Uwe Adler
Andy Apfelstädt
Sandra Franz
Matthias Gather
Daniel Schäfer

INSTITUT VERKEHR
UND RAUM
der Fachhochschule Erfurt

Erprobung von Elektromobilität in Erfurt

Phase I: Identifikation grundsätzlich geeigneter Einsatzfelder im kommunalen Bereich

Abschlussbericht - Öffentliche Version -

April 2011

Erprobung von Elektromobilität in Erfurt

Phase I: Identifikation von Einsatzfeldern im kommunalen Bereich

Auftraggeber:

Stadtverwaltung Erfurt
Dezernat Stadtentwicklung und Umwelt
Fischmarkt 11
99084 Erfurt

Projektleitung:
Prof. Dr. Matthias Gather
Prof. Dr. Uwe Adler

Bearbeitung:
Dipl.-Wirt. Ing. (FH)/M.A. Andy Apfelstädt
Dipl.-Wirt. Ing. (FH) Maik Casper
Dipl.-Wirt. Ing. (FH) Sandra Franz
B.Eng. Hans Heßner
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Schäfer

April 2011

Institut Verkehr und Raum & Institut proTUL
Fachhochschule Erfurt
Altonaer Straße 25
D – 99085 Erfurt

Telefon: +49 (361) 6700 758
Telefax: +49 (361) 6700 757
E-Mail: info@verkehr-und-raum.de
Internet: www.verkehr-und-raum.de
www.fh-erfurt.de/fhe/protul

Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Ausgangssituation und Projektrahmen 1

2. Aufgabenstellung/Zielstellung 2

3. Vorgehensweise 3

3.1 Projektpartner 4

3.2 Datenerhebungen 5

3.2.1 kurz- bis mittelfristig verfügbare E-Fahrzeuge (Marktübersicht) 5

3.2.2 relevanter Fahrzeugbestand der Projektpartner 9

3.3 Datenanalyse 12

3.3.1 Methodische Vorgehensweise 12

3.3.2 Datenbasis 12

3.3.3 Bewertungsschlüssel 13

4. Ergebnisse der Identifikationsphase 17

5. Vertiefende Untersuchungen identifizierter Einsatzfelder 20

5.8 Fragebogen (Teil 2) 24

6. Erarbeitung prinzipieller Anforderungsprofile für notwendige Fahrzeuge 25

und Infrastruktur 25

6.1 Prinzipielle Anforderungsprofile an Personenkraftwagen 25

6.2 Prinzipielle Anforderungsprofile an Kastenwagen 30

6.3 Prinzipielle Anforderungsprofile an Transporter 33

6.4 Prinzipielle Anforderungsprofile an Geräteträger 36

6.5 Ladeinfrastruktur 40

7. Flankierende Maßnahmen zur Förderung des Einsatzes von Elektromobilität 41

7.1 kurzfristig umsetzbare Maßnahmen- und Handlungsempfehlungen 41

7.2 mittelfristig umsetzbare Maßnahmen- und Handlungsempfehlungen 43

8. Zusammenfassung 44

9. Quellenverzeichnis 46

10. Anhang 47

Abbildungen

Abbildung 1: Vorgehensweise 3
Abbildung 2: Fahrzeugdatenbank 5
Abbildung 3: Filterung der Fahrzeugauswahl 6
Abbildung 4: Übersicht am Markt verfügbarer Elektrofahrzeuge 8
Abbildung 5: Fragebogen zum Unternehmen 10
Abbildung 6: Fragebogen zum Fuhrpark 11
Abbildung 7: Datenbank zur methodischen Auswertung der Fragebögen 13
Abbildung 8: Ergebnisdarstellung Auswertungstool 16
Abbildung 10: Ersetzbarkeitsverteilung Fahrzeuge gesamt 19
Abbildung10: Verteilung der Ersetzbarkeit innerhalb des Gesamtfuhrparks 21
Abbildung11: Verteilung der Ersetzbarkeit innerhalb des Gesamtfuhrparks (verdichtet) 23
Abbildung 12: PKW Kleinstwagen (Bsp.) 25
Abbildung 13: Anforderungen hinsichtlich täglich benötigter Fahrstrecken bei Pkw 26
Abbildung 15: Kastenwagen (Bsp.) 30
Abbildung 15: Anforderungen hinsichtlich täglich benötigter Fahrstrecken bei Kastenwagen 31
Abbildung 16: Transporter (Bsp.) 33
Abbildung 17: Anforderungen hinsichtlich täglich benötigter Fahrstrecken bei Transporter 34
Abbildung 19: Geräteträger (Bsp.) 37
Abbildung 20: Anforderungen hinsichtlich täglich benötigter Fahrstrecken bei Geräteträgern 38
Abbildung 21: Fragebogen zu den Einsatztypen (PKW, Transporter, Geräteträger, Kastenwagen mit Ladefläche, Sonstige Fahrzeuge), Seite 1 48
Abbildung 22: Fragebogen zu den Einsatztypen (PKW, Transporter, Geräteträger, Kastenwagen mit Ladefläche, Sonstige Fahrzeuge), Seite 2 49
Abbildung 23: Fragebogen zu den Einsatztypen (PKW, Transporter, Geräteträger, Kastenwagen mit Ladefläche, Sonstige Fahrzeuge), Seite 3 50
Abbildung 24: Fragebogen zu den Einsatztypen (PKW, Transporter, Geräteträger, Kastenwagen mit Ladefläche, Sonstige Fahrzeuge), Seite 4 51
Abbildung 25: Fragebogen technischen Eigenschaften der identifizierten Fahrzeuge 52

Tabellen

Tabelle 1: Übersicht Referenzwerte 13
Tabelle 2: Bewertungsschlüssel 15
Tabelle 3: Gewichtungen 15
Tabelle 4: Fahrzeuge gesamt nach Typ, Unternehmen und Anteil an Referenzwert 18
Tabelle 14: Identifizierte ersetzbare Fahrzeuge nach Fahrzeugkategorie 22
Tabelle 15: Identifizierte ersetzbare Fahrzeuge nach Fahrzeugkategorie und Projektpartner- 22
Tabelle 16: Übersicht potentieller Teilnehmer am Feldversuch 23
Tabelle 17: Anforderungen hinsichtlich täglich benötigter Fahrstrecken bei Pkw 27
Tabelle 18: Anforderungen hinsichtlich der zu befördernden Personen bei Pkw 28
Tabelle 19: Anforderungen hinsichtlich der maximalen Zuladung bei Pkw 29
Tabelle 20: Anforderungen hinsichtlich der Einsatzdauer bei Pkw 29
Tabelle 21: Anforderungen hinsichtlich täglich benötigter Fahrstrecken bei Kastenwagen 31
Tabelle 22: Anforderungen hinsichtlich max. und durchschnittl. Zuladung bei Kastenwagen 32
Tabelle 23: Anforderungen hinsichtlich tägl. Einsatzdauer und Fahrstrecke bei Kastenwagen 32
Tabelle 24: Anforderungen hinsichtlich täglich benötigter Fahrstrecken bei Transporter 34
Tabelle 25: Anzahl mit Transportern zu befördernder Personen 35
Tabelle 26: Maximale und durchschnittliche Zuladung von Transportern 36
Tabelle 27: Einsatzdauer von Transportern 36
Tabelle 28: Anforderungen hinsichtlich täglich benötigter Fahrstrecken bei Geräteträgern 38
Tabelle 29: Zuladung von Geräteträgern 39
Tabelle 30: Einsatzdauer von Geräteträgern 39

1. Ausgangssituation und Projektrahmen

Forschungsergebnisse im Rahmen des Entwurfs zum BMU-geförderten Forschungsvorhaben „Klimaschutzkonzeption der Landeshauptstadt Erfurt – Teil Verkehr und Mobilität“ unterstreichen einmal mehr die Notwendigkeit der Erforschung und Erprobung wirtschaftlich sinnvoller Ansätze für den Einsatz elektrischer Mobilität im städtischen Bereich. Neben einem wichtigen Beitrag zur CO_2-Einsparung können durch solche Ansätze auch weitere Belastungen wie insbesondere Lärm-, Schadstoff- und Feinstaubimmissionen minimiert werden und die Aufenthaltsqualität in der Gesamtstadt erhöht werden. Notwendige Interaktionen zwischen Kommunen, Energieversorgern und dem ÖPNV stehen dabei ebenso im Mittelpunkt wie die Anforderungen an künftige Fahrzeuge.

Im Rahmen des Pilotprojektes „Erprobung von Elektromobilität in Erfurt“ beabsichtigen die beteiligten Partner, u.a. die Landeshauptstadt Erfurt, das Thüringer Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Verkehr, die Stadtwerke Erfurt GmbH und die Fachhochschule Erfurt, die Einführung und Entwicklung von Elektromobilität in der Stadt Erfurt zu unterstützen und zu fördern. Zur Abgrenzung der nachfolgenden Untersuchungen sei an dieser Stelle erwähnt, dass unter dem Begriff Elektromobil ein Fahrzeug mit ausschließlichem Batteriebetrieb gemeint ist (kein Hybrid, kein Plug-In-Hybrid).

Wie schnell Elektromobilität dabei zu einem nennenswerten Einflussfaktor wird, hängt insbesondere davon ab, wie gut sich mit der verfügbaren Technik die Anforderungen der potentiellen Nutzer abdecken lassen und wie bzw. wo sich diese wirtschaftlich einsetzen lässt.

Gerade im Bereich privat genutzter Pkw besteht hier noch eine Diskrepanz zwischen den Anforderungen der Kunden hinsichtlich der Reichweite und den derzeit verfügbaren Technologien zur Speicherung elektrischer Energie im Fahrzeug. Marktbeobachtungen und Untersuchungen[1] haben gezeigt, dass technologische fortschrittliche, aber auch aufwändige Batterien mit hoher Speicherkapazität zu erheblichen Mehrkosten von Elektrofahrzeugen gegenüber ihren konventionellen Pendants führen. Trotzdem bleibt der Elektro-Pkw in seiner Reichweite stark begrenzt. Die vom privaten Nutzer meist vorausgesetzte Flexibilität in der Nutzung des Fahrzeugs wird eingeschränkt und darüber hinaus verteuert. Anders stellt sich die Situation bei Flottenbetreibern dar, die ihre Fahrzeuge im Bereich des kommunalen (Wirtschafts-)Verkehrs einsetzen. Die Anforderungsprofile der Fahrzeuge hinsichtlich der täglich zurückzulegenden Fahrstrecke, der Nutzungszeiten und der Beladung lassen sich i.d.R. klar definieren. In vielen Fällen werden nur verhältnismäßig geringe Tagesfahrstrecken benötigt. In Verbindung mit den einsatzbedingt oft geringen täglichen Nutzungsdauern der Fahrzeuge sind daher kaum Einschränkungen bezüglich der Reichweite und der Verfügbarkeit, in Folge langer Ladezeiten der Batterien, zu erwarten. Die meist gegebene tägliche Rückkehr zu einem festen Standort des Fahrzeugs sowie die Nutzung mehrerer identischer Fahrzeuge begünstigen außerdem die Situation bezüglich der notwendigen Ladeinfrastruktur, z.B. den Einsatz von Schnellladeverfahren. Einschränkungen hinsichtlich der Nutzlast bzw. des Ladevolumens von Elektrofahrzeugen sind zu beachten. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass diese in vielen Anwendungsfällen keine nennenswerte Einschränkung darstellt. Auch die Höchstgeschwindigkeit der Fahrzeuge wird bei überwiegend inner-

[1] Vgl. Fahrzeugdatenbank - wird als Anhang beigefügt

städtischer Nutzung nicht zum auslegungsbestimmenden Kriterium hinsichtlich der zu installierenden Antriebsleistung des Fahrzeuges. Dies hat wiederum positive Auswirkungen auf die elektrischen Komponenten wie beispielsweise Antrieb oder Speicher.

Unter den genannten Einsatzbedingungen relativieren sich somit viele Argumente, die derzeit gegen den Einsatz elektrischer Straßenfahrzeuge sprechen. Darüber hinaus kommt eine Reihe von Vorteile hinzu, die gerade für Flottenbetreiber im kommunalen Bereich von Interesse sein könnten. Hier wären u.a. zu nennen:

- Die Bildung eines positiven Images: innovativ, umwelt- u. verantwortungsbewusst, freundlich, … .
- Die positive Außenwirkung und die ggf. erhöhte Akzeptanz bei seinen Kunden.
- Eine „Markenbildung“ durch typische und unverwechselbare Fahrzeuge mit hohem Wiedererkennungswert.
- Wettbewerbsvorteile durch die Möglichkeit, z.B. sensible Gebiete zu befahren und/oder Nachtstunden zur Anlieferung zu nutzen.

Somit lässt sich schlussfolgern, dass gerade der leichte Liefer- und Verteilerverkehr im kommunalen Bereich besonders gute Einsatzbedingungen für Elektrofahrzeuge bietet, da hier die gesellschaftlichen Interessen an der neuen Technologie gleichermaßen abgedeckt werden, wie die Anforderungen der potentiellen Nutzer - und das bei häufig moderaten Anforderungen an die Technik.

Wenn es also darum geht, Elektromobilität zeitnah praktisch zur Anwendung zu bringen, dann erscheint die Erforschung und Erprobung wirtschaftlich sinnvoller Ansätze für ihren Einsatz in diesem Bereich besonders sinnvoll. Bevor jedoch eine praktische Erprobung von Fahrzeugen erfolgen kann, sind möglich Einsatzfelder und daraus resultierende Anforderungen an die Fahrzeuge herauszuarbeiten. Dieser Aufgabe sind die nachfolgenden Untersuchen gewidmet.

2. Aufgabenstellung/Zielstellung

Ziel vorliegender Untersuchung ist die Identifizierung und Konkretisierung von Einsatzmöglichkeiten elektrischer Mobilität im städtischen Bereich - hier speziell im Bereich des kommunalen Fuhrparks. Dazu ist der kommunale Fuhrpark hinsichtlich der vorhandenen Fahrzeuge, ihrer Technik und ihrer typischen Einsatzprofile dahin gehend zu analysieren, aufgrund welcher Fahr- und Leistungsmuster bereits ohne eine umfassende Umstellung der Logistikkonzepte kurzfristig der Einsatz von Elektrofahrzeugen möglich wäre.

Als Referenzwerte für diese Analyse dienen Daten aktuell bzw. mittelfristig am Markt verfügbarer Elektrofahrzeuge, deren Erhebung ebenfalls zum Umfang der Untersuchung gehört.

Darauf aufbauend besteht ein weiteres Ziel der Untersuchung darin, Fahrzeuge bzw. Fahrzeuggruppen zu identifizieren, die prinzipiell für den Ersatz durch Elektrofahrzeuge geeignet erscheinen. Dies soll dem Auftraggeber eine erste Abschätzung künftig denkbarer Substitutionspotentiale ermöglichen.

Außerdem erhält der Auftraggeber eine Empfehlung für einzelne Fahrzeuggruppen bzw. Fahrzeuge, die für künftige praktische Untersuchungen der Elektromobilität im kommunalen Bereich geeignet wären. Die vorliegende Untersuchung bildet somit eine Basis für weitere Untersuchungen, die im Rahmen des Gesamtvorhabens „Erprobung von Elektromobilität in Erfurt“ vorgesehen sind.

3. Vorgehensweise

Um die oben genannten Ziele zu erreichen, wurde die Bearbeitung der Aufgabenstellung in mehrere Arbeitspakte untergliedert. Die nachfolgende Abbildung 1 gibt einen Überblick über die einzelnen Arbeitspakete. Die Bearbeitung erfolgte im Zeitraum Oktober 2010 bis Februar 2011.

Die Ergebnisse der Untersuchung basieren in der Hauptsache auf den im zweiten Arbeitspaket (AP 2) mittels eines Fragebogens bei allen beteiligten Institutionen und Unternehmen erhobenen Daten zum Fahrzeugbestand und dessen Aufgaben. Die dabei gemachten Angaben wurden auf Plausibilität geprüft. Nichtplausible Angaben wurden so weit möglich mit den jeweiligen Projektpartnern im Rahmen von Gesprächen geklärt. Eine Vorselektion der Fahrzeuge durch die Projektpartner kann allerdings nicht vollständig ausgeschlossen werden. Infolge der knapp bemessenen Zeit für das Gesamtprojekt und somit auch für dieses Arbeitspaket konnten einige Projektpartner bei der Beantwortung der Fragebögen nicht alle in ihrem Fuhrpark vorhandene Fahrzeuge berücksichtigen. Nachfolgend werden die einzelnen Arbeitspakte näher beschrieben.

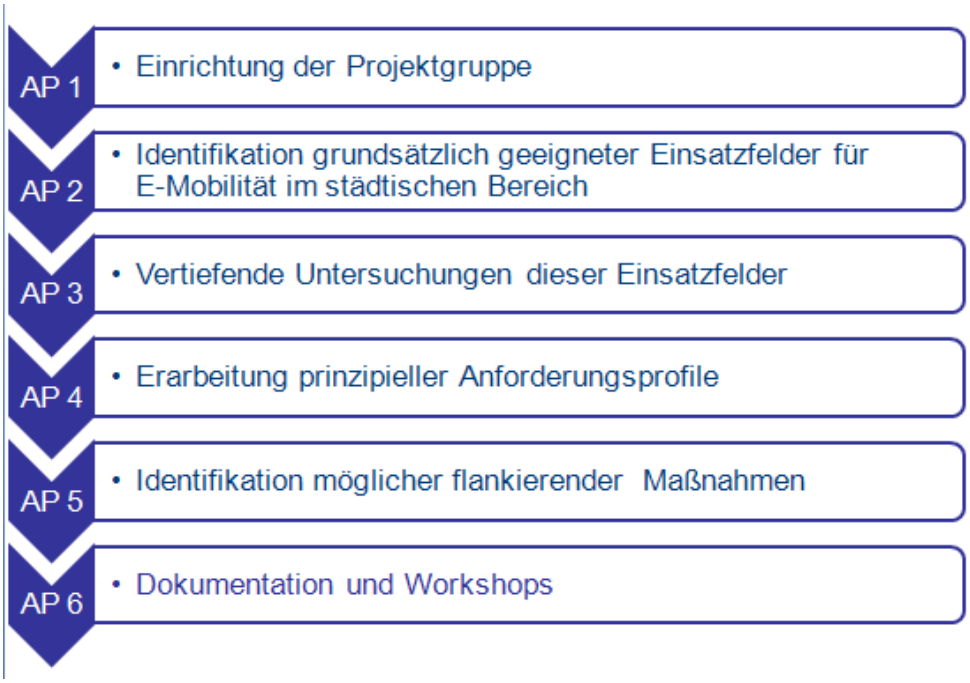


Abbildung 1: Vorgehensweise

3.1 Projektpartner

Im Ergebnis des Klimaschutzkonzeptes für die Stadt Erfurt sind auch für den Wirtschaftsverkehr, auf den derzeit etwa 10% der landverkehrsbedingten CO_2-Emissionen der Stadt Erfurt entfallen[2], kommunale Klimaschutzmaßnahmen vorgesehen. Eines der wesentlichen Einsparpotentiale ist die Umstellung auf klimaverträgliche Verkehrsmittel wie E-Fahrzeuge. Da diese Umstellung des Fuhrparks aber Auswirkungen auf das Fahrverhalten, die bisherige Infrastruktur sowie veränderte Fahrzeugeigenschaften mit sich bringt, wird in der derzeitigen Initiativphase der Einsatz von Fahrzeugen mit Elektroantrieb vor allem im innerstädtischen Liefer- und Wirtschaftsverkehr und in der Stadtreinigung gesehen.

Für das Forschungsvorhaben wurde in Abstimmung mit der Stadt Erfurt durch das Institut Verkehr und Raum der Fachhochschule Erfurt eine Projektgruppe eingerichtet, in der die Arbeitsschritte abgestimmt, begleitet und die Ergebnisse diskutiert wurden. Hierfür wurden Unternehmen, Institutionen und kommunale Einrichtungen der Stadt Erfurt gewählt, um den bestehenden Fuhrpark und den städtischen Wirtschaftsverkehr näher zu untersuchen und geeignete Einsatzfelder für E-Mobilität herauszufinden. Die Projektgruppe setzt sich aus Vertretern folgender Unternehmen, Behörden und Institutionen zusammen:

- Erfurter Sportbetrieb
- Stadtverwaltung der Landeshauptstadt Erfurt – Garten- und Friedhofsamt/Zentr. Fuhrpark
- SWE (Stadtwerke Erfurt Gruppe)
- teilAuto Thüringen Mobility Center GmbH
- Thüringer Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Verkehr
- Thüringer Zoopark Erfurt
- VSU Bewachungs- und Sicherheitsunternehmen GmbH Thüringen als Serviceunternehmen für FHE

Bei der Zusammensetzung der Projektgruppe wurde sich im ersten Schritt auf Unternehmen und Institutionen konzentriert, die Ihren Fuhrpark weitestgehend in einem Depot verwalten, möglichst wiederkehrende Tourenabläufe haben, vorwiegend im Stadtbereich fahren und ein begrenztes Zuladungsgewicht haben.

In einer weiterführenden Projektphase werden aber auch Einsatzgebiete bei Kurier-, Express-, Paketdiensten (KEP-Dienste) oder in der Belieferung der Einzelhändler gesehen. Ebenso wird eine Untersuchung solcher Gebiete wie beispielsweise Pflegedienstleister und Taxiunternehmen empfohlen. Diese Branchen sind bereits in anderen Modellregionen als mögliche Einsatzfelder identifiziert worden[3]. Aufgrund der kurzen Projektlaufzeit sind diese bisher noch nicht aktiv mit einbezogen worden.

[2] Vgl. IVR (2010), Klimaschutzkonzept, S. 15ff.

[3] Paul Hebes (2011), Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Verkehrsforschung, Wirtschaftsverkehr, Berlin Modellregion Elektromobilität Berlin/Potsdam, E-City-Logistik

3.2 Datenerhebungen

3.2.1 kurz- bis mittelfristig verfügbare E-Fahrzeuge (Marktübersicht)

Eine umfassende Übersicht aller derzeit am Markt verfügbaren Elektrofahrzeuge ist im Rahmen einer Diplomarbeit[4] und einer studentischen Arbeit für das Projekt „Erprobung von Elektromobilität in Erfurt“ entstanden. Sie gibt einen Überblick zu verschiedenen E-Fahrzeugmodellen, vom Concept Car über PKW, die in naher Zukunft auf dem Markt käuflich sein werden oder es schon sind, bis hin zu verschiedenen Nutzfahrzeugtypen und Elektrorollern. Die Übersicht soll zur Erleichterung der Auswahl der am besten geeigneten E-Fahrzeuge beitragen, welche die in diesem Projekt erarbeiteten Anforderungsprofile erfüllen und Kontaktdaten zu den Herstellern bzw. Händlern dieser Fahrzeuge liefern. Die Datensammlung fasst die durch Messebesuche, Anfragen bei den Herstellern oder Internetrecherchen gesammelten Ergebnisse zusammen. Es ist damit ein Werkzeug, welches bereits bei der Referenzwertbetrachtung eine entscheidende Rolle gespielt hat und auch für die Phase II dieses Projektes in Hinblick auf die Anschaffung und den Testbetrieb wichtige Erkenntnisse liefern soll.

Die E-Fahrzeugübersicht besteht aus einer auf Excel basierenden Datenzusammenstellung und stellt die Herstellerangaben im Vergleich dar. Diese Excel-Datei beinhaltet 3 Tabellen. Die erste Tabelle ist die eigentliche Fahrzeugübersicht („Datenbank“). Eine kompakte Form der Übersicht, welche zum Ausdruck im Format DIN A4 vorbereitet und auf die wesentlichen, nötigen Spalten gekürzt ist, ist die zweite Tabelle. In der Tabelle „Sonstige Daten“ befinden sich Abbildungen der in der Übersicht aufgelisteten Fahrzeuge.

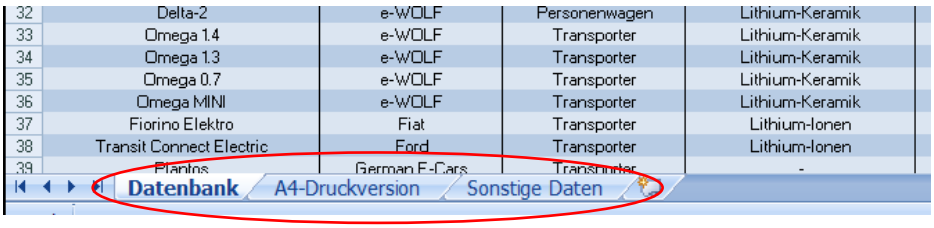


Abbildung 2: Fahrzeugdatenbank

In dieser Tabelle sind alle wichtigen Fahrzeugdaten zu finden, die bei einer geplanten Fahrzeuganschaffung im Vorfeld betrachtet werden sollten. Der Tabellenkopf der Fahrzeugdatenbank enthält folgende Rubriken:

- Fahrzeugmodell
- Hersteller/Vertrieb
- Fahrzeugart
- Energiespeicher

[4] Thomas Michael Schmidt (2010), Chancen und Risiken der Elektromobilität im innerstädtischen Bereich, FH-Erfurt WLV

- Speicherkapazität
- Reichweite
- Energiebedarf
- Leistung
- Höchstgeschwindigkeit
- Anzahl der Türen
- Anzahl der Sitzplätze
- Fahrzeugleergewicht
- Nutzlast bzw. Zuladung
- Kaufpreis
- Verfügbarkeit
- Aktualität der in der Übersicht befindlichen Daten
- Webseite zur Quelle der Daten (Kurzform)
- Webseite mit Pfadangabe zum Fahrzeug
- Aktualität der Quelle der Daten
- weitere Daten (Link zum Fahrzeugfoto)
- Worddokument (Link zum Worddokument des Fahrzeuges)

Um eine bessere Übersichtlichkeit zu bieten, wurden die E-Fahrzeuge in verschiedene Fahrzeugarten unterteilt. Angefangen von Concept Cars und Personenwagen über Spezialfahrzeuge und Transporter bis hin zur Gruppe der Zweiräder kann mit Hilfe der Filterfunktion die gewünschte Fahrzeugart gewählt werden.

Es besteht die Möglichkeit, spezielle Fahrzeuge heraus zu filtern. Diese Filter können in jeder Spalte gesetzt werden. Dies ermöglicht in der Menge der Fahrzeuge eine überschaubare und definierte Anzahl von Fahrzeugen darzustellen.

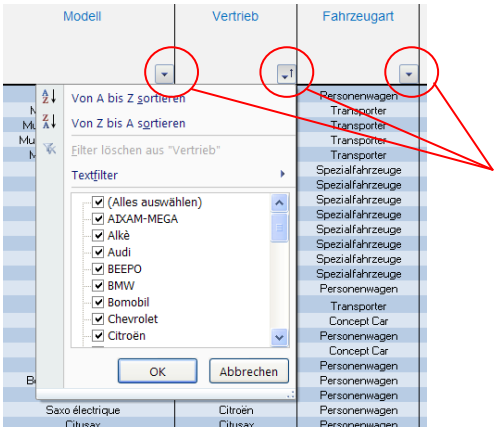


Abbildung 3: Filterung der Fahrzeugauswahl

In der Spalte „weitere Daten“ führt der Link zum jeweiligen Bild des Fahrzeugs in der Tabelle „Sonstige Daten“. Die Links in der Spalte „Worddokument“ führen zum jeweiligen Fahrzeugdatenblatt, dies wird im Punkt Datenblätter gesondert beschrieben. Die Spalte „Aktualität Quelle“ dient der Angabe, zu welchem Zeitpunkt die Quelle, aus der Informationen und Daten über das jeweilige Fahrzeug entnommen wurden, zuletzt überarbeitet wurde. Hingegen ist in der Spalte „Aktualität der Recherche“ angegeben, zu welchem Zeitpunkt die Daten in

der Übersicht zu letzt geändert oder ergänzt wurden. In der linken, der beiden Spalten „Webseite“ ist die Internetseite angegeben, auf welcher das Fahrzeug zu finden ist. Die rechte, der beiden Spalten gibt den Pfad zum Fahrzeug auf der Internetseite an.

Für jedes Fahrzeug ist in der Spalte „Energiebedarf in kWh pro 100 km“ der überschlägige Stromverbrauch umgerechnet auf eine Fahrstrecke von 100 km angegeben. Dieser Wert soll als Anhaltspunkt für die Energieeffizienz des Fahrzeuges dienen und einen ungefähren Vergleich zwischen den E-Fahrzeugen ermöglichen.

Formel zur überschlägigen Ermittlung des Energiebedarfs in kWh pro 100 km:

$$Energiebedarf\left[\frac{kWh}{100\ km}\right] = \frac{Batteriekapazität\ [kWh]}{Reichweite\ [km]} \times 100$$

Weiterhin wurden im Rahmen der studentischen Arbeiten für die weitere Betrachtung von potentiellen E-Fahrzeugen zwei weitere Datensammlungen erarbeitet. Die Datensammlung „Automodelle“ beinhaltet zu jedem Fahrzeug einen detailierten Steckbrief mit allen technisch relevanten Merkmalen nach Angaben der Hersteller. Zusätzlich ist jedes Fahrzeug der Übersicht noch einmal in einem separaten Worddokument zusammengefasst. Diese Worddokumente befinden sich im Ordner „Automodelle“ und ermöglichen eine gezielte und schnelle Betrachtung eines einzelnen Fahrzeuges.

Im Ordner „Broschüren“ ist Informationsmaterial in Form von Fahrzeugprospekten im pdf-Format für weitestgehend alle Modell aus der E-Fahrzeugübersicht vorhanden. Für einige Fahrzeuge, wie den smart fortwo electric drive, sind in diesem Ordner auch ADAC-Testberichte zu finden.

Modell	Vertrieb	Fahrzeugart	Energiespeicher	Kapazität in kWh (oder Ah)	Reichweite in km	Energiebedarf in kWh pro 100 km	Leistung in kW	v-Max in km/h	Türen	Sitzplätze	Leergewicht in kg	Nutzlast bzw. Zuladung in kg	Preis in EURO	Verfügbarkeit	Aktualität der Recherche	Webseite
MEGA e-City	AIXAM-MEGA	Personenwagen	Blei	8	65	12,31	8	65	2	2	750	375	29.750 [1]	JA	18.01.2011	www.mega-vehicles.com
Multitruck Van (4 KW)	AIXAM-MEGA	Transporter	Blei	210Ah	60	-	4	45	2	3	785	190	20.097*	JA	Dez. 2010	http://www.iseki.de/
Multitruck Kipper (4 KW)	AIXAM-MEGA	Transporter	Blei	-	60	-	4	45	2	3	708	412	21.870*	JA	Dez. 2010	http://www.iseki.de/
Multitruck Pritsche (4 KW)	AIXAM-MEGA	Transporter	Blei	-	60	-	4	45	2	3	670	195	19.500*	JA	Dez. 2010	http://www.iseki.de/
Multitruck Van (8 KW)	AIXAM-MEGA	Transporter	Blei	210Ah	65	-	8	45	2	3	805	315	21.284*	JA	Dez. 2010	http://www.iseki.de/
ATX 100E	Alkè	Spezialfahrzeuge	Blei	-	70	-	17,5	30	2	2	790	490	-	JA	18.01.2011	www.alke.com/de-de/
ATX 200E	Alkè	Spezialfahrzeuge	Blei	-	70	-	17,5	30	2	2	820	530	-	JA	18.01.2011	www.alke.com/de-de/
ATX 200E AR	Alkè	Spezialfahrzeuge	Blei	-	70	-	17,5	30			950	400	-	-	18.01.2011	www.alke.com/de-de/
ATX 280E	Alkè	Spezialfahrzeuge	Blei	-	100	-	20	25	2	2	1150	1000	-	JA	18.01.2011	www.alke.com/de-de/
XT320E I EL	Alkè	Spezialfahrzeuge	Blei	13	100	13	24	60	2	2	980	1000	-	JA	18.01.2011	www.alke.com/de-de/
XT320EL	Alkè	Spezialfahrzeuge	Blei	13	100	13	24	60	2	2	1010	1000	-	JA	18.01.2011	www.alke.com/de-de/
XT420E	Alkè	Spezialfahrzeuge	Blei	13	95	13,68	24	60	2	2	1010	1000	-	JA	18.01.2011	www.alke.com/de-de/
XT420E I EL	Alkè	Spezialfahrzeuge	Blei	13	95	13,68	24	60	2	2	1040	1000	-	JA	18.01.2011	www.alke.com/de-de/
A2 (DBM Energy)	Audi	Personenwagen	Lithium-Ionen	260Ah	60	-	55	-	5	4	1260	-	-	-	Okt. 2010	www.audi.de
BEEPO Pony	BEEPO	Transporter	Lithium-Ionen	220Ah	75	-	14	60	2	2	1700	500	17.999 [2]	-	18.01.2011	http://beepo-ev.com/index.html
Megacity Vehicle	BMW	Concept Car	-	-	160	-	100	-	-	-	-	-	-	2013	19.01.2011	www.bmw.de
Mini E	BMW	Personenwagen	Lithium-Ionen	35	250	14	150	152	2	4	1465	-	-	NEIN	19.01.2011	www.mini.com
BOmobil	Bomobil	Concept Car	Lithium-Ionen	27	150	18	10	130	2	2	1000	500	-	NEIN	Dez. 2010	www.hochschule-bochum.de/
Volt	Chevrolet	Personenwagen	-	60	-	-	110	161	5	5	-	-	31.500*	Ende 2011	Nov. 2010	www.autobild.de/
Berlingo FIRST electric	Citroën	Personenwagen	Lithium-Ionen	23,5	120	19,58	42	110	4	2	1315	500	50.694*	JA	Dez. 2010	www.citroen.de
C-Zero	Citroën	Personenwagen	Lithium-Ionen	16	150	10,67	49	130	4	4	1080	-	35.164,5*	JA	18.01.2011	www.citroen.de
Saxo électrique	Citroën	Personenwagen	Lithium-Ionen	18	120	15	11	91	3	4	1085	-	-	NEIN	Dez. 2010	www.citroen.de
Citysax	Citysax	Personenwagen	Lithium-Eisenphosphat	13	120	10,83	26	130	4	4	986	270	39.499*	JA	Nov. 2010	http://citysax.com
Tango	Commuter Cars	Personenwagen	Lithium-Ionen	-	241	-	-	217	2	1	1429	-	-	-	18.01.2011	www.commutercars.com/
EcoCarrier EL	Eco Craft Automotive	Transporter	Blei-Gel	24	100	24	15	75	2	3	1550	700	-	JA	Dez. 2010	www.ecocraft-automotive.de
EcoCarrier ES	Eco Craft Automotive	Transporter	Blei-Gel	24	100	24	15	80	2	3	1380	370	-	JA	Dez. 2010	www.ecocraft-automotive.de
Sigma-1	e-WOLF	Zweirad	Lithium-Keramik	2,3	100	2,3	3	45	-	2	70	-	3.895**	JA	18.01.2011	www.ewolf-car.com/
Sigma-2	e-WOLF	Zweirad	Lithium-Keramik	2,3	90	2,556	3	45	-	2	125	-	3.565**	JA	18.01.2011	www.ewolf-car.com/
Sigma-3	e-WOLF	Zweirad	Lithium-Keramik	2,3	100	2,3	3	45	-	2	70	-	3.725**	JA	18.01.2011	www.ewolf-car.com/
Delta-1	e-WOLF	Personenwagen	Lithium-Keramik	13,8	130	10,62	36	110	5	4	1020	-	38.700**	JA	18.01.2011	www.ewolf-car.com/
Delta-2	e-WOLF	Personenwagen	Lithium-Keramik	24,2	210	11,52	140	140	4	7	1494	506	58.950**	JA	18.01.2011	www.ewolf-car.com/
Omega 1.4	e-WOLF	Transporter	Lithium-Keramik	24,2	150	16,13	140	100	2	3	1800	1400	68.980**	JA	18.01.2011	www.ewolf-car.com/
Omega 1.3	e-WOLF	Transporter	Lithium-Keramik	19,2	100	19,2	31	80	2	2	900	1300	43.500**	JA	18.01.2011	www.ewolf-car.com/
Omega 0.7	e-WOLF	Transporter	Lithium-Keramik	24,2	180	13,44	140	140	4	2	1387	613	57.950**	JA	18.01.2011	www.ewolf-car.com/
Omega MINI	e-WOLF	Transporter	Lithium-Keramik	7,2	65	11,08	8	45	2	2	775	325	18.450**	JA	18.01.2011	www.ewolf-car.com/
Florino Elektro	Fiat	Transporter	Lithium-Ionen	15	100	15	30	80	3	4	1420	-	-	NEIN	Dez. 2010	www.fiat.com
Transit Connect Electric	Ford	Transporter	Lithium-Ionen	28	130	21,54	-	120	4	3	2340	540	-	NEIN	Dez. 2010	www.at.ford.com
Plantos	German E-Cars	Transporter	-	38,6	100	38,6	75	-	2	3	2100	1400	-	JA	Dez. 2010	www.german-e-cars-de
Stromos	German E-Cars	Personenwagen	-	19,2	100	19,2	56	120	5	4	1304	331	41.990*	JA	Dez. 2010	www.german-e-cars-de
EcoDaily Electric	Iveco	Transporter	Natrium-Nickelchlorid	21,2	130	16,31	60	70	4	3	5200	2150	-	JA	Nov. 2010	http://web.iveco.com/
FEV FIAT 500 LiION DRIVE	Karabag	Concept Car	Lithium-Ionen	12	80	15	60	120	2	4	1150	-	-	NEIN	19.01.2011	www.fiat.com
Doblo CargoE Version L	Karabag	Transporter	Lithium-Ionen	33,3	130	25,62	60	130	4	3	1300	475	66.998**	JA	Dez. 2010	www.karabag.de
Doblo CargoE Version S	Karabag	Transporter	Lithium-Ionen	22,8	85	26,82	60	130	4	3	1300	475	57.233**	JA	Dez. 2010	www.karabag.de
DucatoE L5H2 L	Karabag	Transporter	Lithium-Polymer	51,8	115	45,04	60	90	4	3	-	1008	107.129**	JA	Dez. 2010	www.karabag.de
DucatoE L5H2 M	Karabag	Transporter	Lithium-Polymer	44,4	100	44,4	60	90	4	3	-	1082	94.383**	JA	Dez. 2010	www.karabag.de
DucatoE L5H2 S	Karabag	Transporter	Lithium-Polymer	41,5	95	43,68	60	90	4	3	-	1083	97.595**	JA	Dez. 2010	www.karabag.de
DucatoE L5H2 XL	Karabag	Transporter	Lithium-Polymer	62,6	145	43,17	60	90	4	3	-	933	116.503**	JA	Dez. 2010	www.karabag.de
DucatoE L5H2 XS	Karabag	Transporter	Lithium-Polymer	31,1	75	41,47	60	90	4	3	-	1158	88.221**	JA	Dez. 2010	www.karabag.de
DucatoE L5H2 XXL	Karabag	Transporter	Lithium-Polymer	66,6	155	42,97	60	90	4	3	-	933	111.605**	JA	Dez. 2010	www.karabag.de
Karabag F500 E	Karabag	Transporter	Lithium-Polymer	22	139	15,83	30	105	4	4	1120	300	-	JA	Dez. 2010	www.karabag.de
Karabag Florino E Version L	Karabag	Transporter	Lithium-Ionen	20,7	100	20,7	60	115	4	2	1200	490	50.202**	JA	Dez. 2010	www.karabag.de

Preis: *) inkl. Mwst.; **) ohne Mwst.; 1) abhängig von Ausstattung; 2) ohne Batterie; 3) in $; 4) vorläufiger Preis; 5) Preis in Irland; 6) Preis in CHF inkl. 7,8% Mwst.

Seite 1

Abbildung 4: Übersicht am Markt verfügbarer Elektrofahrzeuge

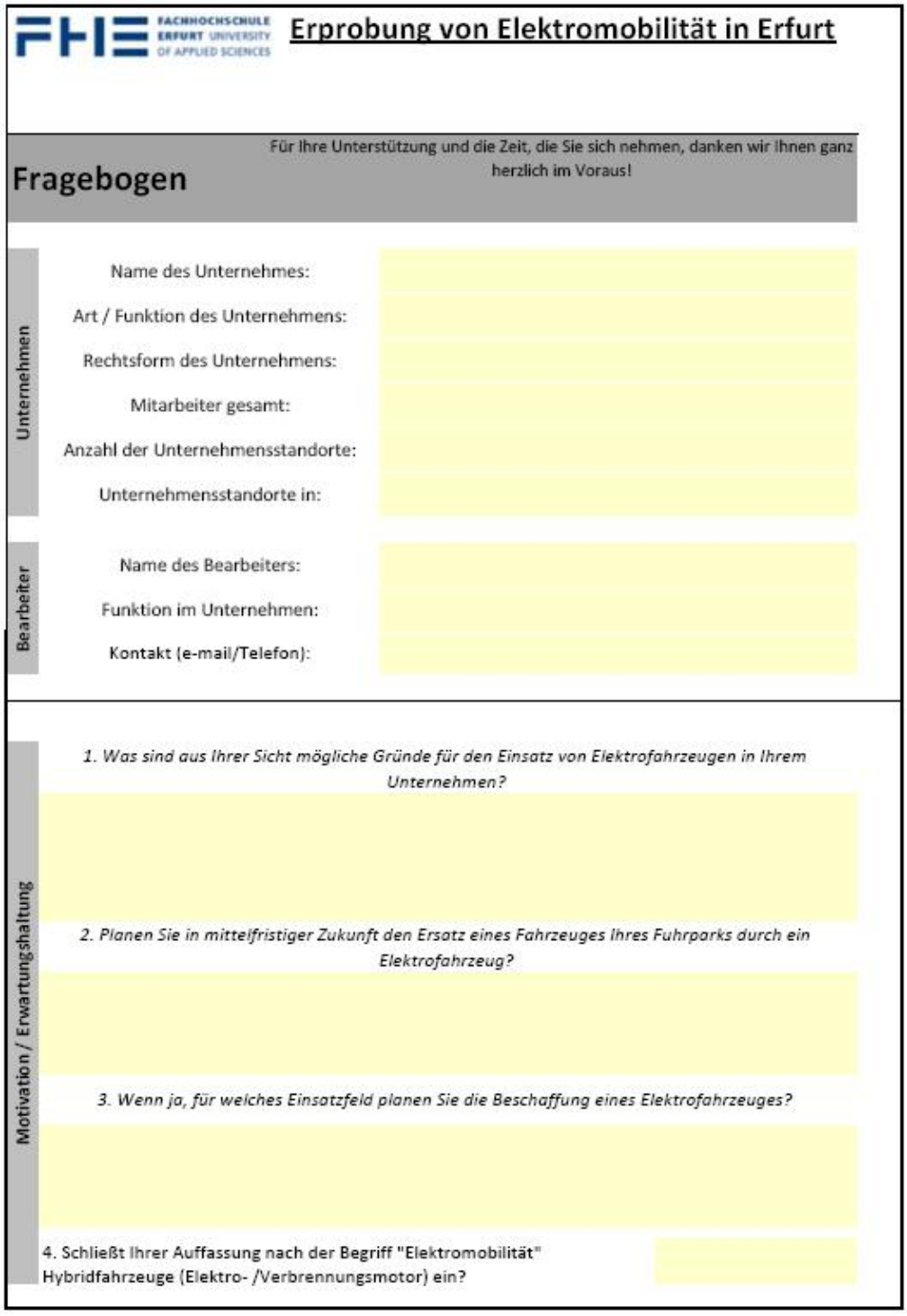
3.2.2 relevanter Fahrzeugbestand der Projektpartner

Weiterhin wurde im Rahmen des Elektromobilitätsprojektes ein Fragebogen entwickelt, der sich in insgesamt 7 Fragen- und Einsatztypkomplexe gliedert. In einem Zeitraum von zwei Wochen sollten die Projektpartner mit Hilfe dieser schriftlichen Befragung ihren Fuhrpark und die jeweiligen Einsatzfelder dahingehend beschreiben, dass ein Fahr- und Leistungsmuster erkennbar wird. Der Fragebogen kann durch eine Person des jeweiligen Unternehmens ausgefüllt werden; zusätzlich steht den Befragten in jedem Bereich noch Raum für eigene Anmerkungen oder Empfehlungen zum Einsatz für E-Fahrzeuge zur Verfügung. Ziel war es, Informationen zum derzeitigen Einsatz der Fahrzeuge sowie insbesondere Einschätzungen zur Motivation und Erwartungshaltung zu erlangen.

Durch eine schriftliche Befragung, zwei Sitzungen und individuelle Gespräche wurden Profile erstellt, die den derzeitigen Einsatz der bestehenden Fahrzeuge abbilden, typische Wege im städtischen Wirtschaftsverkehr analysieren und mögliche Einsatzfelder für E-Mobilität erkennen lassen.

Die Fragenkomplexe I „Unternehmen“ (Unternehmensgröße, -form, vgl. Abbildung 5) und II „Fuhrparkübersicht“ (PKW, Transportern, Geräteträger, Kastenwagen, Sonstige Fahrzeuge, vgl. Abbildung 6) dienen der Erfassung von Strukturdaten der befragten Projektpartner.

Die Befragung wurde im Vorfeld durch das erste Projekttreffen angekündigt und Hintergründe dazu erläutert. Den Befragten wurde eine zweiwöchige Rücksendefrist der ausgefüllten Fragebögen bis Ende Oktober 2010 gegeben.



FACHHOCHSCHULE ERFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Erprobung von Elektromobilität in Erfurt

Fragebogen

Für Ihre Unterstützung und die Zeit, die Sie sich nehmen, danken wir Ihnen ganz herzlich im Voraus!

Unternehmen

Name des Unternehmes:	
Art / Funktion des Unternehmens:	
Rechtsform des Unternehmens:	
Mitarbeiter gesamt:	
Anzahl der Unternehmensstandorte:	
Unternehmensstandorte in:	

Bearbeiter

Name des Bearbeiters:	
Funktion im Unternehmen:	
Kontakt (e-mail/Telefon):	

Motivation / Erwartungshaltung

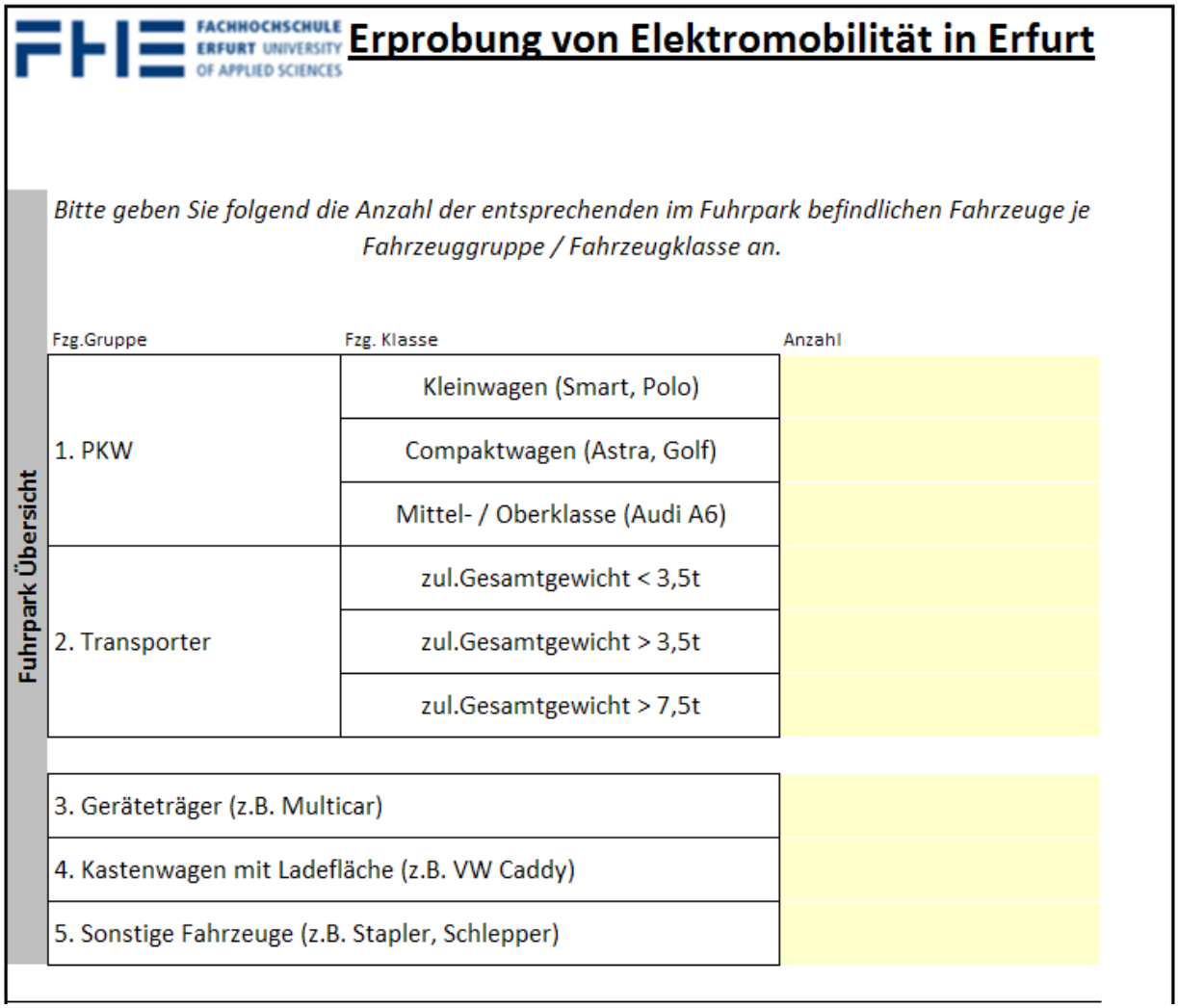
1. Was sind aus Ihrer Sicht mögliche Gründe für den Einsatz von Elektrofahrzeugen in Ihrem Unternehmen?

2. Planen Sie in mittelfristiger Zukunft den Ersatz eines Fahrzeuges Ihres Fuhrparks durch ein Elektrofahrzeug?

3. Wenn ja, für welches Einsatzfeld planen Sie die Beschaffung eines Elektrofahrzeuges?

4. Schließt Ihrer Auffassung nach der Begriff "Elektromobilität" Hybridfahrzeuge (Elektro- /Verbrennungsmotor) ein?

Abbildung 5: Fragebogen zum Unternehmen



FACHHOCHSCHULE ERFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Erprobung von Elektromobilität in Erfurt

Bitte geben Sie folgend die Anzahl der entsprechenden im Fuhrpark befindlichen Fahrzeuge je Fahrzeuggruppe / Fahrzeugklasse an.

Fuhrpark Übersicht

Fzg.Gruppe	Fzg. Klasse	Anzahl
1. PKW	Kleinwagen (Smart, Polo)	
	Compaktwagen (Astra, Golf)	
	Mittel- / Oberklasse (Audi A6)	
2. Transporter	zul.Gesamtgewicht < 3,5t	
	zul.Gesamtgewicht > 3,5t	
	zul.Gesamtgewicht > 7,5t	
3. Geräteträger (z.B. Multicar)		
4. Kastenwagen mit Ladefläche (z.B. VW Caddy)		
5. Sonstige Fahrzeuge (z.B. Stapler, Schlepper)		

Abbildung 6: Fragebogen zum Fuhrpark

Die Befragungsbögen zu den einzelnen Einsatztypen (PKW, Transporter, Geräteträger, Kastenwagen mit Ladefläche, Sonstige Fahrzeuge) befinden sich im Anhang. Diese wurden den Projektpartnern zur Verfügung gestellt, um das Einsatzfeld und die tägliche Tour näher zu beschreiben. Weiterhin dient dieser Teil der Befragung der Ermittlung der erforderlichen Nutzungsdauer, der erforderlichen Fahrstrecke sowie der Ermittlung des täglichen Einsatzradius. Es wird an dieser Stelle auch abgefragt, ob das Fahrzeug ein Mehrschichtbetrieb abdecken muss und ob es täglich zum Startpunkt (Depot) zurückkehrt.

Die Befragung wurde im Vorfeld durch das erste Projekttreffen angekündigt und Hintergründe dazu erläutert. Den Befragten wurde eine zweiwöchige Rücksendefrist der ausgefüllten Fragebögen bis Ende Oktober 2010 gegeben.

3.3 Datenanalyse

3.3.1 Methodische Vorgehensweise

Im Rahmen der Datenanalyse wurde ermittelt, inwieweit die aktuell am Markt verfügbaren E-Fahrzeuge geeignet sind, derzeit im Fahrzeugbestand der Projektpartner befindliche Fahrzeuge hinsichtlich der ermittelten spezifizierten Einsatzprofile zu ersetzen. Hierfür wurden zunächst „Referenzwerte „ für jeden E-Fahrzeugtyp definiert, die die typischen Einsatzgrenzen von E-Fahrzeugen wie Nutzungsdauer oder Reichweite (vgl. Kap. 3.4.3) berücksichtigen. Zur Auswertung der mittels der zuvor beschriebenen Fragebögen erhobenen Einsatzprofile wurde ein Auswertungstool auf Excel-Basis entwickelt. Dieses ermöglichte die automatisierte Bewertung eines jeden Fragebogenwertes in Abhängigkeit deren Abweichung zu dem zuvor bestimmten Referenzwert. Der Abweichungsgrad des erhobenen Wertes zu dessen Referenzwert führte in der Konsequenz zu einer systematisierten Bewertung des Kriteriums nach Punkten.

Nach einer zusätzlichen Gewichtung der einzelnen Abfragekriterien ergab die Summe aller Einzelbewertungen letztendlich für jedes analysierte Fahrzeug eine Gesamtpunktezahl. Diese erreichte Gesamtpunktezahl im Verhältnis zur maximal erreichbaren Gesamtpunktezahl (E-mobiles Referenzfahrzeug) stellt den Erfüllungsgrad des analysierten Fahrzeuges hinsichtlich eines möglichen Ersatzes durch ein am Markt verfügbares Elektrofahrzeug dar.

3.3.2 Datenbasis

Als Basis für spätere Auswertungen wurden zunächst alle Fragebögen in eine Datenbank übertragen. Jedes Fahrzeug, für das ein Anwendungsfalls innerhalb der Fragebögen beschrieben wurde bildet hierbei letztendlich einen Datensatz.

Das jeweilige Fahrzeug bildet innerhalb der Datenbank den Zeilenwert, jedes Abfragekriterium einen einzelnen Spaltenwert. Abbildung 4. stellt exemplarisch einen Auszug der Datenbank dar.

2. Daten der spezifizierten Einsatzprofile

Fzg. Nr.	Frage-bogen Nr.	Unternehmen Nr	Unternehmen Name	Fahrzeug Typ Nr	Fahrzeug Typ Name	Nutzungs dauer	Fahrstrecke	Einsatz radius	Mehrschicht-betrieb	Zuladung Ø	Zuladung max	Personen Ø	Personen max	Rückkehr Startpunkt	regelm. Endpunkte	Bemerkung
437	27	5	Garten und	3	Geräteträg	8	100	20	nein	1000	2000	1	2	ja	ja	Multicar
438	27	5	Garten und	3	Geräteträg	8	100	20	nein	1000	2000	1	2	ja	ja	Multicar
439	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
440	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
441	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
442	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
443	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
444	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
445	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
446	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
447	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
448	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
449	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
450	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
451	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
452	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
453	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
454	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
455	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
456	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
457	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
458	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
459	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
460	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
461	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
462	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
463	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
464	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
465	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
466	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
467	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
468	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka
469	28	5	Garten und	2	Transporte	8	60	15	nein	800	1000	2	6	ja	ja	T4 T5 Doka

Abbildung 7: Datenbank zur methodischen Auswertung der Fragebögen

3.3.3 Bewertungsschlüssel

Zur Ermittlung des Abweichungsgrades des jeweiligen Kriteriums der beschriebenen Fahrzeugeinsatzprofile wurden die spezifischen Referenzwerte je Fahrzeugtyp ermittelt. Zur Bewertung wurden zunächst folgende Referenzwerte verwendet:

	Referenz- E-Mobil PKW	**Referenz-E-Mobil Transporter**	**Referenz- E-Mobil Geräteträger**	**Referenz- E-Mobil Kastenwagen**	**Referenz-E-Mobil Sonstige**
Nutzungsdauer (h)	16	12	16	16	16
Fahrstrecke (km)	140	130	100	130	50
Einsatzradius (km)	70	65	50	65	25
Mehrschicht- betrieb	nein	nein	nein	nein	nein
Zuladung Ø (kg)	125	750	500	300	200
Zuladung max. (kg)	250	2000	750	500	400
Personen Ø	2	2	2	2	1
Personen max	4	9	2	2	1
Rückkehr Startpunkt	ja	ja	ja	ja	ja
regelm. Endpunkte	ja	ja	ja	ja	ja

Tabelle 1: Übersicht Referenzwerte

Innerhalb der Ermittlung der jeweiligen Referenzwerte wurde festgestellt, dass für die Fahrzeugkategorie Geräteträger sowie die Sonstigen Fahrzeuge zum aktuellen Zeitpunkt keine plausibilisierten Werte ermittelt werden können. Im Bereich der Geräteträger ist dies dem Umstand geschuldet, dass der Anspruch an die Leistungsparameter des Fahrzeuges zu überwiegenden Anteilen durch die Art und Funktionen der Aufbaugeräte bestimmt ist. Die tatsächlichen Fahrleistungen der Geräteträger spielen eine nur untergeordnete Rolle und können nicht separat auf Substituierbarkeit durch Elektromobile untersucht werden. Weiterhin muss konstatiert werden, dass zum Zeitpunkt der Untersuch kein adäquates elektrisch betriebenes Fahrzeug auf dem Markt erhältlich ist.

Weiterhin hat die Rückmeldung der Sonstigen Fahrzeuge eine hohe Bandbreite verschiedenster, nicht miteinander vergleichbarer Fahrzeuge und Arbeitsmaschinen ergeben, sodass die Bewertung anhand einheitlicher Referenzwerte ebenfalls nicht möglich ist.

Für die weitere Untersuchung im Arbeitspaket „Identifizierung geeigneter Einsatzfelder(…)“ werden die Fahrzeugkategorien Geräteträger und Sonstige Fahrzeuge zunächst nicht weiter Berücksichtig.

Die Einzelwerte des im Fragebogen beschriebenen Einsatzprofils werden nun in Abhängigkeit des Abweichungsgrades vom zugehörigen Referenzwert nach Punkten bewertet. Die Punktevergabe ist 3-stufig aufgebaut.

100 Punkte / 50 Punkte / 0 Punkte

Dabei werden bei maximal 70% des Referenzwertes 100 Punkte vergeben, bei maximal 100% des Referenzwertes 50 Punkte und bei Überschreitung des Referenzwertes 0 Punkte vergeben.

Am Beispiel der täglich benötigten Fahrstrecke eines Pkw soll die Vorgehensweise noch einmal verdeutlicht werden. Der Referenzwert eines am Markt verfügbaren E-Pkw beträgt 140 km. Es ist davon auszugehen, dass dieser Wert unter normalen Bedingungen zu erreichen ist. Um jedoch einen Sicherheitspuffer für Anforderungen, die eine maximale Reichweite negativ beeinflussen, zu schaffen, vergibt das System die Höchstpunktezahl nur bis zu einem Ausschöpfungsgrad des Referenzwertes von 70%. Beispielhaft kann als negative Beeinflussung der maximalen Reichweite der (elektrische) Betrieb der Heizung des Fahrzeuges im Winter genannt werden.

Es wurden demnach Pkw bis zu einer maximal benötigten täglichen Fahrstrecke 98 km zum Ersatz durch ein E-Fahrzeug als *geeignet* ermittelt und mit 100 Punkten bewertet. Das System vergibt bis zur Ausschöpfung des Referenzwertes 50 Punkte. Dies bedeutet, dass Fahrzeuge deren Anforderungsprofil einen Entfernungswert von 71%-100% des Referenzwertes vorgibt, als grenzwertig zum Ersatz durch ein E-Fahrzeug bewertet werden. Anforderungsprofile deren Einzelwerte den jeweiligen Referenzwert übersteigen, werden als ungeeignet bewerten. Es erfolgt eine Punktevergabe für den Einzelwert in Höhe 0.

Tabelle 2 stellt den Bewertungsschlüssel noch einmal zusammengefasst dar.

	bis % von Referenz / Punkteschlüssel		
geeignet	***70%***	***100***	geeignet
grenzwertig	***100%***	***50***	grenzwertig
nicht geeignet	***>100%***	***0***	nicht geeignet

… zum Ersatz durch E-Fahrzeuge

Tabelle 2: Bewertungsschlüssel

In Ausnahme zum allgemeinen Bewertungsschlüssel sind hierbei folgende Kriterien und Punktevergaben zu beachten.

Die Anzahl der maximal zu befördernden Personen wird bis zur Höhe des jeweiligen Referenzwertes mit 100 Punkten bewertet, darüber hinaus mit 0.

Die Bewertung des Mehrschichtbetriebes wird ebenfalls in nur 2 Stufen bewertet. Findet ein Betrieb des Fahrzeuges in mehreren Schichten statt, so vergibt das System 50 Punkte. Das Fahrzeug wird als grenzwertig ersetzbar eingestuft, da der zeitintensive Ladevorgang nur eingeschränkt möglich erscheint. Findet kein Betrieb in mehreren Schichten statt, so wird die Höchstpunktezahl vergeben.

Das Rückkehrverhalten des beschriebenen Fahrzeuges zum Depot wird wie folgt bewertet:

Tägliche Rückkehr zum Depot – 100 Punkte. Keine Rückkehr zum Depot, jedoch zu regelmäßig widerkehrenden Endpunkten – 50 Punkte. Keine tägliche Rückkehr zu festen Stationen – 0 Punkte.

Wurden zum jeweiligen Abfragekriterium innerhalb des Fragebogens keine Angabe gemacht, so vergibt das System aufgrund der Bedeutungslosigkeit der Anforderung innerhalb des Einsatzprofiles 100 Punkte.

Die einzelnen Anforderungswerte wurden wie folgt gewichtet:

Anforderung	*Gewicht*
Nutzungsdauer	1,0
Fahrstrecke	3,0
Einsatzradius	0,0
Mehrschicht- betrieb	2,0
Zuladung Ø	0,0
Zuladung max	3,0
Personen Ø	0,0
Personen max	2,0
Tagesendpunkte	3,0

Tabelle 3: Gewichtungen

Nebenkriterien wie der Einsatzradius, die Durchschnittswerte für Zuladung und zu befördernde Personen wurden für die Ermittlung der Ersetzbarkeit des beschriebenen Einsatzprofils zunächst nicht weiter betrachtet und mit 0 gewichtet. Alle weiteren Ergebnisse werden im 3-Stufen-Prinzip gewichtet und deren erreichte Punktezahl mit der jeweiligen Gewichtung multipliziert.

Zusätzlich wurde die benötigte Fahrstrecke als Ausschlusskriterium betrachtet. Das bedeutet, dass alle Fahrzeuge, deren benötigte Fahrstrecke den Referenzwert übersteigen (0 Punkte), in Ihrer Gesamtheit mit 0 Punkten bewertet werden.

Weiterhin wurde der Zusammenhang der maximalen Fahrstrecke und der Zuladung folgend berücksichtigt. Fällt ein Fahrzeug aufgrund einer grenzwertigen Zuladungsbewertung als geeignetes Fahrzeug zum Ersatz durch ein E-Fahrzeug aus, so wird noch einmal dessen benötigte Reichweite analysiert. Liegt diese unterhalb des halben Referenzwertes, so ist zu konstatieren, dass eine Gesamterfüllung beider Einzelkriterien ermöglicht ist. Die Bewertung von 50 Punkten des Kriteriums der maximalen Zuladung wird in diesem Fall auf 100 Punkte aufgewertet.

Abbildung 8 zeigt exemplarisch einen Ausschnitt der Ergebnisdarstellung innerhalb des Auswertungstools.

4. Bewertungsergebnis

		Unternehmen		Fahrzeug Typ		1	3	2	3		2	3				1400	
Fzg. Nr.	rrage-bogen Nr.	Nr	Unternehmen	Nr	Fzg.Typ	Nutzungsdauer	Fahrstrecke	Mehrschicht-betrieb	Zuladung + Fahrstrecke	Zuladung max	Personen max	Tagesend-punkt	Σ relevant	Summe mit Gewichtung	Summe und K.O. ≠ 0	Anteil an Referenz	Bemerkung
284	7	2	mobility Center GmbH	2	Transporter	50	100	50	100	100	100	100	500	1.250	1250	89%	Trafic (9 Sitzer)
285	7	2	mobility Center GmbH	2	Transporter	50	100	50	100	100	100	100	500	1.250	1250	89%	Trafic (9 Sitzer)
286	7	2	mobility Center GmbH	2	Transporter	50	100	50	100	100	100	100	500	1.250	1250	89%	Trafic (9 Sitzer)
287	7	2	mobility Center GmbH	2	Transporter	50	100	50	100	100	100	100	500	1.250	1250	89%	Trafic (9 Sitzer)
288	7	2	mobility Center GmbH	2	Transporter	50	100	50	100	100	100	100	500	1.250	1250	89%	Trafic (9 Sitzer)
289	7	2	mobility Center GmbH	2	Transporter	50	100	50	100	100	100	100	500	1.250	1250	89%	Trafic (9 Sitzer)
290	7	2	mobility Center GmbH	2	Transporter	50	100	50	100	100	100	100	500	1.250	1250	89%	Trafic (9 Sitzer)
291	7	2	mobility Center GmbH	2	Transporter	50	100	50	100	100	100	100	500	1.250	1250	89%	Trafic (9 Sitzer)
292	7	2	mobility Center GmbH	2	Transporter	50	100	50	100	100	100	100	500	1.250	1250	89%	Trafic (9 Sitzer)
293	7	2	mobility Center GmbH	2	Transporter	50	100	50	100	100	100	100	500	1.250	1250	89%	Trafic (9 Sitzer)
294	7	2	mobility Center GmbH	2	Transporter	50	100	50	100	100	100	100	500	1.250	1250	89%	Trafic (9 Sitzer)
295	8	2	mobility Center GmbH	4	Kastenwagen	100	100	50	100	100	100	100	550	1.300	1300	93%	Kangoo Rapid
296	8	2	mobility Center GmbH	4	Kastenwagen	100	100	50	100	100	100	100	550	1.300	1300	93%	Kangoo Rapid
297	8	2	mobility Center GmbH	4	Kastenwagen	100	100	50	100	100	100	100	550	1.300	1300	93%	Kangoo Rapid
298	8	2	mobility Center GmbH	4	Kastenwagen	100	100	50	100	100	100	100	550	1.300	1300	93%	Kangoo Rapid
299	8	2	mobility Center GmbH	4	Kastenwagen	100	100	50	100	100	100	100	550	1.300	1300	93%	Kangoo Rapid
300	8	2	mobility Center GmbH	4	Kastenwagen	100	100	50	100	100	100	100	550	1.300	1300	93%	Kangoo Rapid
301	8	2	mobility Center GmbH	4	Kastenwagen	100	100	50	100	100	100	100	550	1.300	1300	93%	Kangoo Rapid
302	8	2	mobility Center GmbH	4	Kastenwagen	100	100	50	100	100	100	100	550	1.300	1300	93%	Kangoo Rapid
303	8	2	mobility Center GmbH	4	Kastenwagen	100	100	50	100	100	100	100	550	1.300	1300	93%	Kangoo Rapid
304	8	2	mobility Center GmbH	4	Kastenwagen	100	100	50	100	100	100	100	550	1.300	1300	93%	Kangoo Rapid
305	8	2	mobility Center GmbH	4	Kastenwagen	100	100	50	100	100	100	100	550	1.300	1300	93%	Kangoo Rapid
306	8	2	mobility Center GmbH	4	Kastenwagen	100	100	50	100	100	100	100	550	1.300	1300	93%	Kangoo Rapid
307	9	2	mobility Center GmbH	4	Kastenwagen	100	100	100	100	100	100	100	600	1.400	1400	100%	Kangoo Rapid + EF-WE-J
308	9	2	mobility Center GmbH	4	Kastenwagen	100	100	100	100	100	100	100	600	1.400	1400	100%	Kangoo Rapid + EF-WE-J
309	10	3	Zoopark Erfurt	1	PKW	100	100	100	0	0	100	100	500	1.100	1100	79%	Polo Fiesta
310	10	3	Zoopark Erfurt	1	PKW	100	100	100	0	0	100	100	500	1.100	1100	79%	Polo Fiesta
311	11	3	Zoopark Erfurt	1	PKW	100	100	100	0	0	100	100	500	1.100	1100	79%	Astra 3x monatl. Bundesg
312	12	3	Zoopark Erfurt	2	Transporter	50	50	100	50	50	100	100	450	1.050	1050	75%	Tiertransporte Dtl-weit
313	12	3	Zoopark Erfurt	2	Transporter	50	50	100	50	50	100	100	450	1.050	1050	75%	Tiertransporte Dtl-weit
314	13	3	Zoopark Erfurt	2	Transporter	100	100	100	100	50	100	100	600	1.400	1400	100%	Multicar Pritsche
315	14	3	Zoopark Erfurt	3	Geräteträger	100	100	100	0	0	100	100	500	1.100	1100	79%	
316	14	3	Zoopark Erfurt	3	Geräteträger	100	100	100	0	0	100	100	500	1.100	1100	79%	
317	15	3	Zoopark Erfurt	3	Geräteträger	100	100	100	0	0	100	100	500	1.100	1100	79%	
318	16	3	Zoopark Erfurt	5	Sonstige Fahrzeuge	100	100	100	0	0	100	100	500	1.100	1100	79%	Traktor Landini
319	17	3	Zoopark Erfurt	5	Sonstige Fahrzeuge	100	100	100	0	0	100	100	500	1.100	1100	79%	Traktor Mistral
320	18	3	Zoopark Erfurt	5	Sonstige Fahrzeuge	100	100	100	100	100	100	100	600	1.400	1400	100%	Radlader
321	19	4	Erfurter Sport- betrieb	5	Sonstige Fahrzeuge	100	100	100	100	100	100	100	600	1.400	1400	100%	Schlepper
322	19	4	Erfurter Sportbetrieb	5	Sonstige Fahrzeuge	100	100	100	100	100	100	100	600	1.400	1400	100%	Schlepper
323	20	4	Erfurter Sport- betrieb	1	PKW	100	100	100	100	100	100	100	600	1.400	1400	100%	Opel Corsa
324	21	4	Erfurter Sport- betrieb	2	Transporter	100	100	100	0	0	100	100	500	1.100	1100	79%	Kippfahrzeug
325	21	4	Erfurter Sportbetrieb	2	Transporter	100	100	100	0	0	100	100	500	1.100	1100	79%	Kippfahrzeug
326	21	4	Erfurter Sportbetrieb	2	Transporter	100	100	100	0	0	100	100	500	1.100	1100	79%	Kippfahrzeug

Abbildung 8: Ergebnisdarstellung Auswertungstool

4. Ergebnisse der Identifikationsphase

Durch die Befragung der Projektpartner konnte darüber hinaus ein Fuhrpark von 677 Fahrzeugen dahingehend untersucht werden, wie viele davon ganz, bedingt oder überhaupt nicht durch Elektrofahrzeuge ersetzt werden können.

Jedes einzelne Fahrzeug wurde auf den derzeitigen Einsatz untersucht und die ermittelten Kriterien (Reichweite, Zuladungsgewicht, erforderliche Nutzungsdauer, Fahrstrecke, Rückkehr zum Depot) wurden anhand der Referenzwerte von Fahrzeugen mit Elektroantrieb objektiv bewertet. (Vgl. Kapitel 3.3.3)

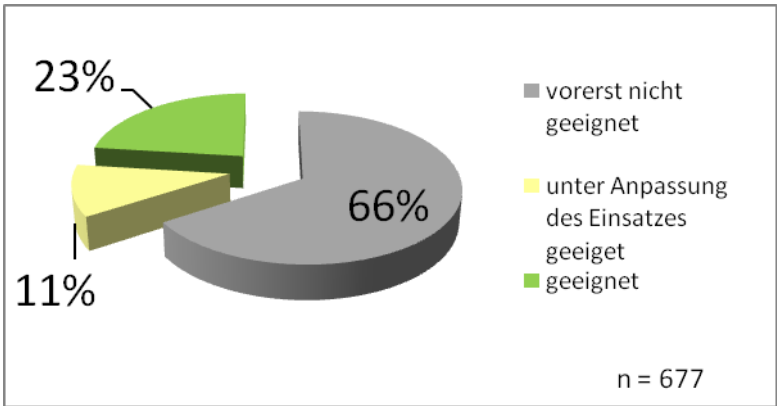
Im Ergebnis konnten von den insgesamt beschriebenen 677 Fahrzeugen 153 Fahrzeuge identifiziert werden, die ohne eine Veränderung der logistischen Prozesse zu 100 % mit einem derzeit am Markt verfügbaren E-Mobil ersetzt werden können.

In Tabelle 4 werden die Fahrzeuge der einzelnen Projektpartner detailliert aufgeführt.

	0%	68%	75%	79%	86%	89%	93%	100%	Summe
Partner A									
Geräteträger									
Kastenwagen									
PKW									
Sonstige Fahrzeuge									
Transporter									
Partner B									
Geräteträger									
PKW									
Sonstige Fahrzeuge									
Transporter									
Partner C									
Kastenwagen									
PKW									
Transporter									
Partner D									
Kastenwagen									
PKW									
Transporter									
Partner E									
PKW									
Partner F									
Transporter									
Partner G									
Geräteträger									
PKW									
Sonstige Fahrzeuge									
Transporter									

Tabelle 4: Fahrzeuge gesamt nach Typ, Unternehmen und Anteil an Referenzwert

Somit ergeben sich unter allen 677 betrachteten Fahrzeugen 23%, die ohne eine Veränderung der logistischen Prozesse kurzfristig als E-Fahrzeug ersetzt werden können. 11% der untersuchten Fahrzeuge können mit leichten Anpassungen im Fahrzeugeinsatz mit in die Betrachtung einbezogen werden. 66% aller Fahrzeuge sind derzeit nicht geeignet mit einem Elektroantrieb ausgetauscht zu werden.



Bewertung	Anzahl Fzg.
0%	143
68%	0
75%	2
79%	259
86%	45
89%	37
93%	38
100%	153

Abbildung 10: Ersetzbarkeitsverteilung Fahrzeuge gesamt

5. Vertiefende Untersuchungen identifizierter Einsatzfelder

Die im Kapitel 4 identifizierten Einsatzfelder, die prinzipiell für den Einsatz von E-Mobilität geeignet sind, werden nun vertiefend untersucht.

Auf der Grundlage der in den vorangegangenen Arbeitspaketen als prinzipiell identifizierten Einsatzfelder für E-Mobilität wurden in einem anschließenden Arbeitsschritt diese Einsatzfelder vertiefend untersucht.

Ziel ist es dabei, das Potential für Elektromobilität im kommunalen Bereich in Erfurt sowohl hinsichtlich konkreter Einsatzfelder, wie auch hinsichtlich zukünftig substituierbarer Fahrzeuge zu präziseren und darzustellen. Auf Basis dieser Ergebnisse sollen darüber hinaus einzelne, konkrete Fahrzeuge vorgeschlagen werden, die im Rahmen der geplanten Versuchsphase (voraussichtlich ab Herbst 2011) sinnvoll durch Elektrofahrzeuge ersetzt werden können.
Auf der Basis aktueller Daten sind für diese Fahrzeuge außerdem charakteristische wirtschaftliche und ökologische Kennzahlen zu ermitteln, die den Ist-Stand beim Einsatz konventioneller Fahrzeuge repräsentieren und einen späteren Vergleich mit elektrisch betriebenen Fahrzeugen zulassen.

Zur Erreichung oben genannter Ziele ist es notwendig, die bisherigen Ergebnisse zur Fahrzeugauswahl (Kapitel 4) zu validieren und zu konkretisieren. In enger Abstimmung mit den, für den Fahrzeugeinsatz in den bisher ermittelten Einsatzfelder jeweils zuständigen Personen, erfolgt hierzu eine detaillierte Überprüfung der Ergebnisse der mittels der Fragebögen vorab erhobenen Daten. Gegenstand der Betrachtung sind dabei die Fahrzeuge, die anhand der Fragebogenauswertung entweder als „geeignet“ (100%) oder „grenzwertig“ (60% bis 99%) eingestuft wurden. Eine Ausnahme stellt hier die Kategorie „Geräteträger“ dar. Infolge fehlender Referenzwerte konnte in dieser Fahrzeugkategorie im Kapitel 4, „Fahrzeugauswahl“ noch keine Vorauswahl getroffen werden. Fahrzeuge dieser Kategorie werden daher sowohl in den Fachgesprächen, wie auch in der nachfolgenden Auswertung gesondert behandelt.

Unter Berücksichtigung der bei den Erfahrungsträgern vorliegenden spezifischen Kenntnisse hinsichtlich der jeweiligen Transportaufgaben und deren spezifischer Besonderheiten, so z.B. Transportvolumina, Ladungsgewichte, Transportentfernungen, Routenverläufe, Zeitfenster usw., wird dabei die technische bzw. logistische Realisierbarkeit der Transportaufgabe unter Beachtung der zu erwartenden Eigenschaften von Elektrofahrzeugen überprüft. Im Ergebnis der zu diesem Zweck geführten Fachgespräche fließen zusätzliche Faktoren wie z.B. ökologischer Nutzen für die Stadt Erfurt, Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Einsatzfelder in die Auswahl ein. Auch hier liefern die Erfahrungen der Nutzer wichtiger Erkenntnisse.
Auf Basis der so konkretisierten Ergebnisse und unter Berücksichtigung praktischer wie auch wirtschaftlicher Aspekte werden dann in enger Abstimmung mit den jeweiligen Erfahrungsträgern konkrete Fahrzeuge vorgeschlagen, die im Rahmen der geplanten Versuchsphase durch Elektrofahrzeuge ersetzt werden können. Dabei sollen alle bisher betrachteten Fahrzeugkategorien (Pkw, Kastenwagen, Transporter, Geräteträger) wie auch ein breites Spektrum an Transportaufgaben berücksichtigt werden. Soweit möglich, sollen die ausgewählten Fahrzeuge eine große Anzahl von Fahrzeugen mit vergleichbaren Einsatzprofilen repräsen-

tieren, Damit soll eine gute Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Einsatzfelder sichergestellt werden.
Um für die geplante Versuchsphase relevante wirtschaftliche und ökologische Vergleichsdaten (Ist-Stand) zu ermitteln, ist ein zweiter Fragebogen zu entwickeln, mit dessen Hilfe detaillierte Kennzahlen in Bezug auf die möglicherweise zu ersetzenden Fahrzeuge erhoben werden.

Nachfolgend werden im Originalbericht die Ergebnisse der vertiefenden Untersuchungen entsprechende der vorab ermittelten Einsatzsatzfelder dargelegt. Aus Gründen der Vertraulichkeit wird an dieser Stelle auf eine Veröffentlichung verzichtet.

Innerhalb der Identifikationsphase (Kapitel 4.) wurden zunächst 156 Fahrzeuge eines Gesamtpools von 677 analysierten Fahrzeugen hinsichtlich Ihrer Ersetzbarkeit durch elektrisch betriebene Fahrzeuge identifiziert. Im Rahmen der vertiefenden Untersuchung sind jedoch erwartungsgemäß, wie zuvor beschrieben Abweichungen ermittelt worden. So sind Fahrzeuge aufgrund zusätzlicher Anforderungen bspw. hinsichtlich Ihrer Flexibilität innerhalb der logistischen Strukturen trotz günstiger Einsatzparameter nachträglich für weitere Betrachtungen ausgeschlossen worden. Ebenso sind jedoch auch Fahrzeuge, die zuvor als „grenzwertig“ identifiziert wurden innerhalb der vertiefenden Untersuchung nachträglich als tatsächlich geeignet, um durch E-Mobile ersetzt zu werden identifiziert worden, da missverständliche Anforderungsmerkmale korrigiert wurden.

Basis der Ergebnisse der vertiefenden Untersuchung bildet weiterhin ein veränderter Gesamtfahrzeugbedarf.

Als Ergebnis der vertiefenden Untersuchung ist festzuhalten, dass sich von 661 untersuchten Fahrzeugen 128 zum Ersatz durch elektrisch betriebene Fahrzeuge im Bereich des kommunalen Wirtschaftsverkehrs der Stadt Erfurt eignen. Diese 128 Fahrzeuge beschreiben einen Anteil von 19,4 % des untersuchten Gesamtfuhrparks (siehe Abbildung 10).

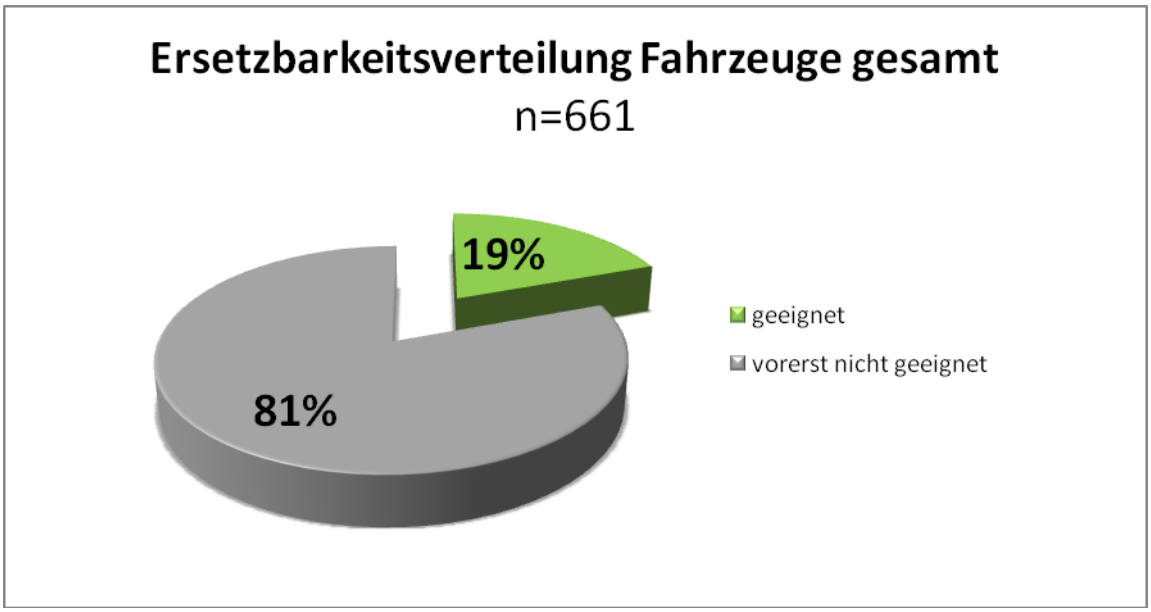


Abbildung10: Verteilung der Ersetzbarkeit innerhalb des Gesamtfuhrparks

Die 128 identifizierten Fahrzeuge gliedern sich entsprechend der untersuchten Fahrzeugkategorien gemäß Tabelle 14 und der jeweiligen Projektpartner gemäß Tabelle 15.

Fahrzeugkategorie	ersatzbar
Geräteträger	1*
Kastenwagen	48
Pkw	22
Transporter	57
∑	128

Tabelle 14: Identifizierte ersetzbare Fahrzeuge nach Fahrzeugkategorie[5]

Partner A	
Kastenwagen	X
Pkw	X
Partner B	X
Transporter	X
Partner C	X
Kastenwagen	X
Pkw	X
Partner D	X
Kastenwagen	X
Transporter	X
Partner E	X
Geräteträger	X
Pkw	X
Transporter	X
Partner F	X
Pkw	X
Partner G	X
Pkw	X
Transporter	X
	128

Tabelle 15: Identifizierte ersetzbare Fahrzeuge nach Fahrzeugkategorie und Projektpartner-

Verdichtet man nun dieses Ergebnis auf den tatsächlich bewertbaren Gesamtfuhrpark, d.h. Geräteträger und Sonstige Fahrzeuge werden dem Basiswert von 661 Fahrzeugen abgezo-

[5] *Geräteträger wurden aus Mangel an Referenzwerten innerhalb der eigenen Untersuchung nicht bewertet. Das hier aufgeführte Fahrzeug wird von der SWE Stadtwirtschaft betrieben und kurzfristig, basierend auf unternehmensinternen Überlegungen, eigenständig ersetzt.*

gen, so ergibt sich ein Substitutionspotential von 24%. Abbildung 12 stellt das Ergebnis auf Basis des verdichteten Gesamtfuhrparks noch einmal grafisch dar.

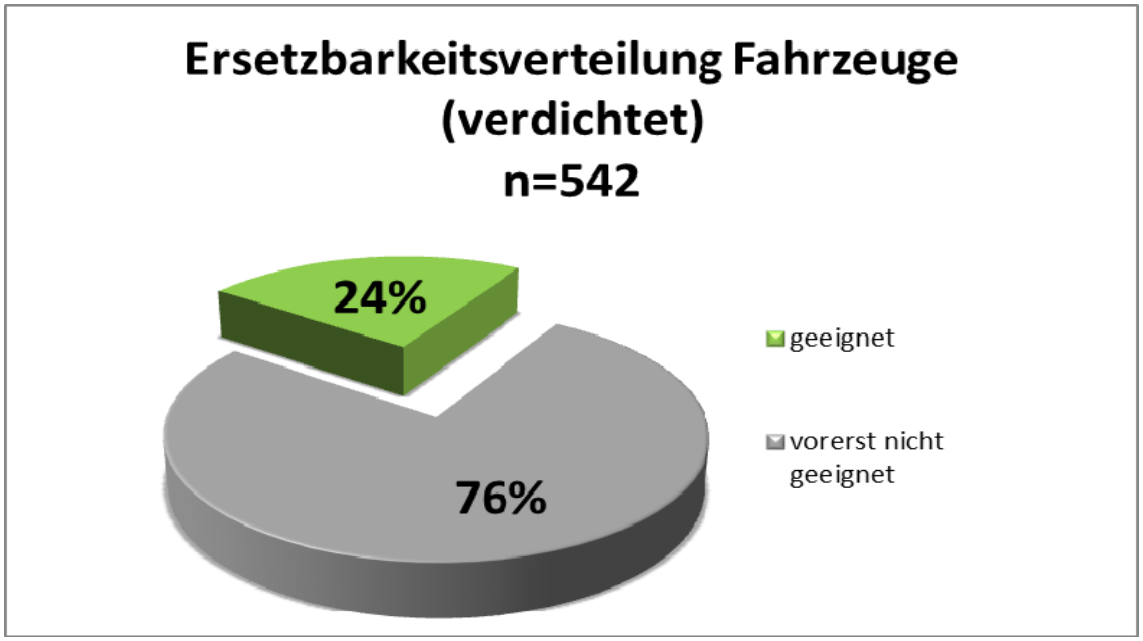


Abbildung11: Verteilung der Ersetzbarkeit innerhalb des Gesamtfuhrparks (verdichtet)

Für den folgenden Feldversuch mit Elektrofahrzeugen wurden folgende Möglichkeiten identifiziert, Versuchsfahrzeuge zu platzieren bzw. den Einsatz selbstständig beschaffter Fahrzeuge wissenschaftlich zu begleiten (Siehe Tabelle16).

TMBLV	1 Pkw		kann ersetzt werden
Erfurter Sportbetrieb	1 Pkw	Opel Corsa	kann ersetzt werden
	1 Kastenwagen mit Ladefläche	VW Caddy	kann ersetzt werden
mobility Center GmbH	1 Pkw	Smart fortwo	kann ersetzt werden
Garten- und Friedhofsamt	1 Transporter		Versuchsfahrzeug als Erweiterung
	1 Geräteträger		Versuchsfahrzeug als Erweiterung
SWE Stadtwerke	1 Pkw		Versuchsfahrzeug als Erweiterung
SWE Stadtwirtschaft	1 Geräteträger	Multicar	wird ersetzt
Zoopark Erfurt	1 Transporter		Versuchsfahrzeug als Erweiterung
	1 Geräteträger		Versuchsfahrzeug als Erweiterung

Tabelle 16: Übersicht potentieller Teilnehmer am Feldversuch

5.8 Fragebogen (Teil 2)

In einer nachfolgenden Phase dieses Projektes ist die Erprobung einiger ausgewählter Elektrofahrzeuge im täglichen Einsatz geplant. Neben der grundsätzlichen Eignung dieser Fahrzeuge für die jeweiligen Transportaufgaben, stehen auch die wirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen des Einsatzes von Elektrofahrzeugen im Mittelpunkt dieser Versuchsphase. Dazu werden relevante wirtschaftliche und ökologische Vergleichsdaten der konventionellen Vergleichsfahrzeuge (Ist-Stand) benötigt.
Um diese Daten zu ermitteln, wurde ein weiterer Fragebogen entwickelt (Abbildung 24 im Anhang), mit dessen Hilfe sehr detaillierte Kennzahlen zum Fahrzeugbetrieb erhoben werden können. Die Daten sind dabei für jedes, der im Punkt 5.7 genannten Fahrzeuge, gesondert zu erheben.

Die entsprechenden Fragebögen wurden bereits an die einzelnen Verantwortlichen der Projektpartner verteilt und erläutert. Die Bearbeitung bei den Projektpartnern ist z.T. bereits angelaufen. Konkrete Ergebnisse sollen im Rahmen der nächsten Projektphase zur Verfügung stehen.

6. Erarbeitung prinzipieller Anforderungsprofile für notwendige Fahrzeuge und Infrastruktur

Auf Basis der in den Kapiteln 4 und 5 ermittelten Daten sollen nun Anforderungen sowohl für elektrische Fahrzeuge als auch für die zugehörige Infrastruktur abgeleitet werden. Dazu werden die Daten der einzelnen Transportaufgaben aufgearbeitet und gegenübergestellt. Ziel ist es, in diesem Kapitel prinzipielle Anforderungsprofile für die untersuchten Fahrzeugkategorien herauszuarbeiten. Dabei stehen Daten wie täglich benötigte Fahrstrecke, Nutzlast und/oder Anzahl zu befördernder Personen im Mittelpunkt, abschließend werden Aussagen zur Ladeinfrastruktur getroffen.

Die für die jeweiligen Fahrzeugkategorien herausgearbeiteten spezifischen Anforderungen sollen es dem Auftraggeber ermöglichen, später gezielt Fahrzeuge zu beschaffen. Sie dienen aber ebenso der Vorbereitung der Fahrzeugauswahl für die spätere praktische Erprobung von Fahrzeugen und Infrastruktur in Phase II.

6.1 Prinzipielle Anforderungsprofile an Personenkraftwagen

Insgesamt wurden 375 Pkw erfasst. Dazu gehören sehr häufig Kleinst- und Kleinwagen (Abbildung 12), darüber hinaus aber auch Fahrzeuge der Kompaktklasse sowie Vans. Letztere werden vor allem im Bereich Carsharing genutzt. In Verbindung mit den größeren Fahrzeugkategorien werden meist auch größere tägliche Fahrstrecken sowie 5 Sitzplätze gefordert. Fahrzeuge höherer Kategorien wurden im Rahmen der Befragung (Fragebogen) nicht zurückgemeldet.

Abbildung 12: PKW Kleinstwagen (Bsp.)

Die Pkw werden für folgende Transportaufgaben verwendet:

- Poolfahrzeuge
- Betriebsstellenfahrzeuge
- Dienstreisen
- Mitarbeitershuttle im Stadtgebiet Erfurt
- Carsharing
- Postverteilerverkehr
- Kurierfahrten
- Einsatzfahrzeug für Servicetechniker / Betriebshandwerker

Nachfolgend werden die Anforderungen hinsichtlich täglicher Fahrstrecke, Anzahl Sitzplätze, Zuladung usw. näher analysiert.

- **Tägliche benötigte Fahrstrecke**

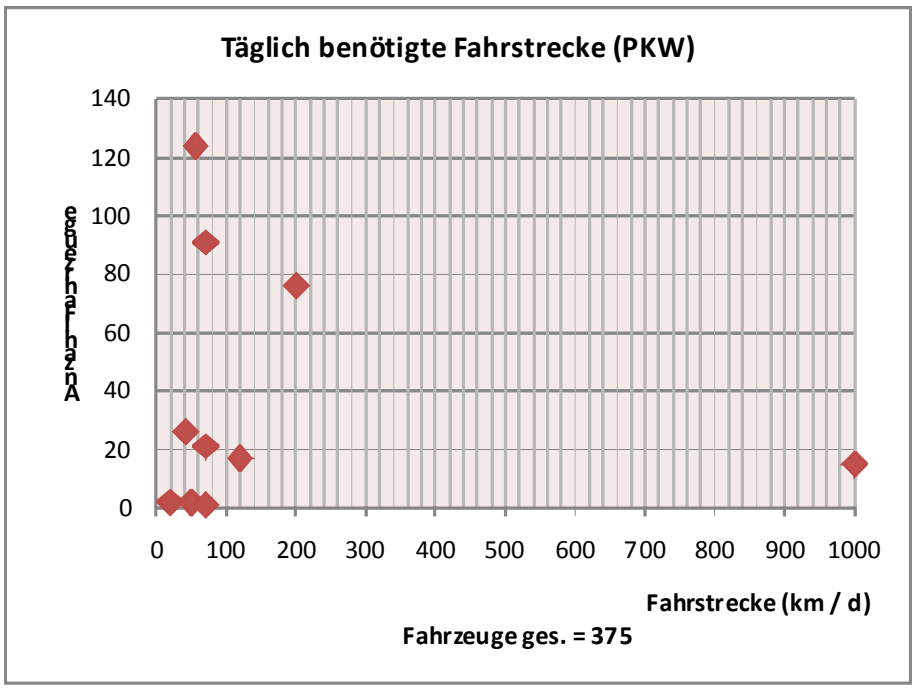


Abbildung 13: Anforderungen hinsichtlich täglich benötigter Fahrstrecken bei Pkw

Anhand Abb. 13 und Tabelle 17 lassen sich in Bezug auf die Reichweite zwei Kategorien von Pkw ausmachen, nämlich solche, die aufgrund der geforderten tägliche Fahrstrecke für einen Ersatz durch E-Fahrzeuge in Frage kommen (Fahrstrecke < 140 km) und solche, die nach derzeitigem Stand der Technik nicht durch E-Fahrzeuge ersetzt werden können (Fahrstrecke > 140 km).

Tägliche Fahrstrecke PKW (km)	Anzahl der Fahrzeuge
20	2
41,8	26
50	2
55,8	124
70	1
70,5	91
70,6	21
120	17
200	76
1000	15
Fahrzeuge ges.:	375

Tabelle 17: Anforderungen hinsichtlich täglich benötigter Fahrstrecken bei Pkw

- Fahrzeuge mit einer täglichen Fahrstrecke > 140 km

Bei den 76 Fahrzeugen mit einer geforderten Fahrstrecke von mind. 200 km handelt es sich um Pkw, die nach den Angaben im Fragebogen als Pool- und Betriebsstellenfahrzeuge im Stadtgebiet Erfurt eingesetzt werden. Die dabei benötigte tägliche Fahrstrecke wurde mit 35 km angegeben. Allerdings werden diese Fahrzeuge auch für Dienstreisen verwendet, die dann eine deutlich größere Reichweite, min. 200 km erfordern. Daher kommen diese Fahrzeuge derzeit nicht für den Austausch durch Elektro-Pkw in Frage. Hier wäre künftig zu klären, ob tatsächlich alle 76 Fahrzeuge dieser hohen Reichweitenanforderung genügen müssen. Bei geeigneter Poolbildung könnte man erwarten, dass tatsächlich nur ein Teil dieser Fahrzeuge die hohen Anforderungen an die Reichweite erfüllen muss. Die verbleibenden Fahrzeuge könnten dann prinzipiell wieder für den Austausch durch Elektro-Pkw geeignet sein. Insbesondere wenn am die weiteren Angaben zu diesen 76 Fahrzeugen in Betracht zieht (siehe Kapitel 4).

15 Fahrzeuge mit einer Reichweitenanforderung von 1000 km finden im Rahmen dieser Betrachtungen keine weitere Berücksichtigung, da sie durch Elektro-Pkw im Sinne dieser Studie auch mittelfristig nicht ersetzbar erscheinen.

- Fahrzeuge mit einer täglichen Fahrstrecke < 140 km

Die 284 verbleibenden Pkw kommen seitens der erforderlichen Reichweite für den Ersatz durch batteriebetriebene Pkw in Frage. Interessant ist hierbei, dass 267 dieser Fahrzeuge, d.h. 94 %, eine Reichweitenanforderung haben, die bei rund 70 km und darunter liegt, auf jeden Fall aber unter 75 km. Außerdem ist bemerkenswert, dass von den 284 hinsichtlich der Fahrstrecke geeigneten Pkw 154 Stück (ca. 54 %) einen Reichweitenbedarf < 60 km haben.

- **Anzahl zu befördernder Personen**

max. zu befördernde Personen (Pkw) \ Ø zu befördernde Personen (Pkw)	1	1,5	2	3	4	6	k.a	
1	2							2
2		26	2					28
3		17						17
4	1							1
5			124	91				215
7					15	21		36
k.A.							76	76
	3	43	126	91	15	21	76	**375**

Tabelle 18: Anforderungen hinsichtlich der zu befördernden Personen bei Pkw

Tabelle 18 zeigt die Anzahl der zu maximal zu befördernden Personen gegenüber der durchschnittlich zu befördernden Personenzahl. Für 76 Pkw liegen diesbezüglich allerdings keine Angaben seitens der Nutzer vor. Die Gesamtheit der betrachteten Fahrzeuge reduziert sich damit auf 299.
Wie zu erwarten, liegt die durchschnittliche Auslastung der Pkw relativ niedrig. Bei 172 Fahrzeugen (ca. 58 %) liegt die durchschnittliche Auslastung bei 2 Personen oder darunter.

4 oder mehr Personen im Durchschnitt werden nur in 36 von 299 Fällen (12 %) angegeben. Bei diesen Fahrzeugen handelt es sich allerdings offensichtlich ausschließlich um Vans, mit max. 7 Sitzplätzen. Die 21 Fahrzeuge dieser Gruppe mit 6 Personen im Durchschnitt und maximal 7 Personen werden im Bereich Carsharing eingesetzt. Die anderen 15 Fahrzeuge dieser Gruppe entsprechen genau den Fahrzeugen, die bereits aufgrund der geforderten Reichweite vom 1000 km nicht durch E-Fahrzeuge ersetzt werden können.

Bezüglich der Anzahl der maximal zu befördernden Personen konnte nicht abschließend geklärt werden, woraus die mehrheitlichen (215 Fahrzeuge) geforderten 5 Personen resultieren. Selbstverständlich können diese 5 Personen dem tatsächlichen Bedarf des Nutzers entsprechen, andererseits liegt die Vermutung nah, dass diese Angaben auf Grund der Tatsache gemacht wurden, dass die meisten der momentan verwendeten Pkw über 5 Sitzplätze verfügen.

Maximale Zuladung

Max. zu befördernde Personen (Pkw)	Max. Zuladung (Pkw) kg: 50	124	200	300	400	k.A.	Summe
1	1	1					2
2				2		26	28
3			17				17
4				1			1
5						215	215
7					15	21	36
k.A.						76	76
	1	1	17	3	15	338	**375**

Tabelle 19: Anforderungen hinsichtlich der maximalen Zuladung bei Pkw

Wie aus Tabelle 19 hervorgeht, wurden bei 338 von 375 in den Fragebögen zurückgemeldeten Pkw, d.h. bei 90 % der Pkw, seitens der Nutzer keine Angeben zur maximal erforderlichen Zuladung gemacht. Eine weitere Auswertung dieser Kategorie ist daher nicht sinnvoll. Zumindest liegt aber der Schluss nahe, dass bei konventionellen Pkw und oben genannten Aufgabengebieten kaum Probleme hinsichtlich der maximalen Zuladung bestehen.

- **Einsatzdauer**

Tägliche Einsatzdauer (Pkw) h	Täglich benötigte Fahrstrecke (Pkw) km: 20	41,8	50	55,8	70	70,5	70,6	120	200	1000	Summe
5			1								1
6								17			17
6,5									76		76
6,6		26									26
7,3				124							124
8	2		1								3
9					1						1
10,2							21				21
10,5						91					91
14										15	15
	2	26	2	124	1	91	21	17	76	15	**375**

Tabelle 20: Anforderungen hinsichtlich der Einsatzdauer bei Pkw

Tabelle 20 zeigt die tägliche Einsatzdauer der untersuchten Pkw in Zusammenhang mit der benötigten Reichweite. Abgesehen von der bereits mehrfach erwähnten 15 Pkw, die wegen der gewünschten Reichweite von 1000 km nicht durch batteriebetriebene Elektro-Pkw ersetzt werden können, beträgt die tägliche Einsatzdauer der verbleibenden 360 untersuchten Pkw zwischen 5 und 10,5 Stunden.

Außerdem ist anzumerken, dass mit Ausnahme der im Bereich Carsharing eingesetzten Fahrzeuge nahezu alle anderen Pkw nur im 1-Schicht-Betrieb eingesetzt werden.

6.2 Prinzipielle Anforderungsprofile an Kastenwagen

Abbildung 15: Kastenwagen (Bsp.)

Insgesamt wurden 63 Kastenwagen (Abbildung 15) erfasst. Die Kastenwagen werden für folgende Aufgaben verwendet:

- Carsharing (Liefer- und Einkaufstouren, kleine Umzüge)
- Postverteilerverkehr
- Kurierfahrten
- Einsatzfahrzeug für Servicetechniker / Betriebshandwerker
- Kontroll- und Inspektionsfahrten

Nachfolgend werden die Anforderungen hinsichtlich täglicher Fahrstrecke, Zuladung und Einsatzdauer pro Tag näher analysiert.

- Tägliche benötigte Fahrstrecke

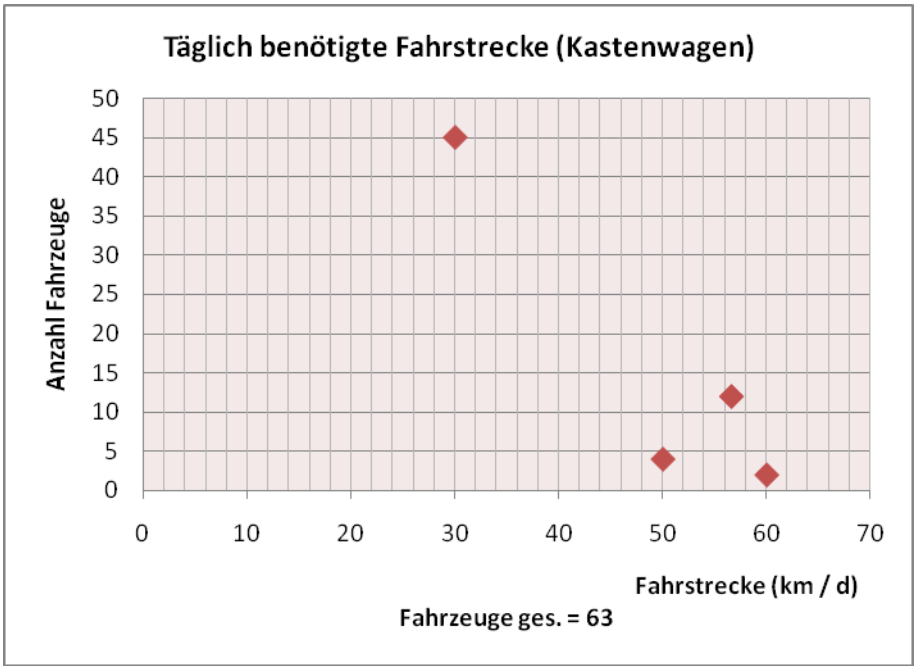


Abbildung 15: Anforderungen hinsichtlich täglich benötigter Fahrstrecken bei Kastenwagen

Tägliche Fahrstrecke Kastenwagen (km)	Anzahl der Fahrzeuge
30	45
50	4
56,6	12
60	2
Fahrzeuge ges.:	63

Tabelle 21: Anforderungen hinsichtlich täglich benötigter Fahrstrecken bei Kastenwagen

Anhand Abbildung 16 und Tabelle 21 ist in Bezug auf die Fahrstrecke erkennbar, dass alle Kastenwagen nicht mehr als 60 km täglich zurück legen. Somit kommen, rein von der täglichen Fahrstrecke gesehen, alle 63 Fahrzeuge für einen Ersatz durch E-Fahrzeuge in Frage. Zu bemerken ist, dass 49 Fahrzeuge (ca. 78 %) nicht mehr als 50 km pro Tag zurück legen.

Zuladung

Ø Zuladung (Kastenwagen) kg	Max. Zuladung (Kastenwagen) kg: 50	150	k.A.	Summe
20	4			4
90		45		45
k.A.			14	14
	4	45	14	**63**

Tabelle 22: Anforderungen hinsichtlich max. und durchschnittl. Zuladung bei Kastenwagen

Wie aus Tabelle 22 hervorgeht, wurden bei 14 von 63 in den Fragebögen zurückgemeldeten Kastenwagen (ca. 22 % der Fahrzeuge), seitens der Nutzer keine Angaben zur maximal erforderlichen und durchschnittlichen Zuladung gemacht. Dabei handelt es sich ausschließlich um Fahrzeuge, die im Bereich Carsharing genutzt werden. Aufgrund der sehr vielfältigen Nutzung sind hier keine Zuladungswerte bekannt. Hingegen zu bemerken ist, dass bei rund 71 % der Fahrzeuge (45 Kastenwagen) eine maximale Zuladung von 150 kg und eine durchschnittliche Zuladung von 90 kg gefordert wird. Dies isoliert betrachtet liegt im Rahmen für den Einsatz von E-Fahrzeugen, muss aber in Verbindung mit der Länge der täglichen Fahrstrecke betrachtet werden.

- **Tägliche Einsatzdauer**

Tägliche Einsatzdauer (Kastenwagen) h	Täglich benötigte Fahrstrecke (Kastenwagen) km: 30	50	56,6	60	Summe
4		4			4
7	45				45
8				2	2
8,6			12		12
	45	4	12	2	**63**

Tabelle 23: Anforderungen hinsichtlich tägl. Einsatzdauer und Fahrstrecke bei Kastenwagen

Tabelle 23 zeigt die tägliche Einsatzdauer der untersuchten Kastenwagen in Zusammenhang mit der benötigten Reichweite. Wie erkennbar ist, werden 51 Fahrzeuge (ca. 81 %) nur im 1-Schicht-Betrieb (< 8h Einsatzdauer) eingesetzt. Die verbleibenden 12 Fahrzeuge finden ihren Einsatz im Bereich des Carsharings.

6.3 Prinzipielle Anforderungsprofile an Transporter

Abbildung 16: Transporter (Bsp.)

Insgesamt wurden 120 Transporter erfasst. Diese werden zum überwiegenden Teil (106 Fahrzeuge) mit Kastenaufbau zum Gütertransport (Abbildung 16) benutzt oder mit einem Pritschenaufbau für den Transport von Schütt- oder anderen Gütern. Letztere Kategorie wird kommt sowohl mit Doppelkabine, wie auch mit einfacher Kabine zum Einsatz. Ein kleiner Teil der Fahrzeuge wird hauptsächlich zur Personenbeförderung, als so genannter Kombi (geschlossene Version mit Sitzen und Seitenfenstern im mittleren und auch im hinteren Bereich des Fahrzeuges) verwendet. Letztere Nutzungsvariante betrifft 14 Fahrzeuge.

Die Transporter werden für folgende Tätigkeiten verwendet:

- Personentransport
- Carsharing (Ausflüge, Vereinsfahrten, Urlaubsfahrten, Umzüge)
- Tiertransport (deutschlandweit)
- Futtermitteltransport
- Baustofftransport
- Werkstattfahrzeug
- Betriebsstellenfahrzeug
- Inspektionsfahrten
- Baustellenkontrolle

- **Tägliche benötigte Fahrstrecke**

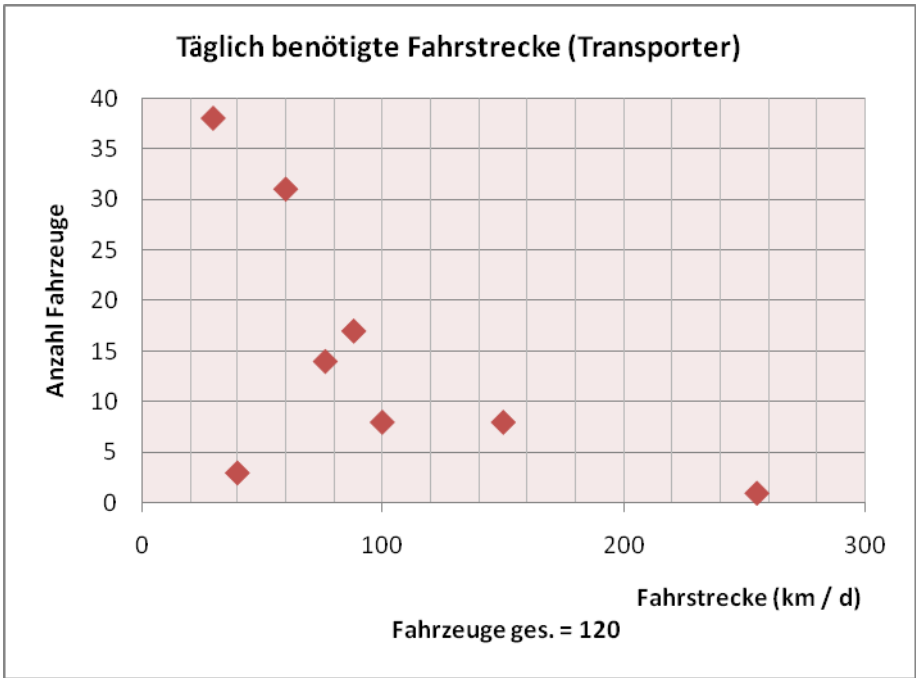


Abbildung 17: Anforderungen hinsichtlich täglich benötigter Fahrstrecken bei Transporter

Tägliche Fahrstrecke Transporter (km)	Anzahl der Fahrzeuge
30	38
40	3
60	31
76,4	14
88,2	17
100	8
150	8
255	1
Fahrzeuge ges.:	120

Tabelle 24: Anforderungen hinsichtlich täglich benötigter Fahrstrecken bei Transporter

Anhand Abbildung 17 und Tabelle 24 ist in Bezug auf die Fahrstrecke erkennbar, dass die Transporter in zwei Kategorien geteilt werden können. Die Fahrzeuge der ersten Kategorie, die aufgrund der geforderten tägliche Fahrstrecke für einen Ersatz durch E-Fahrzeuge in

Frage kommen (Fahrstrecke < 130 km) und die der zweiten Kategorie, die nach derzeitigem Stand der Technik nicht durch E-Fahrzeuge ersetzt werden können (Fahrstrecke > 130 km).

- Fahrzeuge mit einer täglichen Fahrstrecke > 130 km:

Der Anteil der Fahrzeuge mit einer täglichen Fahrstrecke größer als 130 km, ist mit rund 8 % sehr gering. D.h., dass nur eine sehr geringe Anzahl von Fahrzeugen auf Grund dieser Tatsache nicht für den Ersatz durch ein E-Fahrzeug geeignet ist.

- Fahrzeuge mit einer täglichen Fahrstrecke < 130 km:

Der weitaus größere Teil der Fahrzeuge, ca. 92% (111 Fahrzeuge) wurde mit einer täglichen Fahrstrecke von nicht mehr als 100 km angegeben. Auf Grund dieser Tatsache wären, rein von täglicher Fahrstrecke gesehen, fast alle Transporter durch E-Fahrzeuge ersetzbar.

Bemerkenswert ist, dass 60 % der Fahrzeuge (72 Transporter) mit einer täglichen Fahrstrecke von maximal 60 km angegeben wurden. Diese sind auf Grund ihrer relativ geringen täglichen Laufleistung besonders gut zum Ersatz geeignet.

- **Anzahl zu befördernder Personen**

		Max. Zuladung (Transporter) kg									
		230	250	400	1000	1500	1800	3500	5000	k.A.	Summe
Max. zu befördernde Personen (Transporter)	1		1					3			4
	2			6		2	1		3		12
	3	37								17	54
	5				5						5
	6				31						31
	9									14	14
		37	1	6	36	2	1	3	3	31	**120**

Tabelle 25: Anzahl mit Transportern zu befördernder Personen

Wie anfangs dieses Kapitels (6.3) schon beschrieben und in Tabelle 25 zu erkennen, werden 14 Transporter (ca. 12%) überwiegend für die Beförderung von Personen verwendet. Bei diesen Fahrzeugen werden bis zu 9 Personen befördert, zudem wurden keine Angaben zur Zuladung gemacht. Diese Gruppe von Fahrzeugen eignet sich auf Grund der Zuladung durchaus als E-Fahrzeuge.

Weitere 36 Fahrzeuge (30%) wurden mit 5 – 6 maximal zu befördernden Personen angegeben und einer zusätzlichen Zuladung von 1000 kg.

44 Fahrzeuge (ca. 37%) wurden mit einer maximalen Zuladung von 400 kg und weniger angegeben und mit maximal 3 zu befördernden Personen.

- **Zuladung**

Ø Zuladung (Transporter) kg	Max. Zuladung (Transporter) kg 230	250	400	1000	1500	1800	3500	5000	k.A.	Summe
190	37									37
200		1								1
300			6							6
500					2			3		5
750				5						5
800				31						31
1000						1				1
1500							3			3
k.A.									31	31
	37	1	6	36	2	1	3	3	31	**120**

Tabelle 26: Maximale und durchschnittliche Zuladung von Transportern

Wie in Tabelle 26 erkennbar, wurde bei 80 Transportern (ca. 67%) eine maximale Zuladung von ≤ 1000 kg angegeben. Bei 31 Fahrzeugen wurden zur Zuladung keine Angaben gemacht. Dabei handelt es sich ausschließlich um Fahrzeuge, die im Bereich Carsharing genutzt werden. Aufgrund der sehr vielfältigen Nutzung sind hier keine Zuladungswerte bekannt.

- **Einsatzdauer**

Tägliche Einsatzdauer (Transporter) h	Täglich benötigte Fahrstrecke (Transporter) km 30	40	60	76,4	88,2	100	150	255	Summe
6						6			6
7	37								37
7,5		3							3
8	1		31				8		40
9						2			2
9,4				14					14
12					17				17
12,5								1	1
	38	3	31	14	17	8	8	1	**120**

Tabelle 27: Einsatzdauer von Transportern

Wie in Tabelle 27 zu sehen, werden 86 Fahrzeuge (ca. 72%) im 1-Schicht-Betrieb eingesetzt (≤ 8 h pro Tag). Die verbleibenden Transportwerden sind bis zu 12,5 Stunden täglich in Betrieb.

6.4 Prinzipielle Anforderungsprofile an Geräteträger

Abbildung 19: Geräteträger (Bsp.)

Insgesamt wurden 79 Geräteträger (Abb. 19) erfasst[6]. Diese Geräteträger werden für folgende Tätigkeiten verwendet:

- Winterdienst (Schneeräumen, Streuen)
- Wasserwagen / Pumpfahrzeug
- Baufahrzeug
- Betriebsstellenfahrzeug
- Containerdienst (Absetzkipper)
- Fäkalienfahrzeug
- Papierkorbentleerung (Innenstadt)
- Innerbetrieblicher Transport

Nachfolgend werden die Anforderungen hinsichtlich täglicher Fahrstrecke, Zuladung und Einsatzdauer pro Tag näher analysiert. Speziell im Bereich der Geräteträger sind jedoch weitere Angaben zu den spezifischen Erfordernissen der einzelnen Arbeitsaufgaben notwendig, um die Anforderungen an die Fahrzeuge hinreichend zu beschreiben. Solche Anforderungen in einer nächsten Phase des Projektes weiter zu untersuchen.

[6] Ohne Geräteträger der SWE Stadtwirtschaft.

- **Tägliche benötigte Fahrstrecke**

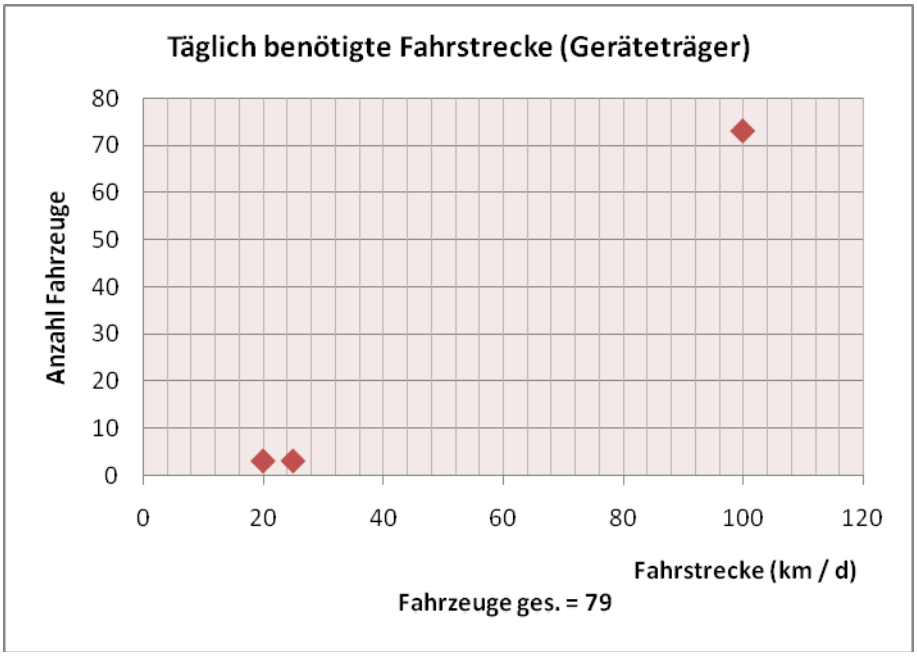


Abbildung 20: Anforderungen hinsichtlich täglich benötigter Fahrstrecken bei Geräteträgern

Tägliche Fahrstrecke Geräteträger (km)	Anzahl der Fahrzeuge
20	3
25	3
100	73
Fahrzeuge ges.:	79

Tabelle 28: Anforderungen hinsichtlich täglich benötigter Fahrstrecken bei Geräteträgern

Abbildung 20 und Tabelle 28 zeigen, dass bei allen Geräteträgern die maximale tägliche Fahrstrecke ≤ 100 km beträgt. Hierbei handelt es sich allerdings um reine Fahrstrecken. Der zusätzliche Energiebedarf für den Betrieb von Arbeitsgeräten (ggf. auch im Stand) ist nicht berücksichtigt.

- **Zuladung**

Ø Zuladung (Geräteträger) kg	Max. Zuladung (Geräteträger) kg 1700	2000	
500		3	3
1000	1	73	74
1700	2		2
	3	76	**79**

Tabelle 29: Zuladung von Geräteträgern

Aus Tabelle 29 geht hervor, dass bei ca. 96% der Fahrzeuge die durchschnittliche Zuladung mit mindestens 1000 kg und bei allen Fahrzeugen die maximale Zuladung mit weit über 1000 kg angegeben ist.

- **Einsatzdauer**

Tägliche Einsatzdauer (Geräteträger)h	Täglich benötigte Fahrstrecke (Geräteträger) km 20	25	100	
6	3			3
8		3	73	76
	3	3	73	**79**

Tabelle 30: Einsatzdauer von Geräteträgern

Aus Tabelle 30 ist ersichtlich, dass alle Geräteträger nicht mehr als 8 Stunden in Betrieb sind, d.h. sich im 1-Schicht-Betrieb befinden. In Auswertung der Fachgespräche müssen diese Angaben (aus den Fragebögen) allerdings relativiert werden. So werden die Geräteträger im Sommer z.T. bis zu 10 Stunden täglich genutzt. Im Winterdienst sind Einsätze von 6.00 bis 22.00 Uhr möglich.

6.5 Ladeinfrastruktur

Hinsichtlich der Auslegung der Infrastruktur sind folgende Erkenntnisse von Interesse, die sich aus den bisherigen Untersuchungen ergeben haben:

- Alle relevanten Fahrzeuge kehren täglich zu ihrem Depot bzw. einem festen Stellplatz zurück.
- Mit Ausnahme der im Bereich Carsharing verwendeten Fahrzeuge werden nahezu alle Fahrzeuge nur im 1-Schicht-Betrieb genutzt.
- Die Anzahl der täglichen Einsatzstunden aller untersuchten, relevanten Fahrzeuge[1] inkl. Carsharing liegt bei maximal 12,5 Stunden. Bei 77 % dieser Fahrzeuge ist die tägliche Einsatzdauer kleiner 9 Stunden.

Im Bereich des betrachteten städtischen Fuhrparks sind somit relativ einfache Anforderungen an die Ladeinfrastruktur zu erwarten. Nach den bisherigen Erkenntnissen sollten Ladestationen an den jeweiligen Depots bzw. Stellplätzen vorhanden sein. Dabei sollten i.d.R. vorhandene 230-V-/16-A-Anschlüsse zunächst ausreichen. Unabhängig davon ist die Untersuchung der Potentiale, die sich bei Einsatz einer Schnellladeeinrichtung ergeben, durchaus empfehlenswert.

7. Flankierende Maßnahmen zur Förderung des Einsatzes von Elektromobilität

Abschließend zu dieser Phase des Pilotprojektes „Erprobung von Elektromobilität in Erfurt“ werden nach der Identifikation der geeigneten Einsatzfelder, der Untersuchung ausgewählter Einsatzfelder und der Erarbeitung prinzipieller Anforderungsprofile für notwendige Fahrzeuge und Infrastruktur, mögliche flankierende Maßnahmen für den Auftraggeber zur Förderung des Einsatzes von Elektromobilität im innerstädtischen Bereich beschrieben. Neben den bereits im Klimaschutzkonzept angedeuteten grundsätzlichen Maßnahmen geht es in diesem Kapitel vor allem um Maßnahmenempfehlungen, die in den unmittelbar anschließenden Projektphasen verfolgt werden könnten bzw. sollten. Die in diesem Kapitel beschriebenen Maßnahmenempfehlungen wurden innerhalb der Projektgruppe abgestimmt und nach 2 Kriterien gegliedert.

Das erste Kriterium ist der Umsetzungshorizont der Maßnahmen. Zum einen werden Maßnahmen beschrieben, mit deren Umsetzung kurzfristig, in den nächsten 1 bis 2 Jahren begonnen werden kann und zum anderen werden Maßnahmen beschrieben, mit deren Umsetzung erst mittelfristig, in 3 bis 5 Jahren begonnen werden kann, da vorher verschiedene Rahmenbedingungen zu klären sind. Langfristige Maßnahmenempfehlungen werden in diesem Bericht nicht aufgeführt, da dies auf Grund der derzeitigen Vielzahl an politischen wie auch technischen Entwicklungen auf dem Gebiet der E-Mobilität nicht zweckmäßig erscheint.

Zusätzlich zu diesem Unterscheidungskriterium werden die einzelnen Maßnahmen unterschieden in solche, die Elektromobilität fördern, und solche, die den verbrennungsmotorisch betriebenen Verkehr restringieren.

7.1 kurzfristig umsetzbare Maßnahmen- und Handlungsempfehlungen

- Elektromobilitätsfördernde Maßnahmen
  - **Schaffung von Stellplätze mit Lademöglichkeiten:**
    Durch das Bereitstellen von Stellplätzen für Carsharing und E-Fahrzeuge von Privatpersonen rückt das Thema E-Mobilität in Verbindung mit Carsharing mehr in die Öffentlichkeit, zudem bieten diese Stellplätze Lademöglichkeiten für E-Fahrzeuge außerhalb des Carsharingbereiches. Hierzu sollten sowohl privatwirtschaftliche als auch städtische Parkflächen in Betracht gezogen werden.
  - **Roadshows, Aktionen und Schulungen:**
    Durch die Veranstaltung von Schulungen zum Umgang mit E-Fahrzeugen, von fahrzeugmarkenübergreifenden Roadshows und Aktionen wie den „Autofreien Hochschultag“ werden der Bevölkerung Möglichkeiten geboten, sich mit E-Fahrzeugen, deren Besonderheiten und Eigenschaften vertraut zu machen.
  - **Gezielte finanzielle Förderungen:**
    Durch die gezielte Förderung der Anschaffung von E-Fahrzeugen und der Ladeinfrastruktur ist es möglich, die derzeit noch hohe Hürde der Anschaffungskosten herab zu setzen. Damit wird eines der größten Hemmnisse bei der Einführung von E-Mobilität gemindert/beseitigt.

- **Förderung von E-Mobilität im fließenden Verkehr:**
  Durch die Mitbenutzung von Busspuren durch E-Fahrzeuge oder die Vergabe von Wegeberechtigungen oder anderen Zugangsvarianten können gezielt E-Fahrzeuge im städtischen Straßenverkehr bevorteilt werden, so bietet diese Maßnahme eine Möglichkeit zur Förderung von E-Mobilität im fließenden Verkehr.
- **Pilotprojekte mit Vorbildfunktion:**
  Durch ins Leben rufen verschiedener regionaler Pilotprojekte mit Vorbildfunktion im Anschluss oder parallel zu diesem Projekt bietet sich die Möglichkeit weitere Erfahrungen und Daten auf dem Gebiet der E-Mobilität zu sammeln. Für solche Projekte sollten vor allem Behörden und Unternehmen wie Pflegedienste, Paketdienste und Taxiservice als Projektpartner mit einbezogen werden.
- **Schaffung tariflicher Anreize:**
  Die Schaffung tariflicher Anreize ermöglicht die Reduzierung der Betriebs- bzw. Unterhaltungskosten für E-Fahrzeuge (z.B.: Stromkosten)
- **Bildung von Fahrzeugpools:**
  Die verstärkte Bildung von Fahrzeugpools im städtischen Fuhrpark, aber auch in Fuhrparks privater Unternehmen, ermöglicht die Anschaffung einer größeren Anzahl von E-Fahrzeugen, da es in solchen Pools möglich ist spezielle Fahraufgaben, wie z.B. Fahrten über kurze Strecken, E-Fahrzeugen zu zuweisen.
- **Anpassung der Fuhrparkstrukturen und der Logistik**
  Eine angepasste Fuhrparkstruktur und die Optimierung der logistischen Prozesse kann durch die Bildung von Fahrzeugpools in Unternehmen, Umstrukturierung der Zuständigkeiten sowie stärkere Differenzierungen hinsichtlich der Anforderungen an die Fahrzeuge (wie z.B. Reichweite) erreicht werden.

➢ <u>Maßnahmen zur Restriktion des verbrennungsmotorisch betriebenen Verkehrs</u>

- **Anlieferungszeitfenster im Wirtschaftsverkehr:**
  Die Schaffung oder Überarbeitung von Anlieferungszeitfenstern im Wirtschaftsverkehr für verbrennungsmotorisch betriebene Fahrzeuge bietet eine Möglichkeit zur gezielten Restriktion dieser Fahrzeuggattung und verschafft E-Fahrzeugen somit weitere Einsatzmöglichkeiten.
- **Gesetzliche Regelungen:**
  Mit der Schaffung gesetzlicher Regelungen für den Zugang zu „sensiblen Gebieten“ wie Fußgängerzonen kann der verbrennungsmotorisch betriebene Verkehr restringiert und so Elektrofahrzeuge begünstigt werden.

7.2 mittelfristig umsetzbare Maßnahmen- und Handlungsempfehlungen

➢ Elektromobilitätsfördernde Maßnahmen

- **Verknüpfung des ÖPNV:**

  Die Verknüpfung des ÖPNV mit E-mobilem Überlandverkehr ermöglicht eine bessere Anbindung des ländlichen Raumes an den ÖPNV Erfurts.

- **Stärkung des Vertrauens in ein funktionsfähiges Schadenmanagement bei Funktionseinschränkung und -ausfall des Fahrzeuges:**

  Um die Akzeptanz des E-Mobiles in der Bevölkerung zu steigern, sollte den potenziellen Fahrzeugführern die „Angst vorm Liegenbleiben“ genommen werden. Dies wird durch öffentlich zugängliche Ladestationen, Software zur Suche freier Ladestationen, Aufklärung zur Fahrzeugbergung und -sicherung und Sicherstellung der Mobilität z.B. mit Hilfe von Freifahrtscheinen der EVAG erreicht.

➢ Maßnahmen zur Restriktion des verbrennungsmotorisch betriebenen Verkehrs

- **Umweltzonen:**

  Mittels der Schaffung von Umweltzonen im innerstädtischen Bereich und unter Umständen Änderung der Anforderung (in Bezug auf Elektrofahrzeuge) für diese Umweltzonen kann der verbrennungsmotorisch betriebene Verkehr eingeschränkt und E-Fahrzeuge gefördert werden.

- **Verkehrspolitische Verschärfung zum Geräuschpegel:**

  Durch verkehrspolitische Verschärfungen zum Geräuschpegel in Wohngebieten kann der verbrennungsmotorisch betriebene Verkehr begrenzt und somit Geräuschpegel und Abgasemissionen gesenkt werden.

8. Zusammenfassung

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes wurde die Identifizierung und Konkretisierung von Einsatzmöglichkeiten elektrischer Mobilität speziell im Bereich des kommunalen Fuhrparks untersucht.

Zu Beginn dieser Untersuchung wurden die Ausgangssituation, der Projektrahmen und die Zielstellung dargelegt. Um die gesteckten Ziele zu erreichen, wurde die Aufgabenstellung in Arbeitspakte unterteilt, deren Bearbeitung im Oktober 2010 begann und im Februar 2011 endete.

Partner die für diese Projektphase gewonnen wurden, sind die:

- Erfurter Sportbetrieb
- Stadtverwaltung der Landeshauptstadt Erfurt – Garten- und Friedhofsamt/Zentr. Fuhrpark
- SWE (Stadtwerke Erfurt Gruppe)
- teilAuto Thüringen Mobility Center GmbH
- Thüringer Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Verkehr
- Thüringer Zoopark Erfurt
- VSU Bewachungs- und Sicherheitsunternehmen GmbH Thüringen

Um an die für diese Untersuchung nötigen Struktur- und Unternehmensdaten zu gelangen, wurde ein Fragebogen, bestehend aus den Fragenkomplexen „Unternehmen“ und „Fuhrparkübersicht“, erstellt. Dieser Fragebogen wurde von den Projektpartnern bearbeitet. Die so erhaltenen Daten bilden die Basis für die Untersuchungen des vorliegenden Berichtes. Auf Grund der Kürze der Zeit konnten nicht alle Fahrzeuge der Fuhrparks in den Fragebögen aufgenommen werden, zudem kann eine Vorselektion der Fahrzeuge und deren Daten durch die Projektpartner nicht vollständig ausgeschlossen werden, was sich folglich auf die Ergebnisse dieser Untersuchungen auswirkt.

Die bearbeiteten Fragebögen wurden nach Erhalt in eine Datenbank übertragen und mittels eines Bewertungsschlüssels und an Hand von Daten ausgewählter Referenzfahrzeuge bzw. Referenzfahrzeuggruppen beurteilt. Diese Referenzdaten wurden mit Hilfe einer bersicht derzeit am Markt verfügbarer Elektrofahrzeuge (inklusive deren Leistungsdaten, Verfügbarkeit, Herstellerkontaktdaten) erstellt.

Auf Basis der Daten dieser Analyse wurden zusammen mit den Projektpartnern vertiefende Untersuchungen und Gespräche geführt, um die Qualität der Daten zu verbessern und um speziell für die darauf folgende Projektphase konkrete Fahrzeuge vorzuschlagen, welche durch E-Mobile ersetzt werden können.

Schlussendlich wurden 128 Fahrzeuge identifiziert, die nach ihrem derzeitigen Anforderungsprofil und dem momentanen Stand der Technik batteriebetriebener Fahrzeuge ohne Änderungen logistischer Prozesse durch Elektrofahrzeuge im Sinne dieser Studie ersetzt werden können. Bezieht man diese 128 Fahrzeuge auf den ermittelten Gesamtfuhrpark von 661 Fahrzeugen, so ergibt sich ein Anteil von 19%. Hier sind weitere Substitutionspotentiale

zu erwarten. Diese ergeben sich einerseits dadurch, dass die Gruppe der Geräteträger auf Grund fehlender Referenzwerte bisher nicht untersucht werden konnte. Gleiches gilt für die Gruppe der Sonstigen Fahrzeuge. Insofern reduziert sich die Menge der eigentlich Untersuchten Fahrzeuge auf 542. Bezogen auf diesen Umfang ergeben die 128 substituierbaren Fahrzeuge einen Anteil von immerhin 24%.

Andererseits wird im Rahmen der Studie deutlich, dass der Einsatz von Elektromobilität eine neue und deutlich differenziertere Betrachtung im Rahmen der Fahrzeugauswahl bis hin zur Umstrukturierung des Fuhrparks erforderlich macht. Hier ist beispielhaft das Kriterium der Reichweite zu nennen: Bisher spielte es bei der Fahrzeugauswahl keine Rolle, ob ein Fahrzeug ausschließlich für den Kurzstreckenbetrieb angeschafft wird oder ob dieses Fahrzeug auch dazu in der Lage sein soll, in Ausnahmefällen Fahrten von 200 km und mehr zu ermöglichen. Für Elektrofahrzeuge ist dies aber ein ausschlaggebendes Einsatzkriterium. Der leichtfertige Umgang mit Reichweitenanforderungen oder Ähnlichem kann die Möglichkeiten für den Einsatz von Elektromobilität deutlich einschränken. Durch stärkere Differenzierung bei den Einsatzprofilen bzw. durch die Bildung von Fahrzeugpools können solche Defizite abgemindert werden und damit weitere Potenziale für Elektromobilität erschlossen werden.

Zusätzlich wurde im Rahmen vorliegender Studie ein weiterer Fragebogen entwickelt. Dieser dient der Aufnahme der wirtschaftlichen und ökologischen Kennzahlen der möglicherweise zu ersetzenden Fahrzeuge, um in einer späteren Projektphase einen Vergleich zwischen verbrennungsmotorisch betriebenen und elektrisch betriebenen Fahrzeugen zu ermöglichen. Dieser Fragebogen wurde bereits in Vorbereitung weiterer Aktivitäten an die entsprechenden Stellen geleitet.

Zur Förderung des Einsatzes von Elektromobilität im Innerstädtischen Bereich Erfurts wurden im Rahmen dieser Projektphase Maßnahmen- und Handlungsempfehlungen erarbeitet. Diese Empfehlungen unterscheiden sich nach ihrer Umsetzbarkeit. Zum einen werden Empfehlungen aufgeführt, mit deren Umsetzung kurzfristig, in den nächsten 1 bis 2 Jahren begonnen werden kann und zum anderen Empfehlungen gegeben, mit deren Umsetzung mittelfristig, in 3 bis 5 Jahren begonnen werden kann. Zusätzlich sind diese in den beiden Abschnitten aufgeführten Maßnahmen in elektromobilitätsfördernd und zum anderen in Restriktion des verbrennungsmotorisch betriebenen Verkehrs gegliedert.

Abschließend gesagt, wurde mit den Untersuchungen und deren Ergebnissen dieser ersten Projektphase ein großes Potential für den Einsatz von E-Fahrzeugen bei den Projektpartnern ermittelt und somit ein solides Fundament für den Einsatz von E-Fahrzeugen in Erfurt geschaffen, welcher Gegenstand der nächsten Projektphase sein soll. Anschließend dazu kann an Hand der gewonnenen Daten, der im Einsatz befindlichen E-Fahrzeuge und der Daten der ersetzten verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeuge ein wirtschaftlicher und ökologischer Vergleich gezogen werden. Zudem sollte die Stadt Erfurt die in diesem Bericht gegebenen Empfehlungen für flankierende Maßnahmen auf ihre Umsetzbarkeit prüfen, da diese wesentlich zur Akzeptanz und zum Einsatz von E-Fahrzeugen beitragen können und unter Umständen den Verlauf dieses Projektes positiv beeinflussen. Neben der Anschaffung der Elektrofahrzeuge spielt auch die dazu gehörige Ladeinfrastruktur eine wesentliche Rolle für die erfolgreiche Implementierung von Elektromobilität in der Landeshauptstadt Erfurt.

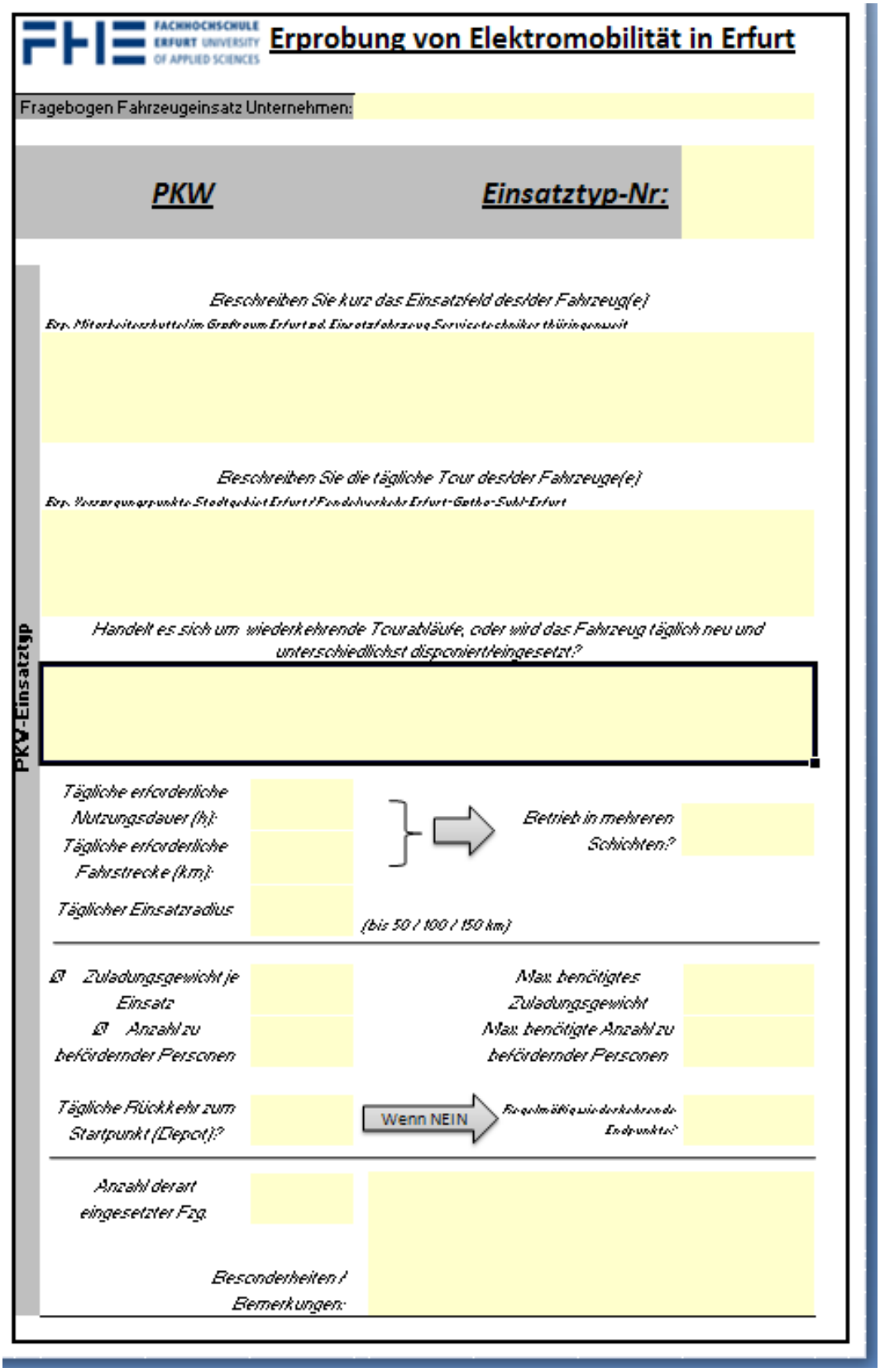
9. Quellenverzeichnis

IVR (2010), Integriertes Klimaschutzkonzept der Landeshauptstadt Erfurt, Teil Mobilität und Verkehr, S. 15ff., nicht veröffentlichter Abschlussbericht

Paul Hebes (2011), Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Verkehrsforschung, Wirtschaftsverkehr, Berlin Modellregion Elektromobilität Berlin/Potsdam, E-City-Logistik,(online unter http://www.dlr.de/vf/desktopdefault.aspx/tabid-2974/1445_read-28668/ abgerufen am 16.02.2011)

Thomas Michael Schmidt (2010), Chancen und Risiken der Elektromobilität im innerstädtischen Bereich, Diplomarbeit an der FH-Erfurt WLV

10. Anhang



FACHHOCHSCHULE ERFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Erprobung von Elektromobilität in Erfurt

Fragebogen Fahrzeugeinsatz Unternehmen:

PKW ***Einsatztyp-Nr:***

PKW-Einsatztyp

Beschreiben Sie kurz das Einsatzfeld des/der Fahrzeug(e)

Bsp. Mitarbeiterbutte im Großraum Erfurt od. Einsatzfahrzeug Servicetechniker thüringenweit

Beschreiben Sie die tägliche Tour des/der Fahrzeuge(e)

Bsp. Verzweigungspunkte Stadtgebiet Erfurt / Fernverkehr Erfurt-Gotha-Suhl-Erfurt

Handelt es sich um wiederkehrende Tourabläufe, oder wird das Fahrzeug täglich neu und unterschiedlichst disponiert/eingesetzt?

Tägliche erforderliche Nutzungsdauer (h):

Tägliche erforderliche Fahrstrecke (km):

Betrieb in mehreren Schichten?

Täglicher Einsatzradius

(bis 50 / 100 / 150 km)

Zuladungsgewicht je Einsatz

Anzahl zu befördernder Personen

Max. benötigtes Zuladungsgewicht

Max. benötigte Anzahl zu befördernder Personen

Tägliche Rückkehr zum Startpunkt (Depot)?

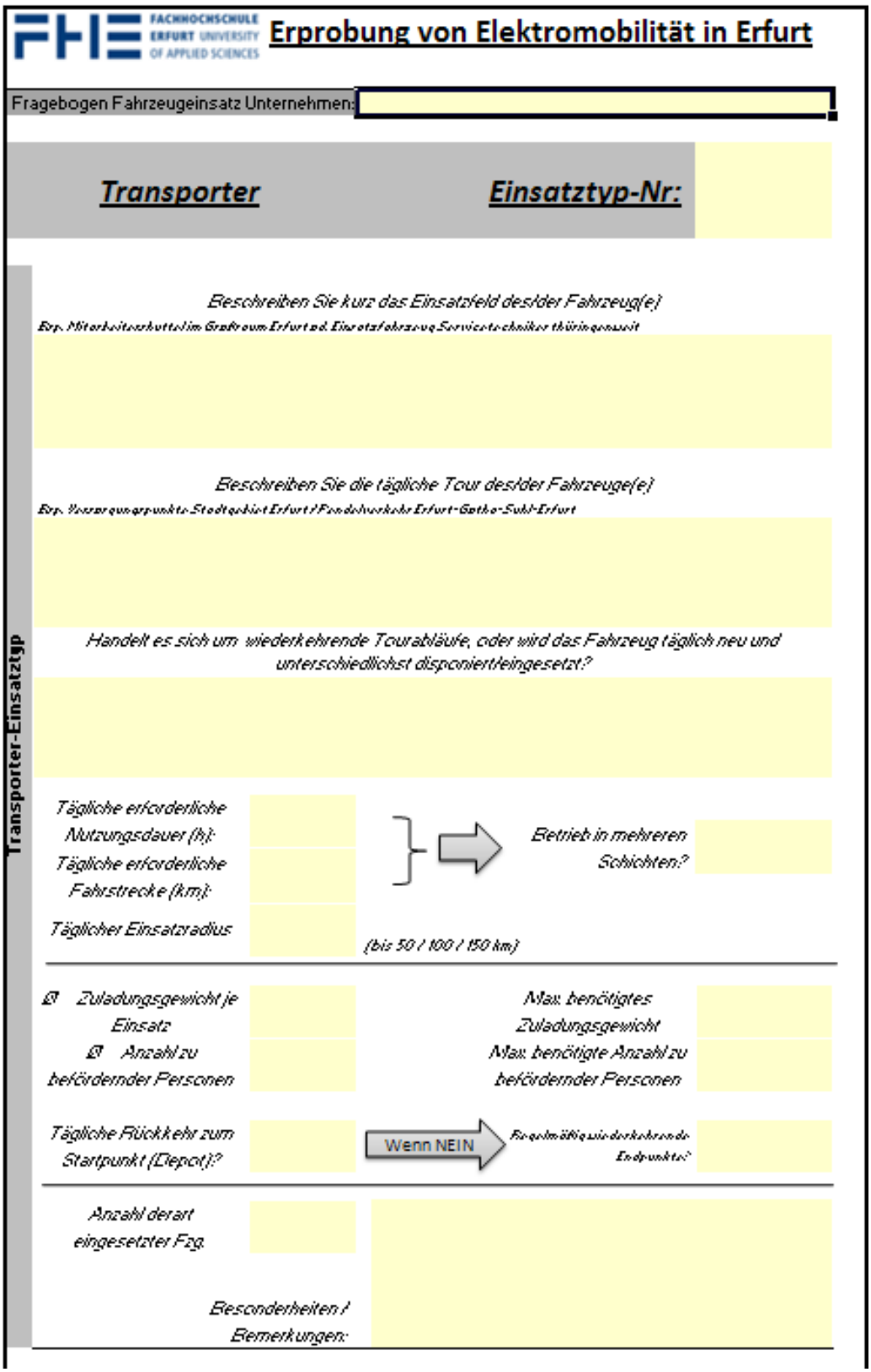
Wenn NEIN

Regelmäßig wiederkehrende Endpunkte?

Anzahl derart eingesetzter Fzg.

Besonderheiten / Bemerkungen:

Abbildung 21: Fragebogen zu den Einsatztypen (PKW, Transporter, Geräteträger, Kastenwagen mit Ladefläche, Sonstige Fahrzeuge), Seite 1



FACHHOCHSCHULE ERFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Erprobung von Elektromobilität in Erfurt

Fragebogen Fahrzeugeinsatz Unternehmen:

Transporter ***Einsatztyp-Nr:***

Transporter-Einsatztyp

Beschreiben Sie kurz das Einsatzfeld des/der Fahrzeug(e)

Bsp. Mitarbeitershuttle im Großraum Erfurt od. Einsatzfahrzeug Servicetechniker thüringenweit

Beschreiben Sie die tägliche Tour des/der Fahrzeuge(e)

Bsp. Versorgungspunkte Stadtgebiet Erfurt / Fernfahrer Erfurt-Gotha-Suhl-Erfurt

Handelt es sich um wiederkehrende Tourabläufe, oder wird das Fahrzeug täglich neu und unterschiedlichst disponiert/eingesetzt?

Tägliche erforderliche Nutzungsdauer (h):

Tägliche erforderliche Fahrstrecke (km):

Täglicher Einsatzradius

(bis 50 / 100 / 150 km)

Betrieb in mehreren Schichten?

☑ *Zuladungsgewicht je Einsatz*

☑ *Anzahl zu befördernder Personen*

Max. benötigtes Zuladungsgewicht

Max. benötigte Anzahl zu befördernder Personen

Tägliche Rückkehr zum Startpunkt (Depot)?

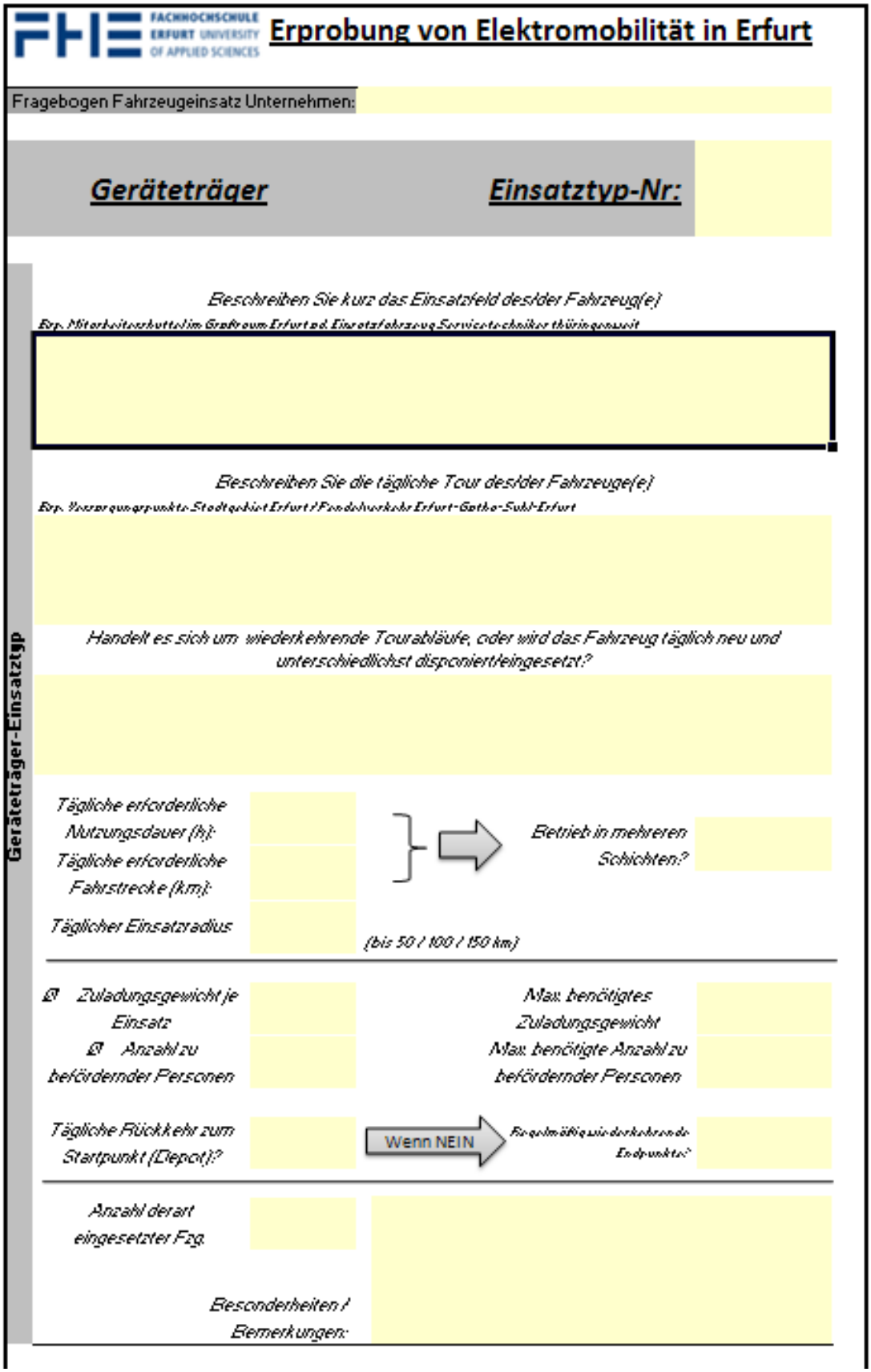
Wenn NEIN

Regelmäßig wiederkehrende Endpunkte:

Anzahl derart eingesetzter Fzg.

Besonderheiten / Bemerkungen:

Abbildung 22: Fragebogen zu den Einsatztypen (PKW, Transporter, Geräteträger, Kastenwagen mit Ladefläche, Sonstige Fahrzeuge), Seite 2



FACHHOCHSCHULE ERFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Erprobung von Elektromobilität in Erfurt

Fragebogen Fahrzeugeinsatz Unternehmen:

Geräteträger **Einsatztyp-Nr:**

Geräteträger-Einsatztyp

Beschreiben Sie kurz das Einsatzfeld des/der Fahrzeug(e)

Bsp. Mitarbeiterbustransfer im Großraum Erfurt od. Einsatzfahrzeug Servicetechniker thüringenweit

Beschreiben Sie die tägliche Tour des/der Fahrzeuge(e)

Bsp. Herstellungspunkte Stadtgebiet Erfurt / Fernverkehr Erfurt-Gotha-Suhl-Erfurt

Handelt es sich um wiederkehrende Tourabläufe, oder wird das Fahrzeug täglich neu und unterschiedlichst disponiert/eingesetzt?

Tägliche erforderliche Nutzungsdauer (h):

Tägliche erforderliche Fahrstrecke (km):

Täglicher Einsatzradius

(bis 50 / 100 / 150 km)

Betrieb in mehreren Schichten?

Ø Zuladungsgewicht je Einsatz

Ø Anzahl zu befördernder Personen

Max. benötigtes Zuladungsgewicht

Max. benötigte Anzahl zu befördernder Personen

Tägliche Rückkehr zum Startpunkt (Depot)?

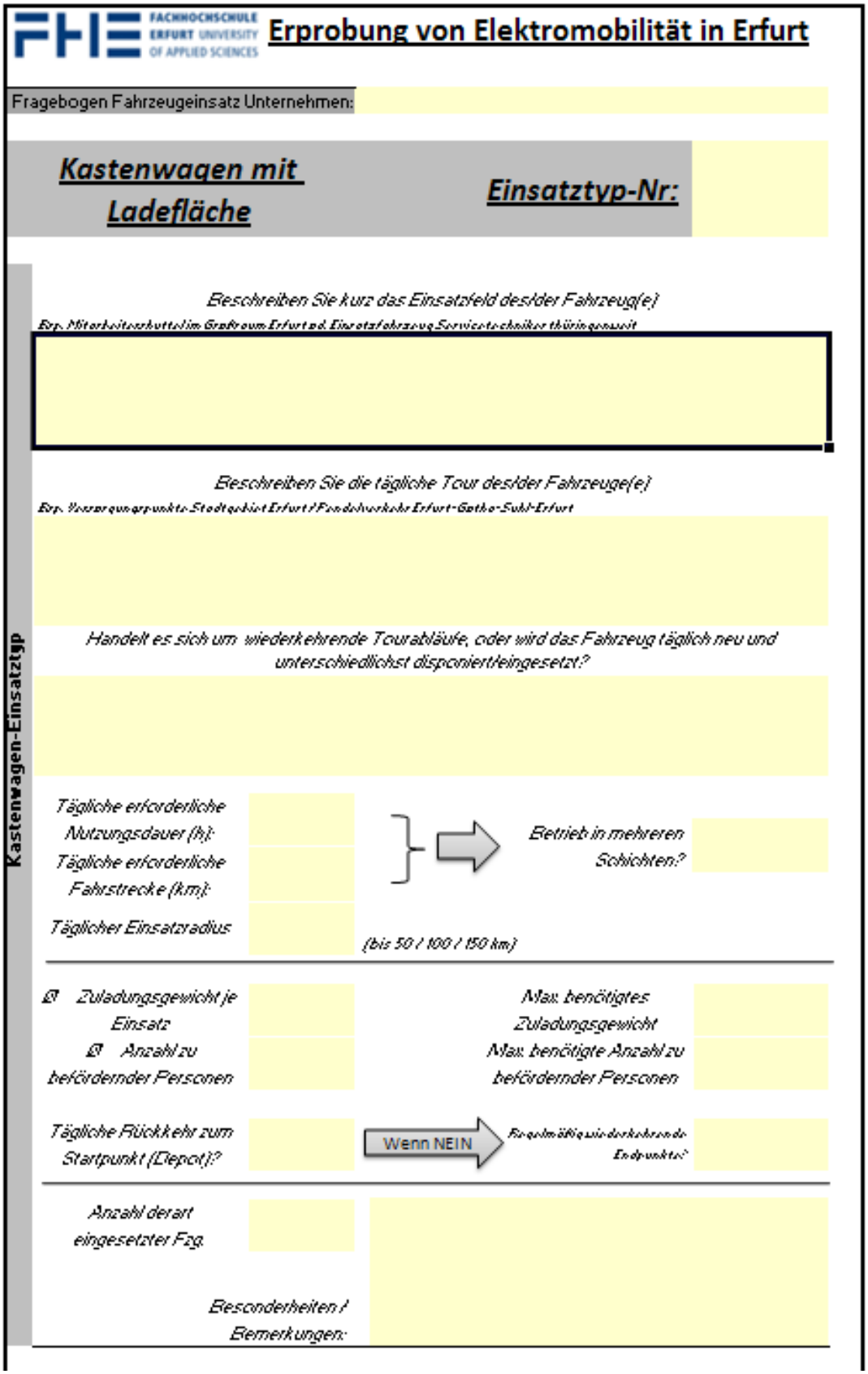
Wenn NEIN

Regelmäßig wiederkehrende Endpunkte?

Anzahl derart eingesetzter Fzg.

Besonderheiten / Bemerkungen:

Abbildung 23: Fragebogen zu den Einsatztypen (PKW, Transporter, Geräteträger, Kastenwagen mit Ladefläche, Sonstige Fahrzeuge), Seite 3



FACHHOCHSCHULE ERFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Erprobung von Elektromobilität in Erfurt

Fragebogen Fahrzeugeinsatz Unternehmen:

Kastenwagen mit Ladefläche ***Einsatztyp-Nr:***

Kastenwagen-Einsatztyp

Beschreiben Sie kurz das Einsatzfeld des/der Fahrzeug(e)

Bsp. Mitarbeiterschuttler im Großraum Erfurt und Einsatzfahrzeug Servicetechniker thüringenweit

Beschreiben Sie die tägliche Tour des/der Fahrzeuge(e)

Bsp. Ausgangspunkt: Stadtgebiet Erfurt / Endschwerkehr Erfurt-Gotha-Suhl-Erfurt

Handelt es sich um wiederkehrende Tourabläufe, oder wird das Fahrzeug täglich neu und unterschiedlichst disponiert/eingesetzt?

Tägliche erforderliche Nutzungsdauer (h):

Tägliche erforderliche Fahrstrecke (km):

Betrieb in mehreren Schichten?

Täglicher Einsatzradius

(bis 50 / 100 / 150 km)

Ø Zuladungsgewicht je Einsatz

Max. benötigtes Zuladungsgewicht

Ø Anzahl zu befördernder Personen

Max. benötigte Anzahl zu befördernder Personen

Tägliche Rückkehr zum Startpunkt (Depot)?

Wenn NEIN

Regelmäßig wiederkehrende Endpunkte:

Anzahl derart eingesetzter Fzg.

Besonderheiten / Bemerkungen:

Abbildung 24: Fragebogen zu den Einsatztypen (PKW, Transporter, Geräteträger, Kastenwagen mit Ladefläche, Sonstige Fahrzeuge), Seite 4

FACHHOCHSCHULE ERFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Erprobung von E-Mobilität in Erfurt

Vertiefende Untersuchung - Fuhrparkanalyse

Unternehmen:

Bearbeiter:

Kontakt (e-mail / Tel. falls noch nicht bekannt):

Bearbeitungs- datum:

			Fzg. 1	Fzg. 2	Fzg. 3	Fzg. 4
		Fahrzeugart:				
1. Basisdaten		Amtl. Kennzeichen				
		Baujahr				
		Hersteller				
		Handelsbezeichnung				
		Typ lt. Hersteller				
		HSN / TSN				
		Fzg.-Identnr.				
		Erstzulassung				
		Kraftstoffart				
		Schadstoffklasse				
		KW/PS				
		zul. Gesamtgewicht				
		Leergewicht				
		Nutzlast				
	Ladegefäß/-raum	Länge (m)				
		Breite (m)				
		Höhe (m)				
		Aufbauart				
		Höhe Ladekante				
	Be-reifung	1. Achse				
		2. Achse				
		KM-Stand am 31.12.10				
		Transportaufgabe				
		Einsatzort				
		Anzahl Sitzplätze				
		Sonderausstattung				
		Zusatzausrüstung				
		Telematik vorhanden?				
		FMS - Schnittstelle?				
Finanzierung		Art der Finanzierung				
		Vertragsart				
		Zusatz				
		Besonderheiten des Vertrages				
		Anschaffungspreis (netto)				
		vereinbarte Laufleistung (km / Jahr)				
		Laufleistung (gesamt)				
		Anzahlung (gesamt)				
		monatliche Belastung				
		Restwert am Ende der Laufzeit				
		Verpflichungen am Ende der Laufzeit				
		Mehr Km-Kosten am Ende der Laufzeit				
		Rückgabevereinbarung				
Versicherung / Steuer		Versicherer				
		Prämie Kasko/Haftpflicht pro Monat				
		SB Anteil pro Schaden				
		Versicherungschäden 2010 (€)				
		Kfz- Steuer				
Service & Wartung		Bezeichnung des Servicevertrages				
		Umfang und Inhalt				
		Kosten pro Monat (Servicevertr.)				
		Laufzeit				
		Summe Reparaturen außerhalb Servicevertrag in 2010				
		Besteht ein Reifenvertrag ?				
		Kosten für den Reifenvertrag / Monat				
		Reifenkosten innerhalb Servicevertrag				
		Reifenkosten ohne Servicevertrag in 2010				
Km-Übersicht / Einsatz		KM-Stand am 31.12.10				
		Jahresfahrleistung 2008				
		Jahresfahrleistung 2009				
		Jahresfahrleistung 2010				
		Vorwiegende Einsatzbereich				
		Fahrerbesetzung				
		Einsatztage pro Woche				
		Einsatzstunden pro Tag				
Variable Kosten	in 2010	Gesamtverbrauch Kraftstoff (l)				
		Gesamtfahrleistung (km)	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
		Verbrauch pro 100 KM	***#DIV/0!***	***#DIV/0!***	***#DIV/0!***	***#DIV/0!***
		Kosten Diesel Total				
		Kraftstoffkosten Ø (€/l)	***#DIV/0!***	***#DIV/0!***	***#DIV/0!***	***#DIV/0!***
		Kraftstoffkosten Ø (€/km)	***#DIV/0!***	***#DIV/0!***	***#DIV/0!***	***#DIV/0!***
	in 2010	Kosten Schmierstoffe				
		Fahrzeugausrüstungskosten				
		Sonstige Kosten				

Abbildung 25: Fragebogen technischen Eigenschaften der identifizierten Fahrzeuge