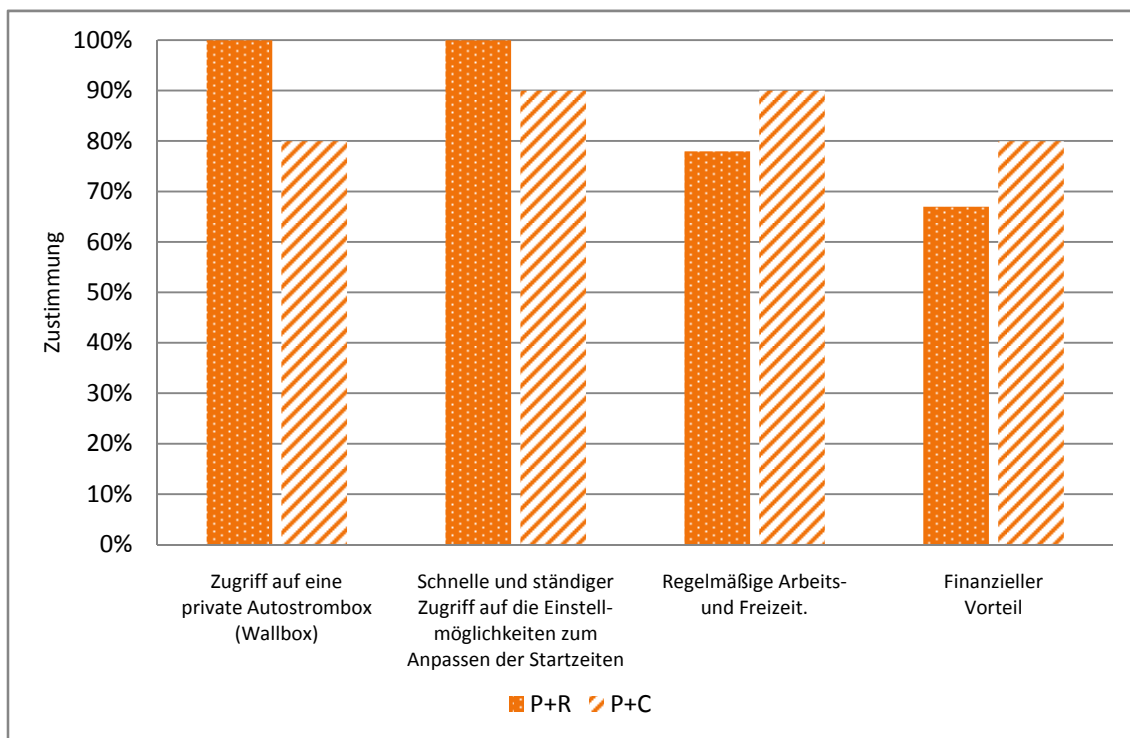


Abbildung 26: Einfluss einzelner Faktoren auf die Bereitschaft zur Teilnahme am Gesteuerten Laden in der Gruppe der Privatnutzer.

Die Nutzer im Anwendungsfeld Flottennutzung äußerten eine überwiegend hohe Bereitschaft zur Umsetzung des Gesteuerten Ladens. So gaben 78% der Fuhrpark- und 91% der Carsharingnutzer an, dass eine effizientere Nutzung erneuerbarer Energien nur mit Gesteuertem Laden möglich ist. Die meisten Nutzer würden zudem ihr Auto bei Nichtgebrauch sofort ans Stromnetz anschließen (Fuhrpark: 92%; Carsharing: 91%). Allerdings war nur etwa die

Hälfte der Teilnehmer bereit, ihr Elektrofahrzeug auch ohne Vergütung zur Verfügung zu stellen, um Fluktuationen in der Windenergie auszugleichen (Fuhrpark: 53%; Carsharing: 55%). Die Bereitschaft war damit niedriger als bei den Privatnutzern, was vermutlich auf die stark zweckgebundene, zeitlich begrenzte Nutzung der Fahrzeuge im Anwendungsfeld Flottennutzung zurückgeht.

Um die Bereitschaft zur Teilnahme am Gesteuerten Laden detaillierter abbilden zu können, wurden in den Anwendungsfeldern P+R und Flottennutzung noch weitere relevante Aspekte z.B. Einstellung der Standardstartzeiten und Ausnahmen dieser erfasst. Die Mehrheit zeigte sich bereit, Ausnahmen von ihren Standardstartzeiten sofort dem Netzbetreiber mitzuteilen (78%). Zudem fühlten sich die Nutzer selbst in starkem Maße für die Ausschöpfung des Potenzials des Gesteuerten Ladens verantwortlich (89%). Daneben sahen sie aber auch Kunden generell (89%) und Wirtschaftsunternehmen als Nutzer (100%), Stromlieferanten und Erzeuger (100%) sowie in geringerem Maße auch Gesetzgeber/Behörden (67%) in der Verantwortung (siehe Abbildung 27).

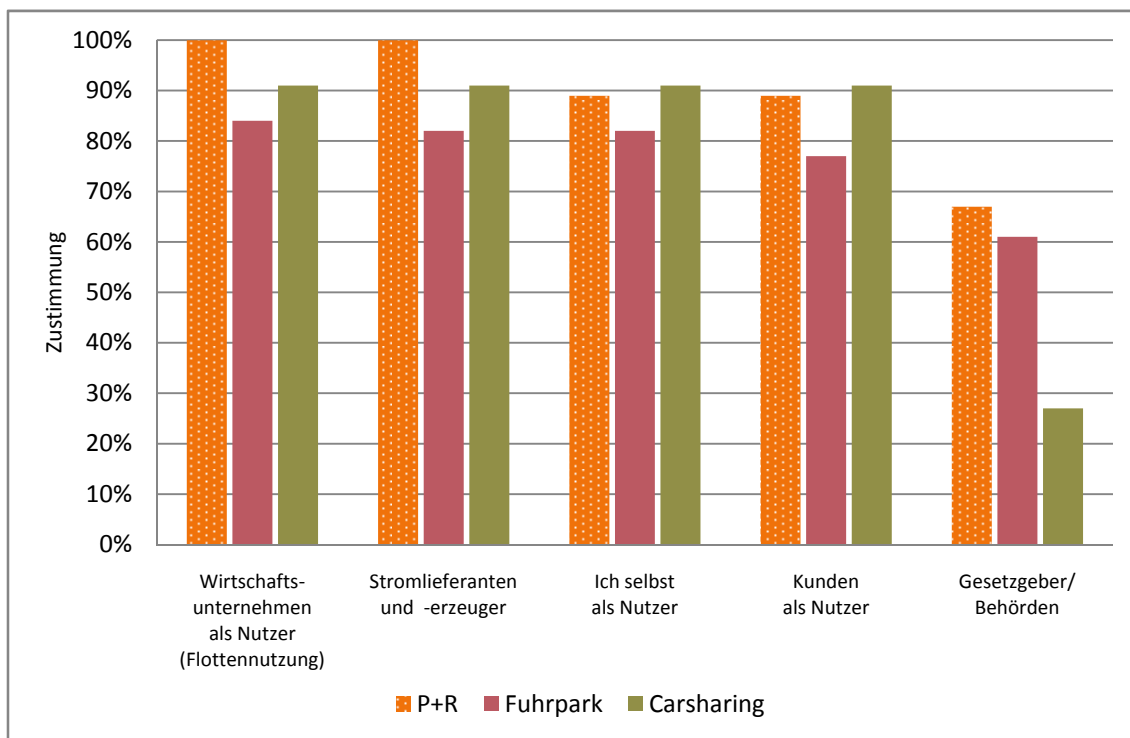


Abbildung 27: Eingeschätzte Verantwortung für die Ausschöpfung des Potenzials von Gesteuertem Laden.

In ähnlicher Weise schätzten die Teilnehmer der Flottennutzung die Verantwortlichkeiten ein. Auch sie schrieben Wirtschaftsunternehmen als Nutzern (Fuhrpark: 84%; Carsharing: 91%) und Stromlieferanten bzw. -erzeugern (Fuhrpark: 82%; Carsharing: 91%) in stärkstem Maße Verantwortung zu und hielten darüber hinaus sich selbst als Nutzer (Fuhrpark: 82%; Carsharing: 91%) sowie Kunden als Nutzer generell (Fuhrpark: 77%; Carsharing: 91%) für verantwortlich.

Gesetzgebern und Behörden wurden von 61% der Fuhrpark- und nur 27% der Carsharingnutzer Verantwortung für die Ausschöpfung des Potenzials des Gesteuerten Ladens zugeschrieben.

7.3.5.3 Angaben zur Umsetzung des Gesteuerten Ladens

Wie im Vorläuferprojekt MINI E 1.0 spiegelte sich die hoch eingeschätzte Bereitschaft zur Teilnahme am Gesteuerten Laden im Anwendungsfeld P+R nicht in der praktischen Umsetzung wider. Weniger als die Hälfte der Nutzer gab an, Ausnahmen der Standardeinstellung sofort dem Netzbetreiber mitgeteilt zu haben (44%). Zwei Drittel gaben an, den Standardeinstellungen niemals eine Ausnahme hinzugefügt und die Standardstartzeit nicht verändert zu haben, auch wenn es zu Abweichungen kam (67%). Nur eine Person nutzte das Internetportal regelmäßig zum Anpassen / Einstellen der Startzeiten.

Für die Diskrepanz zwischen ihrem Verhalten und der selbst eingeschätzten hohen Bereitschaft zur Teilnahme nannten die P+R-Nutzer zahlreiche Gründe (siehe Abbildung 28). Am häufigsten wurde angegeben, dass die finanziellen Vorteile den Aufwand des beständigen Einstellens der Startzeiten nicht rechtfertigen (67%) und der Aufwand generell zu groß ist, bei veränderter Startzeit jeweils eine Ausnahme hinzuzufügen (56%). Etwa jeder vierte Nutzer gab an, dass die Vorteile für die umweltschonende und effizientere Nutzung erneuerbarer Energien den Aufwand des beständigen Einstellens der Startzeiten nicht rechtfertigen, ihm nicht bewusst war, dass Mitteilungen über Ausnahmen von Standardstartzeiten die optimale Nutzung erneuerbarer Energien unterstützen oder es schwer fiel, genaue Fahrtzeiten im Voraus zu planen. Von geringerer Relevanz war für die Nutzer, niemandem mitteilen zu wollen, ab wann sie ihr Auto benötigen bzw. eine geringe Anzahl von Abweichungen von der Standardstartzeit.

Als Ursachen für eine Veränderung der Startzeiten gaben die Nutzer an, dass sie eine effizientere Nutzung erneuerbarer Energien unterstützen möchten (44%). Kein Nutzer stimmte der Aussage zu, dass finanzielle Vorteile der Grund gewesen seien.

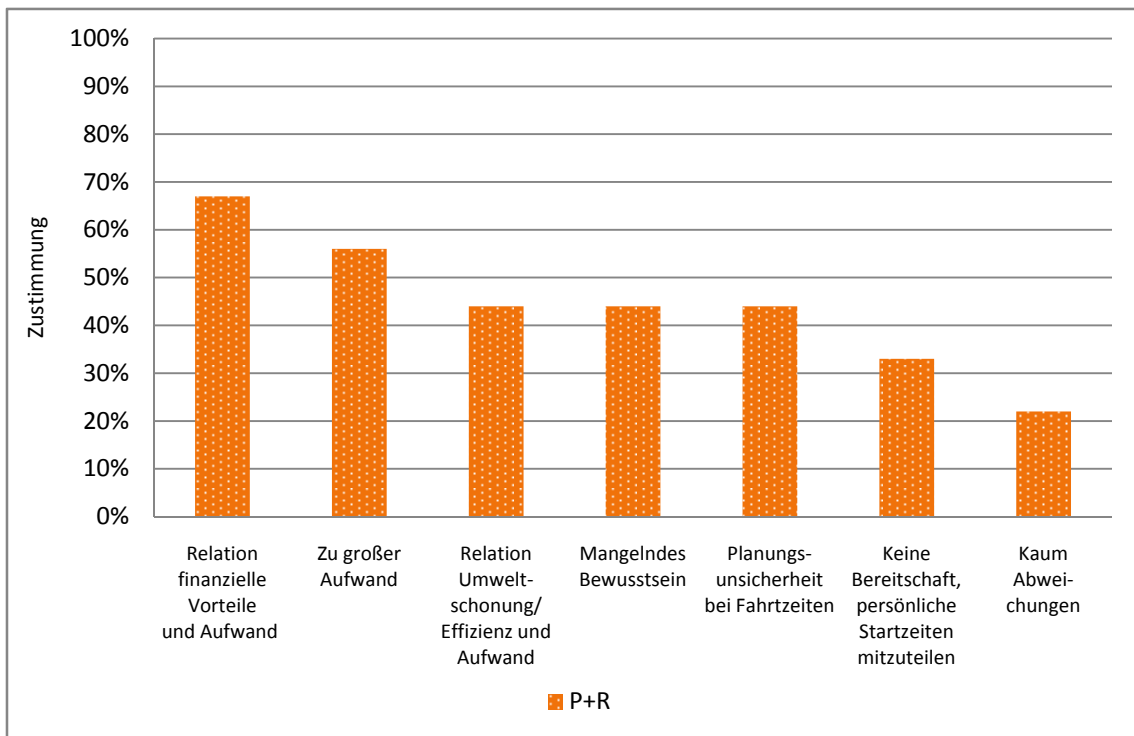


Abbildung 28: Ursachen für das Beibehalten der Standardstartzeiten bei Ausnahmen.

Die P+R-Nutzer gaben darüber hinaus an, weshalb sie es unterließen, das Elektrofahrzeug bei Nichtgebrauch sofort mit dem Stromnetz zu verbinden (siehe Abbildung 29). Als wichtigste Ursache wurde eine ausreichende Reichweite für weitere Fahrten angegeben, an zweiter Stelle folgte mit großem Abstand die Schonung der Batterie als Ursache. Andere Gründe spielten eine eher untergeordnete Rolle.

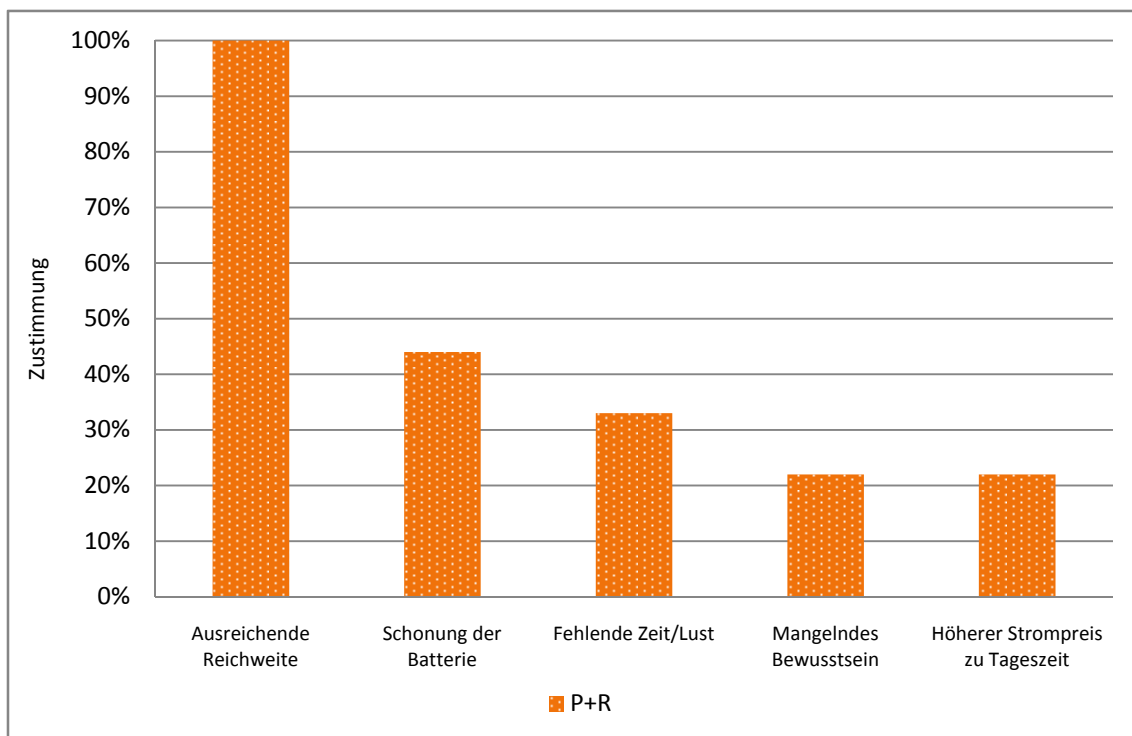


Abbildung 29: Ursachen, warum die P+R-Nutzer das Elektrofahrzeug bei Nichtgebrauch nicht ans Stromnetz anschlossen.

7.3.5.4 Zusammenfassung Gesteuertes Laden

Die Nutzer aller Anwendungsfelder zeigten eine überwiegend positive Einstellung gegenüber dem Gesteuerten Laden und gaben eine hohe Bereitschaft zu dessen Umsetzung an. Damit sind wichtige Voraussetzungen erfüllt, um das Potenzial des Konzeptes W2V effizient auszuschöpfen. Es ist jedoch einschränkend hervorzuheben, dass sich in den Anwendungsfeldern P+C und Fuhrpark während der Nutzung der Elektrofahrzeuge etwa jeder zweite Teilnehmer besorgt über Reichweiteneinschränkungen aufgrund des Gesteuerten Ladens äußerte. Im einzigen Anwendungsfeld, in dem das Gesteuerte Laden umgesetzt wurde (P+R), bestand zudem eine Diskrepanz zwischen der geäußerten Bereitschaft und der Umsetzung im Alltag. Hierbei spielte der Aufwand, den die Nutzer durch das Umsetzen des Gesteuerten Ladens erlebten, eine große Rolle. Die Frage nach geeigneten Maßnahmen zur Steigerung der Motivation der Nutzer, das Gesteuerte Laden möglichst effizient umzusetzen, kann nicht abschließend beantwortet werden. Es könnte aber gewinnbringend sein, den Nutzern die Verbindung zwischen der Umsetzung des Gesteuerten Ladens und einer effizienten Nutzung erneuerbarer Energien in Informationskampagnen stärker zu verdeutlichen.

7.3.6 Ergebnisse der Untersuchungen zu Mobilitätsdienstleistungen

Im Rahmen der partizipativ-iterativen Nutzerforschung zum Mobilitätsassistenten wurden diverse Untersuchungen durchgeführt:

- eine Vorstudie im Feld im Projekt MINI E 1.0,
- ein Usability-Test im Labor mit Studenten,
- eine Heuristische Evaluation mit Usability-Experten und
- Vor- und Nachbefragungen der Nutzer im Projekt MINI E 2.0 im Feldtest.

Durch die Untersuchungen konnten wertvolle Ergebnisse gewonnen werden, die in die Weiterentwicklung des Mobilitätsassistenten einfließen. Diese wurden in einem projektinternen Bericht aufbereitet und finden sich zum Teil im Bericht des Projektpartners. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen können bei Bedarf eingesehen werden.

8 Nutzung und Verwertung der Ergebnisse und Erfahrungen

Die im Projekt erzielten Ergebnisse und Erfahrungen werden auf unterschiedliche Weise verwertet: Zum einen im universitären Bereich, d.h. in Forschung und Lehre, zum anderen im außeruniversitären Bereich, d.h. in der Kommunikation mit Industrie und Politik. Die erzielten Ergebnisse werden in Workshops und Konferenzen mit Experten aus Wissenschaft, Politik und Industrie diskutiert. Durch die Diskussion mit allen beteiligten Akteuren trägt das Projekt zur Anpassung des Elektromobilitätsystems an die Nutzerbedürfnisse bei.

8.1 Workshops und Konferenzen

Im November 2010 stellte ein Mitglied der wissenschaftlichen Begleitforschung der Technischen Universität Chemnitz die Ergebnisse der bisherigen Nutzerforschung zur Akzeptanz von Elektromobilität am *Dies Academicus* „E-MOBILITY - Mobilitätsalltag von morgen“ der Technischen Universität Chemnitz vor. Anfang 2011 wurden zwei Forschungsarbeiten auf dem *90th Annual Meeting of the Transportation Research Board* in Washington, D.C. vorgestellt. Im März 2011 tauschten sich im Rahmen eines Workshops Wissenschaftler der Technischen Universität Chemnitz mit Wissenschaftlern des Innovationszentrums für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ) in Berlin zur Elektromobilität aus. Zentral war dabei die Erörterung von methodischen Aspekten, die bei der Planung und Durchführung von Nutzerstudien zu Elektromobilität zu beachten sind. Ergebnisse der Aktivitäten der Technischen Universität Chemnitz zur Nutzerakzeptanz von Elektromobilität wurden im Mai 2011 ebenfalls auf dem Studententag der *Challenge Bibendum* in Berlin vorgestellt. Im September 2011 wurden Ergebnisse der Nutzerforschung auf der Konferenz *Lebenswelt Elektromobilität* einem breiteren Publikum präsentiert. Ebenfalls im September war die Technische Universität Chemnitz auf der *Biennial Conference on Environmental Psychology* in Eindhoven mit einem Beitrag vertreten. Die Ergebnisse der Begleitforschung in den verschiedenen Nutzerstudien zur Elektromobilität werden zudem im Rahmen der Konferenz *Integrating Electric Vehicles into Sustainable Urban Transport* in Shanghai, China berichtet. Darüber hinaus wurden Beiträge auf größeren Workshops mit den Industriepartnern gehalten.

8.2 Wissenschaftliche Qualifikationsarbeiten

Das Projekt MINI E 2.0 leistet einen Beitrag in Forschung und Lehre an der Professur für Allgemeine und Arbeitspsychologie an der Technischen Universität Chemnitz. Das Projekt dient so auch als Ausgangspunkt für verschiedene wissenschaftliche Qualifikationsarbeiten an der Technischen Universität Chemnitz zu folgenden zentralen Themen:

- Akzeptanz von Elektromobilität,
- Umgang mit begrenzter Reichweiten- und Batteriekapazität,
- ressourcensparendes Fahren,
- Anzeigen- und Bedienkonzepte in Elektrofahrzeugen,

- Anpassungsprozesse im Fahrerverhalten und
- Mensch-Maschine-Interaktion im Kontext von Elektromobilität.

Insgesamt bildet das Projekt eine Grundlage für verschiedene Dissertationen, Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten, die an das Projekt angegliedert sind. Das Projekt leistet in diesem Sinne auch einen Beitrag zur Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses im Bereich Elektromobilität an der der Technischen Universität Chemnitz.

8.3 Grundlage für weitere Forschung im Bereich der Elektromobilität

Die Ergebnisse und Erfahrungen aus dem Projekt MINI E 2.0 sollen zudem als Grundlage für weitere Forschung zur Akzeptanz und Alltagstauglichkeit des Elektromobilitätssystems dienen. In diesem Zusammenhang ist auf verschiedene Anträge zu verweisen, die auf nationaler sowie europäischer Ebene eingereicht wurden. Auf nationaler Ebene wurden Forschungsprojekte beantragt, die einerseits die Akzeptanz bestimmter Energiespeichertechnologien und andererseits Fahrerassistenzsysteme im Kontext von Elektromobilität betrachten. Auf EU-Ebene wurden im Rahmen der EraNet Electromobility-Ausschreibung Anträge gestellt, die vorrangig die Themen Reichweite und Sicherheitsaspekte im Kontext von Elektromobilität behandeln. Die Erfahrungen und Kompetenzen, die im Rahmen der Elektromobilitätsprojekte an der Technischen Universität Chemnitz generiert wurden, waren auch die Basis für die Beantragung zweier Nachwuchsforschergruppen aus dem europäischen Sozialfonds (ESF). Zudem wurde von sechs Professuren der Technischen Universität Chemnitz und dem Fraunhofer Institut ein interdisziplinäres Kompetenzzentrum zur Erforschung der Elektromobilität gegründet (Chemnitzer Initiative Technologien der Elektromobilität; CITE). Ziel der Initiative ist es, die Forschungs- und Entwicklungspartner in und um Chemnitz zu vernetzen und aktiv die weitere Zusammenarbeit auf regionaler, nationaler und europäischer Ebene zu fördern.

9 Bekannt gewordener Fortschritt auf diesem Gebiet bei anderen Stellen

Im Verlauf des Vorhabens wurden zahlreiche Studien bekannt, die sich mit ähnlichen Fragestellungen beschäftigten. Dabei haben diese Studien bisher kaum Niederschlag in den einschlägigen wissenschaftlichen Literaturdatenbanken gefunden. Der momentane Stand der Wissenschaft, ermittelt nach den gleichen Festlegungen wie zu Beginn des Projekts, ist somit immer noch weitgehend aktuell.

Um den Stand der Wissenschaft systematisch und replizierbar zu erfassen, wurde aus der bisher vorhandenen relevanten Literatur ein Suchstring für Google Scholar entwickelt, um neue Quellen in einschlägigen Literaturdatenbanken aufzufinden: (survey OR surveys OR interview OR interviews) AND (acceptance OR attitudes OR attitude OR "user behavior" OR "user behaviour" OR "purchase willingness") AND (experience OR experienced OR experiences) AND "electric vehicle" -hybrid -hydrogen. Der Suchstring ergab dabei knapp 100 Treffer für den Zeitraum von 2010 bis 2011. Unter diesen Treffern befanden sich jedoch keine relevanten Quellen. Gleichzeitig konnte der Suchstring bei Anpassung des Zeithorizonts viele der bekannten früheren Quellen finden. Ferner wurde auf die Ergebnisse von anderen Suchstrings bei verschiedenen Suchmaschinen zurückgegriffen. Auch bei diesen Suchanfragen wurden keine neuen Veröffentlichungen gefunden, die Studien betrafen, in denen Nutzer von Elektrofahrzeugen befragt wurden.

10 Deliverable-Beschreibungen aller Projektpartner

D 1.1 Hypothesenentwicklung und Definition der Anwendungsfälle

Die aus den prototypischen Zielgruppen abgeleiteten zu untersuchenden Anwendungsfälle wurden definiert, z.B. Privatanutzer ohne eigene Lademöglichkeit und Flottenanwender. Dabei wurden die Bewertungskriterien aus Energieversorger- und Automobilherstellersicht berücksichtigt, wie die prognostizierte Verfügbarkeit am Netz oder angenommene Mobilitätsmuster. Die Anwendungsfälle wurden anhand von wissenschaftlichen Kriterien analysiert, bewertet und für den Einsatz in der Feldphase bestätigt.

D 1.2 Konfiguration der Anwendungsfälle

Ein Nutzungsmodell für die Anwendungsfälle im Privat- und Flottenkundensegment unter Berücksichtigung der wesentlichen Stellhebel des Nutzungs- und Ladeverhaltens wurde definiert. Die Privat- und Flottenkunden wurden auf Basis der Korrelation zwischen Nutzungsmodell und Anwendungsfall ausgewählt. Wesentliche Voraussetzungen für die Auswahl waren die Eignung aus wissenschaftlicher Sicht und die netztechnische und praktische Umsetzbarkeit. Der Einsatz der Fahrzeuge bei Flottenkunden im Anwendungsfall Car Sharing wurde durch den ausgewählten Partner gesteuert.

D 1.3 Steigerung der Fahrzeugverfügbarkeit und Nutzerakzeptanz über Mehrwertdienste

Zur Realisierung eines Mobilitätsassistenten wurden die Anforderungen in einem Anforderungs- und Funktionskonzept in Abstimmung mit den Projektpartnern formuliert. Basierend darauf wurde ein erster Prototyp des Mobilitätsassistenten für „Laden und Parken“ entwickelt und pilothaft von zwanzig Usern getestet. In enger Abstimmung mit der Nutzerforschung der TU Chemnitz wurden auf Basis der Tests Verbesserungspotentiale und Schwachstellen bzgl. Technik und Bedienung identifiziert. Dies führte zur Weiterentwicklung des Mobilitätsassistenten. Anschließend wurde der Mobilitätsassistent in der Feldphase bis Ende 07/2011 intensiv im Realbetrieb eingesetzt. Die Ergebnisse/Erfahrungen aus der Feldphase wurden ausgewertet und Handlungsempfehlungen abgeleitet.

D 1.4 Konzeption der Nutzerstudie

Für die Konzeption der Nutzerstudie wurden die Forschungsfragen als Hypothesen von den drei Partnern individuell erarbeitet und im Konsortium abgestimmt. Das Studienkonzept, inklusive eines Methodenpaketes, welches Umweltnutzen, Alltagstauglichkeit, Nutzerakzeptanz und Verwendung von Mehrwertdiensten untersucht, wurde zur Beantwortung der Forschungsfragen erstellt. Im Anschluss erfolgte die Auswahl der konkreten Nutzer in den Anwendungsfällen für die Nutzerstudie. Auf Basis bereits vorliegender Erkenntnisse wurde ein Anforderungsprofil für

die notwendigen Funktionalitäten des Mobilitätsassistenten aus wissenschaftlicher Sicht definiert.

D 2.1 Nutzerbetreuung und Weiterbetrieb Service

Die eingesetzten siebzig MINI E Fahrzeuge wurden für den Betrieb in der Feldphase vorbereitet. Die rechtlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen um die nicht-seriengleichen Fahrzeuge von Typ MINI E einzusetzen wurden geschaffen. Eine Betriebs- und Betreuungsstruktur für den sicheren Betrieb der Fahrzeuge sowie eine Nutzerbetreuung wurde schwerpunktmäßig für die Feldphase sichergestellt. Eine Serviceorganisation für Hochvoltumfänge in einem gewöhnlichen Automobil-Handelsbetrieb in der Niederlassung Berlin wurde realisiert. Während der Feldphase wurde ein Flottenmanagement und eine Einsatzsteuerung bis hin zur Rücknahme der Fahrzeuge am Ende der Nutzungsdauer sichergestellt.

D 2.2 Begleitforschung zur Infrastruktur

Die für die Durchführung der Studien erforderliche Ladeinfrastruktur wurde aufgebaut und über Funkkommunikation mit den beiden Leit- und Steuerungszentren verbunden. Hier erfolgte die Überwachung und Steuerung der Ladegeräte sowie die Datenerhebung. Die gesammelten Daten wurden umfassend analysiert und ausgewertet, sodass die Anwendungsfälle im Hinblick auf die Hypothesen bzw. Forschungsfragen bewertet werden können.

D 2.3 Begleitforschung zu Nutzerperspektive

Es wurden Befragungen zu Erfahrungen mit dem System Elektromobilität und W2V in verschiedenen Anwendungsfällen durchgeführt, die Aufschluss über das Potenzial des gesamten Systems aus Nutzersicht gaben. Eine umfassende Datenbasis von subjektiven und objektiven, qualitativen und quantitativen Daten konnte generiert werden. Für die objektiven Daten (Datenloggerdaten) wurden durch den Automobilhersteller Server- und Auswertekapazitäten bereitgestellt. Der Mobilitätsassistent wurde an verschiedenen Nutzergruppen getestet, Empfehlungen für dessen Weiterentwicklung wurden erarbeitet. Alle Ergebnisse flossen in einen Abschlussbericht, in dem die Alltagstauglichkeit und Akzeptanz von Elektromobilität in unterschiedlichen Einsatzbereichen dargestellt wurde.

11 Literaturverzeichnis

- Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179–211.
- Axsen, J., & Kurani, K. S. (2009). Early U.S. market for plug-in hybrid electric vehicles: Anticipating consumer recharge potential and design priorities. *Transportation Research Record*, 64–72.
- Bish, J. R., & Tietmeyer, G. P. (1983). Electric vehicle field test experience. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, VT-32(1), 81–89.
- Bühler, F., Neumann, I., Cocron, P., Franke, F., & Krems, J. F. (2011). Usage patterns of electric vehicles as a reliable indicator for acceptance? Findings from a German field study. *Proceedings of the 90th Annual Meeting of the Transportation Research Board*. Retrieved from <http://amonline.trb.org/12jj41/1>
- Bundesregierung (2009). *Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung*. Retrieved from http://www.bmbf.de/pubRD/nationaler_entwicklungsplan_elektromobilitaet.pdf
- Burgess, M. (2010). Driving into the future: The expectations and experiences of pioneer ultra low carbon vehicle (ULCV) drivers. In V. Mrowinski, M. Kyrios and N. Voudouris (Eds.), *Abstracts of the 27th International Congress of Applied Psychology* (pp. 251–252). Melbourne: The Australian Psychological Society Ltd.
- CENEX (2010). *The Smart Move Trial: Description and initial results*. Retrieved from <http://www.cenex.co.uk/news/newsid609/30/cenex-smartmove-trial-report-available-for-download>
- Chéron, E., & Zins, M. (1997). Electric vehicle purchasing intentions: The concern over battery charge duration. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 31, 235–243.
- Cocron, P., Bühler, F., Neumann, I., Franke, T., Krems, J. F., Schwalm, M., & Keinath, A. (2011). Methods of evaluating electric vehicles from a user's perspective - the MINI E field trial in Berlin. *IET Intelligent Transport Systems*, 5(2), 127-133.
- Eden, T., Heber, C., Höpfner, U., & Voy, C. (1997). Erprobung von Elektrofahrzeugen der neuesten Generation auf der Insel Rügen [Testing electric vehicles of the latest generation on the Island Rügen]. *Automobiltechnische Zeitschrift*, 9, 537–550.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (2005). Protocol analysis: Verbal reports as data. (MIT Press, 1993).
- Europäisches Komitee für Normung (2006). *DIN EN ISO 9241-110. Ergonomie der Mensch-System-Interaktion. Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung*. Berlin: Deutsches Institut für Normung.

- Francfort, J., O'Hara, D. V., & Slezak, L. A. (1999). *Field operations program activities status report*. Idaho: Idaho National Engineering and Environmental Laboratory, Automotive Systems and Technology Department.
- Gärling, A., & Johansson, A. (1999). *An EV in the family*. Göteborg: Department of Road and Traffic Planning, Chalmers University of Technology.
- Goldstein, J., Brown, I., & Koretz, B. (1999). New developments in the Electric Fuel Ltd. zinc/air system. *Journal of Power Sources*, 80, 171–179.
- Golob, T. F., & Gould, J. (1998). Projecting use of electric vehicles from household vehicle trials. *Transportation Research Part B: Methodological*, 32, 441–454.
- Gould, J. & Golob, T. (1998). Clean air forever? A longitudinal analysis of opinions about air pollution and electric vehicles. *Transportation Research Part D*, 3, 157-69.
- Krems, J. F., Franke, T., Neumann, I., & Cocron, P. (2010). Research methods to assess the acceptance of EVs - experiences from an EV user study. In T. Gessner (Eds.), *Smart Systems Integration: 4th European Conference & Exhibition on Integration Issues of Miniaturized Systems - MEMS, MOEMS, ICs and Electronic Components*. Como, Italy: VDE Verlag.
- Krems, J. F. (2011). *MINIEVatt Berlin - Freude am umweltgerechten Fahren, Verbundprojekt: Klimaentlastung durch den Einsatz erneuerbarer Energien im Zusammenwirken mit emissionsfreien Elektrofahrzeugen - MINI E 1.0 Berlin (Abschlussbericht, Förderkennzeichen 16EM0003)*. Hannover: Technische Informationsbibliothek u. Universitätsbibliothek.
- Kunert, U., & Follmer, R. (2005). Methodological advances in national travel surveys: Mobility in Germany 2002. *Transport Rev.*, 25, 415–431.
- Kurani, K., Heffner, R., & Turrentine, T. (2008). *Driving plug-in hybrid electric vehicles: Reports from U.S. drivers of HEVs converted to PHEVs*: UC Davis: Institute of Transportation Studies.
- Kurani, K., Turrentine, T., & Sperling, D. (1996). Testing electric vehicle demand in 'hybrid households' using a reflexive survey. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 1, 131–150.
- Lassarre, S., Dozza M., Jamson, S., Lai, F., Saad, F., Vadeby, A., ... Taddei, A. (May, 2008). *FESTA Field operational test support Action: D2.4 - Data analysis and modeling*. Retrieved from <http://www.its.leeds.ac.uk/festa/downloads/FESTA%20-D2.4%20-%20Data%20analysis%20and%20Modeling%20%20.pdf>
- Lewis, J. R. (2002). Psychometric evaluation of the PSSUQ using data from five years of usability studies. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 14, 463–488.
- Neumann, I., Cocron, P., Franke, T., & Krems, J. F. (2010). Electric vehicles as a solution for green driving in the future? A field study examining the user acceptance of electric vehicles. In J. F. Krems, T. Petzoldt & M. Henning (Eds.), *Proceedings of the European*

- Conference on Human Centred Design for Intelligent Transport Systems (pp. 445–453), Berlin, Germany, April 29-30 2010.* Lyon: Humanist Publications.
- Nielsen, J. (1994): Heuristic evaluation. In: J. Nielsen, & R.L. Mack (Eds.), *Usability inspection methods* (pp. 25–62). New York: John Wiley & Sons.
- Orme, B. (1996). *Which conjoint measure should I use?* Retrieved from <http://www.sawtoothsoftware.com/download/techpap/whichmth.pdf>.
- Pehnt, M., Höpfner, U., & Merten, F. (2007). *Elektromobilität und erneuerbare Energien*. Wuppertal: Institut für Klima, Umwelt, Energie.
- Smith, R. E., & Swinyard, W. R. (1983). Attitude-behavior consistency: the impact of product trial vs. advertising. *Journal of Marketing Research*, 20, 257-267.
- Turrentine, T., Garas, D., Lentz, A., & Woodjack, J. (2011). *The UC Davis MINI E Consumer Study*. Research Report, UCD-ITS-RR-11-05. Retrieved from http://pubs.its.ucdavis.edu/publication_detail.php?id=1470
- Turrentine, T., & Kurani, K. (1995). *The household market for electric vehicles: Testing the hybrid household hypothesis - a reflexively designed survey of new-car-buying, multivehicle California households*. UC Davis: Institute of Transportation Studies, Research Report UCD-ITS-RR-95-05.
- van der Laan, J. D., Heino, A., & de Waard, D. (1997). A simple procedure for the assessment of acceptance of advanced transport telematics. *Transportation Research Part C*, 5, 1–10.

12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ursprüngliche Aufteilung der Anwendungsfälle bei den Privaternutzern. MobAs, Mobilitätsassistent.	12
Abbildung 2: Ursprüngliche Aufteilung der Anwendungsfälle bei den Flottennutzern.	13
Abbildung 3: Endgültige Aufteilung der Anwendungsfälle bei Privat- und Flottennutzern.	14
Abbildung 4: Studienablauf im Anwendungsfeld Privatnutzung.	17
Abbildung 5: Ablauf der einzelnen Untersuchungen zum Mobilitätsassistenten.	18
Abbildung 6: Beispiel einer Entscheidung im Rahmen der Conjoint Analyse unter Verwendung der Sawtooth Software CBC/HB v4.	36
Abbildung 7: Anteil der Nutzer, welche die Reichweite des MINI E als ausreichend für die eigenen Wege erachteten.	50
Abbildung 8: Anteil der Nutzer, die den MINI E aufgrund der Geräuschlosigkeit als Gefährdung des Straßenverkehrs betrachteten.	51
Abbildung 9: Anteil der Nutzer, die das Raumangebot als ausreichend beurteilten.	52
Abbildung 10: Anteil der Nutzer, die vergleichbare Haltungskosten von Elektro- und herkömmlichen Fahrzeugen annahmen.	54
Abbildung 11: Anteil der Nutzer, die eine Verfügbarkeit öffentlicher Ladesäulen als unbedingt notwendig erachteten.	56
Abbildung 12: Einstellung gegenüber Elektrofahrzeugen in verschiedenen Nutzergruppen.	59
Abbildung 13: Veränderung der Einstellung gegenüber Elektrofahrzeugen in Abhängigkeit der Nutzungsdauer.	60
Abbildung 14: Zufriedenheit mit Elektrofahrzeugen in verschiedenen Nutzergruppen.	61
Abbildung 15: Veränderung der Zufriedenheit in Abhängigkeit der Nutzungsdauer.	62
Abbildung 16: Eingeschätzte Brauchbarkeit von Elektrofahrzeugen in verschiedenen Nutzergruppen.	63
Abbildung 17: Veränderung der eingeschätzten Brauchbarkeit in Abhängigkeit der Nutzungsdauer.	64
Abbildung 18: Anteil der Nutzer, die 650 Euro monatlich für ein Elektrofahrzeug wie den MINI E zahlen würden.	65
Abbildung 19: Anteil der Nutzer, die für ein Elektrofahrzeug wie den MINI E ein Drittel mehr als für ein vergleichbares Fahrzeug zahlen würden.	66
Abbildung 20: Anteil der Nutzer, die beabsichtigten, sich nach der Studie ein Elektrofahrzeug anzuschaffen.	67
Abbildung 21: Anteil der Nutzer, denen die längere Ladedauer des MINI E im Vergleich zum Tanken mit Kraftstoff nichts ausmachte.	78
Abbildung 22: Anteil der Tag- und Nachtlader und Nutzer, die nicht in diese Kategorien fallen.	96
Abbildung 23: Durchschnittlicher Ladestand zu Beginn der ersten Fahrt am Tag (nach 5 Uhr).	97

Abbildung 24: Anteil der Vollladungen (> 97% Ladekapazität) an der Gesamtzahl von Ladevorgängen.	98
Abbildung 25: Einfluss unterschiedlicher Ursachen auf die Initiierung eines Ladevorgangs.	99
Abbildung 26: Einfluss einzelner Faktoren auf die Bereitschaft zur Teilnahme am Gesteuerten Laden in der Gruppe der Privatnutzer.	102
Abbildung 27: Eingeschätzte Verantwortung für die Ausschöpfung des Potenzials von Gesteuertem Laden.	103
Abbildung 28: Ursachen für das Beibehalten der Standardstartzeiten bei Ausnahmen.	105
Abbildung 29: Ursachen, warum die P+R Nutzer das Elektrofahrzeug bei Nichtgebrauch nicht ans Stromnetz anschlossen.	106

13 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Stichproben von Privatnutzern in den Projekten MINI E 1.0 und MINI E 2.0.	26
Tabelle 2: Gegenüberstellung der Stichproben von Privatnutzern und Teilnehmern der Testserien.	28
Tabelle 3: Testserien an der Technischen Universität Chemnitz.	36
Tabelle 4: Übersicht über die verwendeten Heuristiken.	40
Tabelle 5: Wahrgenommene Vorteile von Elektrofahrzeugen durch Privatnutzer.	44
Tabelle 6: Wahrgenommene Nachteile und Barrieren von Elektrofahrzeugen durch Privatnutzer.	47
Tabelle 7: Wahrgenommene Nachteile und Barrieren von Elektrofahrzeugen bei Fuhrpark- und Carsharingnutzern.	48
Tabelle 8: Einstellung zur Technik des MINI E.	53
Tabelle 9: Einstellung zur Umweltfreundlichkeit von Elektrofahrzeugen.	55
Tabelle 10: Vergleich der relativen Bedeutsamkeit verschiedener Faktoren bei der Kaufentscheidung (MINI E 2.0 & MINI E 1.0).	69
Tabelle 11: Vergleich der relativen Bedeutsamkeit verschiedener Faktoren bei der Kaufentscheidung (Chemnitzer Testserien).	70
Tabelle 12: Bedeutung einzelner Aspekte, deren Veränderung die persönliche Kaufbereitschaft steigern würde.	71
Tabelle 13: Anteil der Nutzer, für die die täglichen Mobilitätsanforderungen durch den MINI E erfüllt werden konnten.	73
Tabelle 14: Anteil der Nutzer, welche die Flexibilität mit dem MINI E positiv bewerteten.	74
Tabelle 15: Anteil der täglichen Wege / Dienstwege, welche die Nutzer mit dem MINI E als alleinigem Fahrzeug abdecken könnten (subjektive Einschätzung).	74
Tabelle 16: Anteil der Nutzer, welche das zur Verfügung stehende Raumangebot als ausreichend für ihre Bedürfnisse wahrnahmen.	75
Tabelle 17: Anteil der Nutzer, welche die zur Verfügung stehende Reichweite als ausreichend für die Erledigung ihrer Wege beurteilten.	75
Tabelle 18: Ergebnisse der qualitativen Analysen zum Reichweitenerleben der Privatnutzer.	76
Tabelle 19: Einstellung der Nutzer zu verschiedenen Aspekten des Ladevorgangs.	79
Tabelle 20: Anteil der Wege an den Gesamtwegen nach Wegstreckenklassen (über alle Verkehrsmittel).	84
Tabelle 21: Gesamtwochenkilometerleistung über alle Verkehrsmittel.	84
Tabelle 22: Anteil der Wege mit PKW mit Verbrennungsmotor an den Gesamtwegen der Wegstreckenklasse bis 50 km.	85
Tabelle 23: Mittlerer Anteil der Wege mit MINI E an den Gesamtwegen der Wegstreckenklasse bis 50 km.	86

Tabelle 24: Mittlere Schätzung des Anteils der mit dem MINI E zurückgelegten Wege an den Gesamtwegen.	86
Tabelle 25: Mittelwert der Wochenkilometerleistung mit MINI E und mit allen Verkehrsmitteln.	87
Tabelle 26: Anteil der Wege, bei denen die Nichtnutzung des MINI E begründet wurde, an allen Wegen, für die der MINI E nicht genutzt wurde.	88
Tabelle 27: Anteil der Wege, für welche der MINI E ein bestimmtes Verkehrsmittel ersetzte.	89
Tabelle 28: Wegzwecke für MINI E- und PKW-Nutzung bei Privatnutzern.	90
Tabelle 29: Anteil der Nutzer, die eine Veränderung ihres Mobilitätsverhaltens aufgrund des MINI E wahrnahmen.	90
Tabelle 30: Ergebnisse der qualitativen Analysen zu wahrgenommenen Veränderungen des Mobilitätsverhaltens durch den MINI E.	91
Tabelle 31: Einschätzung der Nutzer zum Anteil einzelner Ladeorte an der Gesamtzahl ihrer Ladevorgänge.	94
Tabelle 32: Einstellung der Privatnutzer gegenüber dem Gesteuerten Laden.	101