

Schlussbericht

Verbundvorhaben „SMART CITY LOGISTIK“



gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Zuwendungsempfänger:	Förderkennzeichen:
Tabakwarenvertriebsgesellschaft mbH & Co. KG	01 ME 12132
Titel des Teilvorhabens:	
Identifikation, Entwicklung und Erprobung von Geschäftsmodellen für die IT-gestützte elektromobile innerstädtische Lieferung eines Logistikers für Automatenbestückung	
Projektleiter des Teilvorhabens:	Tel.: +49 (0) 36201 81374
Günter Boldhaus	Email: gb@tv-t-elxleben.de
Laufzeit des Vorhabens:	
von: 01.07.2013 bis: 30.06.2016	
Berichtszeitraum:	Datum: 15.12.2016
von: 01.07.2013 bis: 30.06.2016	

Inhalt

1.	Kurzdarstellung.....	2
1.1.	Aufgaben im Projekt.....	2
1.2.	Projektvoraussetzungen.....	4
1.3.	Planung und Ablauf des Vorhabens	5
1.4.	Wissenschaftlich technischer Stand zum Projektstart	6
1.5.	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	7
2.	Erzielte Ergebnisse	8
2.1.	Ergebnis 1: Beschreibung und Anforderungen des Anwendungsszenarios	8
2.2.	Ergebnis 2: Bewertungskriterien für eine übergreifende IKT-Systemplattform.....	10
2.3.	Ergebnis 3: Unterstützung bei der Identifikation von Reichweitenparametern	11
2.4.	Ergebnis 4: Einsatzkonzepte für die Automatenbestückung	11
2.5.	Ergebnis 5: Geschäftsmodelle für die Automatenbestückung	17
2.6.	Ergebnis 6: Handlungskonzept für Kommunen	21
2.7.	Ergebnis 7: Systemerprobung, Erprobungsdaten und bewertete Erprobungsergebnisse	24
2.8.	Zusammenfassung der Ergebnisse	27
3.	Wichtige Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	28
4.	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	29
5.	Voraussichtlicher Nutzen / Verwertbarkeit der Ergebnisse	29
5.1.	Wirtschaftliche Verwertung	29
6.	Während der Vorhabensdurchführung bekannt gewordener Fortschritt bei anderen Stellen	31
7.	Erfolgte und geplante Veröffentlichung der Ergebnisse.....	31
7.1.	Veröffentlichungen	32
8.	Literatur.....	32

1. Kurzdarstellung

1.1. Aufgaben im Projekt

Der Einsatz von Fahrzeugen im innerstädtischen Lieferverkehr ist geprägt durch Kurzstreckenfahrten sowie häufiges Anfahren und Bremsen auf stark ausgelasteten Straßen. Darüber hinaus wird insbesondere auf Grund ökologischer, wirtschaftlicher und rechtlicher Rahmenbedingungen der wirtschaftliche Veränderungsdruck für Logistikunternehmen zunehmen.

Zielstellung des Gesamtvorhabens „SMART CITY LOGISTIK Erfurt“ ist die Entwicklung einer offenen, übergreifenden und herstellerunabhängigen IKT-System- und Serviceplattform, welche für bestehende IT-Logistiksysteme die elektromobilitätsspezifischen Aspekte als erweiternde Dienste/ Services über die gesamte Transportkette speziell für Elektrofahrzeuge bereitstellt.

Zur Umsetzung dieser Zielstellung war es einerseits erforderlich, die erweiternden elektromobilitätsspezifischen Funktionalitäten innerhalb einer offenen Systemplattform zur Funktionsbereitstellung zu erforschen, zu entwickeln und zu erproben. Andererseits bedingte diese Entwicklungszielstellung die Identifikation und Erprobung konkreter Anwendungs- bzw. Einsatzszenarien für Elektrofahrzeuge in der City-Logistik sowie die Entwicklung von Geschäftsmodellen unter Berücksichtigung alternativer Handlungskonzepte sowohl auf der Ebene der Leistungserbringung, als auch auf der Ebene der rechtlichen und infrastrukturellen Rahmenbedingungen.

Mit Blick auf die unterschiedlichen Leistungsanforderungen unterschiedlicher Einsatzszenarien adressiert das Gesamtvorhaben insgesamt vier unterschiedliche Szenarien der innerstädtischen Belieferung. Zur Realisierung der Gesamtprojektzielstellung ist es daher erforderlich, unterschiedliche einsatzszenariospezifische Analysen und Konzeptfindungen zu realisieren, um ein übergreifendes Gesamtsystem entwickeln zu können. Die im Projekt integrierten Einsatzszenarien sowie deren Differenzierung zeigt die nachfolgende Tabelle:

Einsatzszenarien	Tour-Planung	Tour-Reihenfolge	Tour-Dauer	Tour-Anzahl/Tag	Fracht-Zustand	Fracht-Gewicht	geplante Lade-Pausen
Automaten-bestückung	fest - wiederkehrend	variabel / teilw. Termine	8 h	einmalig	unveränderlich	unveränderlich	möglich
Arzneimittel-transport	fest-wiederkehrend	fest - Termine	< 8 h	einmalig	Kühlkette / Bruch	variabel / gering	gering
Expresswaren-lieferung	variabel	variabel	< 3 h	mehrfach	unveränderlich	variabel / groß	nein
Kurier-/ Paketdienst	fest - wiederkehrend	fest - Termine	< 3 h	mehrfach	unveränderlich	variabel / gering	nein

Tabelle 1: Einsatzszenarien der innerstädtischen Automatenbestückung

Durch unser Unternehmen wurde im Rahmen des Gesamtvorhabens das Einsatzszenario der Automatenbestückung betrachtet.

Die Automatenbestückung kennzeichnet sich dabei durch einen festen und wiederkehrenden Rahmentourenplan. Unser Unternehmen beliefert im Gebiet Mitteldeutschland / Ostdeutschland insgesamt 4995 Automaten und zusätzliche 650 Rechnungskunden. Dafür kommt ein starrer Rahmentourenplan mit 2-/3- oder 4-wöchig rollierend anzufahrenden Automaten zum Einsatz. Insgesamt existieren so 18 Touren täglich, auf denen eine Strecke von 50 bis 600 Kilometern Länge zurückgelegt wird.

Bezogen auf das Einsatzszenario der Automatenbestückung bestanden die Ziele in der:

1. Entwicklung von Anwendungsszenarien für Elektrofahrzeuge im Bereich der innerstädtischen Lieferungen eines Automatenbestückungs-Logistikers durch Identifikation, Klassifikation und Bewertung basierend auf den derzeitigen Aufgabenstellungen unseres Unternehmens.
2. Erprobung des Einsatzes von Elektrofahrzeugen im innerstädtischen Lieferverkehr zur
 - a. Identifikation der Determinanten der Transportreichweite,
 - b. Validierung des entwickelten Transportreichweitenmodells,
 - c. Erprobung unterschiedlicher Einsatz- und Steuerungskonzepte von Elektrofahrzeugen in den identifizierten Anwendungsszenarien und
 - d. Konzeptfindung und Bewertung für die Integration unterschiedlicher Ladekonzepte.
3. Identifikation und Bewertung von Rahmenbedingungen zum Einsatz von E-NFZ in der City-Logistik, insbesondere hinsichtlich
 - a. Sonderregelungen im Rahmen der Verkehrsführung, Verkehrssteuerung und Zufahrtsregelungen
 - b. Infrastrukturanforderungen beispielsweise zur Ladeinfrastruktur.
4. Entwicklung von Geschäftsmodellen für Automatenbestückung innerhalb der City-Logistik inklusive deren Wirkungsanalyse aus rechtlicher und wirtschaftlicher Sicht.

Im Rahmen der **Begleitung der Systementwicklung** der Entwicklungspartner des Konsortiums sind durch unser Unternehmen folgende Entwicklungsaufgaben zur Umsetzung im Einsatzszenario Automatenbestückung zu lösen:

1. Analyse der Anforderungen an eine IT-Unterstützung zum Management der innerstädtischen Logistik mit Elektrofahrzeugen hinsichtlich Bedarf und Schnittstellen der verwendeten Bestandssysteme und die entwickelte IT-Systemplattform sowie zugehöriger Bewertungskriterien
2. Anbindung/Integration der entwickelten Systemplattform in die bestehenden IT-Strukturen (Integrationskonzept, Erprobungskonzept und Systemintegration)

3. Realisierung und Bewertung der Systemerprobung im Rahmen des Feldtestes in Erfurt
 - a. Erprobung unterschiedlicher Einsatzszenarien aus Planungs-, Überwachungs- und Steuerungssicht,
 - b. Bewertung und Analyse der Akzeptanz und der wirtschaftlichen Ergebnisse des Einsatzes von Elektrofahrzeugen und
 - c. Bewertung der Systemplattform.

1.2. Projektvoraussetzungen

Die im Projekt zu realisierenden Aufgaben gliedern sich in die nachfolgenden elementaren Punkte:

- Erprobung von (Teil-)Lösungen und Konzepten sowie Fahrzeugeinsatz,
- Entwicklung von Geschäftsmodellen und Einsatzkonzepten,
- Anforderungsdefinition und laufende Begleitung sowie Validierung der Systementwicklung.

Im Rahmen unserer Entwicklungsaufgaben sind im Wesentlichen für uns bekannte und in unseren Geschäftsprozessen integrierte Rahmenbedingungen relevant, welche sich im Wesentlichen auf verkehrstechnische und arbeitsschutzrechtliche sowie arbeitszeitrechtliche Fragestellungen beziehen und durch uns gelöst werden konnten.

Zusammengefasst stellen sich die elementaren Voraussetzungen unseres Teilvorhabens wie folgt dar:

- Die Verfügbarkeit eines Elektrofahrzeuges für die Realisierung der Erprobung,
- Integration des Elektrofahrzeuges in die bestehende Flotte und in die Tourenplanung,
- vorhandene IT-Infrastrukturen sowie deren Integration in die durch das Konsortium entwickelte Gesamtlösung,
- rechtliche und datenschutzrechtliche Rahmenbedingungen für die Verwendung von Telematikeinheiten und mobilen Endgeräten in Fahrzeugen,
- rechtlichen Rahmenbedingungen für Zufahrt und Parken innerhalb von Innenstädten sowie den für Elektromobilität.

Die innovative Höhe des vorliegenden Projektes wurde dabei insbesondere durch die nachfolgend genannten Aspekte bestimmt:

- Systematische Identifikation, Erprobung und Bewertung von Geschäftsmodellen für die Automatenbestückung,
- Identifikation von Reichweitendeterminaten,
- systematische Erprobung von Handlungsoptionen sowohl im Bereich der Ladeverfahren, der Tourensteuerung und der rechtlichen Rahmenbedingungen.
- Integration von e-mobilitätsspezifischen Services über eine IKT-Plattformlösung in unsere IT-Logistiksysteme sowie deren Erprobung.

Die für das Teilprojekt maßgeblichen Risiken sind dabei:

- in dem erheblichen Erprobungsaufwand sowie der möglicherweise langfristigen Refinanzierungsperspektive der Entwicklungsergebnisse zu sehen, da derzeit der technische Entwicklungsweg insbesondere im Bereich der E-Fahrzeugtechnik nicht abschätzbar ist sowie

- in der nicht einschätzbaren Integrationsfähigkeit der im Konsortium entwickelten Plattformlösung sowie aufgrund der hohen Komplexität für die Realisierbarkeit der entwickelten Geschäftsmodelle durch die IKT-Gesamtlösung zu sehen.

1.3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Die projektförmige Umsetzung des Entwicklungsvorhabens wurde mit den Methoden des Projektmanagements gesamtprojektübergreifend geplant und strukturiert. Dabei wurde die Realisierung der Entwicklungsaufgaben in Phasen und diesen Projektphasen zugeordnete Teilaufgaben, Arbeitspakete und Arbeitsschritte aufgegliedert.

Der Arbeitsplan teilte das Projekt in fünf Hauptphasen, welche maßgeblich den Ablauf der zu erledigenden Aufgaben für alle Projektpartner koordiniert und bestimmt. Die innerhalb der Phasen durch unser Unternehmen realisierten Aufgaben werden im Folgenden kurz skizziert:

Während der **Phase 1, der Anforderungsanalyse** wurde gemeinsam mit den anderen Anwendungspartnern und der Fachhochschule Erfurt die Anwendungsszenarien für den innerstädtischen Einsatz von Elektrofahrzeugen identifiziert und bewertet. In einem zweiten Schritt wurden aufbauend auf die detaillierten Szenariobeschreibungen Anforderungen an Transportplanung, -monitoring und -steuerung definiert, welche für die Entwicklung des Gesamtsystems zur Verfügung gestellt wurden. Darüber hinaus bestand das Ziel einer weiteren Arbeitsaufgabe darin, Determinanten der Transportreichweite durch systematische empirische Erprobung (inkl. Datenerfassung und -Auswertung) im Alltagseinsatz zu entwickeln.

In der **Phase 2, der Systemkonzeptfindung** wurden Bewertungskriterien für übergreifende Serviceplattformen entwickelt, die die Einbindung von Elektrofahrzeugen sowie die Integration von Bestandssystemen durch entsprechende Schnittstellen bewerten. Darüber hinaus bestand ein weiteres Arbeitsziel in der systematischen Qualifizierung und Validierung der zuvor entwickelten Determinanten der Transportreichweite durch den alltäglichen Fahrzeugeinsatz und die zugehörige Datenaufzeichnung durch automatische und manuelle Monitoring-Verfahren.

Im Rahmen der **Phase 3, der Systementwicklung** wurden unterschiedliche Einsatzkonzepte für Elektrofahrzeuge im Szenario der Automatenbestückung entwickelt und erprobt, die den alltäglichen Einsatz des Elektrofahrzeuges sowie dessen (wirtschaftlich effiziente) Integration in den Fuhrpark potentiell gewährleisten. Diese Konzepte umfassen jeweils Monitoring- und Steuerungsoptionen, Routing-Konzepte bzw. Tour-Topologien sowie Ladekonzepte. Basierend auf diesen Konzepten wurden Geschäftsmodelle für das Szenario der Automatenbestückung definiert, die den Einsatz des Fahrzeuges im Rahmen der rechtlichen Rahmenbedingungen und zugleich den Fahrzeugeinsatz unter wirtschaftlichen Zielkriterien ermöglichen.

In einem dritten Arbeitspaket wurden Rahmenbedingungen und Optionen für den innerstädtischen Logistik-Einsatz definiert. Diese umfassen beispielsweise Infrastrukturanforderungen oder Sonderregelungen sowie dessen Wirkungen aus Sicht der Logistik und Kommune.

In der **Phase 4, dem Demonstratoraufbau** wurde die Anbindung an durch das Konsortium entwickelte Lösungen realisiert, konzeptionell festgehalten und der Ablauf des Demonstrators im Rahmen eines Demonstrationskonzeptes bindend für das gesamte Konsortium geregelt.

In der **Phase 5, dem Demonstratorbetrieb** wurde die Systemplattform und die entwickelten Geschäftsmodelle und Einsatzkonzepte durch unser Unternehmen sowie die weiteren Anwendungspartner in einem Feldtest erprobt und bewertet. Darüber hinaus wurde der Einsatz eines Elektrofahrzeuges durch Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen bewertet und umfassend auf die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen in der Logistik geschlossen.

1.4. Wissenschaftlich technischer Stand zum Projektstart

Innerhalb des gewerblichen Warentransportes stellt das Fahrzeug neben dem Fahrer das zentrale Betriebskapital dar, wobei die Nutzungszeit des Fahrzeuges mit der Arbeitszeit des Fahrers korreliert. Vor diesem Hintergrund ist für den Einsatz elektromotorisch betriebener Fahrzeuge im Bereich von Logistikdienstleistungen die Verfügbarkeit des Fahrzeuges während der gesamten Arbeitszeit des Fahrers von entscheidender (wirtschaftlicher) Bedeutung für eine Substitution verbrennungsmotorischer Alternativen.

Die Verfügbarkeit eines Fahrzeuges für Transportaufgaben hängt bei e-Fahrzeugen jedoch entscheidend von der Reichweite zur Bewältigung der Transportaufgaben ab. Dies ist selbst für innerstädtische Logistikprozesse bei einer Fahrer-Arbeitszeit von 8 Stunden pro Tag im derzeitigen Stand der Technik für Elektro-Fahrzeuge problematisch. Aus diesem Grund hat die aufgabenspezifische Einsatzplanung, -überwachung und -steuerung die entscheidende Bedeutung für einen wirtschaftlich tragfähigen Einsatz von Elektrofahrzeugen in der City-Logistik.

Die **Integration elektromotorischer Nutzfahrzeuge in Logistikflotten** wurde in den vergangenen Jahren schwerpunktmäßig auf der Ebene von Feldversuchen erprobt. So wurden und werden beispielsweise in den Projekten E-City-Logistik (DHL) und ELMO (Fraunhofer IML) Einsatzerprobungen von E-Nutzfahrzeugen im Wirtschaftsverkehr hinsichtlich der erforderlichen Ladeinfrastruktur und hinsichtlich realisierbarer Belieferungsmodelle und Einsatzszenarien vorgenommen. Weitere Projekte, wie beispielsweise das Projekt EMIL sehen die Fahrzeugoptimierung für den Einsatz im Bereich der Paketlieferdienste im Fokus.

Die **Integration eMobility-spezifischer Restriktionen und Funktionalitäten** in die IT-Unterstützungssysteme für Logistikprozesse steht derzeit noch als Herausforderung für die Branche. Beispielgebend für erste Ansätze sei an dieser Stelle das Projekt iZEUS mit der Fokussierung auf ein ladezeiten- und ladegebietsoptimierendes Routing von E-Fahrzeugen erwähnt. Kennzeichnend für dieses Projekt ist, dass die Integration der Elektromobilität in den urbanen Wirtschaftsverkehr auf einer allgemeinen Stufe (am Beispiel von Handwerkerfahrzeugen und Pflegedienstflotten) betrachtet wird. Die spezifischen Aspekte der urbanen Logistik als Lieferverkehr werden aussagegemäß nicht berücksichtigt und somit stehen die spezifischen IT-Unterstützungslösungen für City-Logistikprozesse nicht im Fokus des Projektes.

Zusammenfassend kann für den Stand der Technik vor Projektbeginn festgehalten werden, dass

1. für die Integration der Elektromobilität in IT-Logistiksysteme alle wesentlichen technologischen Grundlagen vorliegen, jedoch deren
 - a. eMobility-spezifische und einsatzspezifische Ausprägung und Weiterentwicklung,
 - b. übergreifende Verfügbarkeit in allen Stufen der Transportkette sowie
 - c. Verfügbarkeit bzw. Integration in bestehende Systeme

insbesondere für spezielle Anforderungen der innerstädtischen Logistik noch ausstand.

2. für die Integration von Elektrofahrzeugen in logistische Prozesse bereits wesentliche Erfahrungen durch die „big player“ der Branche für einzelne Einsatzszenarien gesammelt wurden, diese jedoch hinsichtlich der
 - a. Übertragbarkeit auf Szenarien der City-Logistik noch erprobt,
 - b. konkreten Entwicklung von Geschäftsmodellen für die 90 % kleinen und mittleren Unternehmen der Branche noch ergänzt und
 - c. IT-basierten Unterstützung der Planungs-, Überwachungs- und Steuerungsprozesse weiterentwickelt

werden mussten.

1.5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Zusammenarbeit im Konsortium war sehr intensiv und konstruktiv. Durch ähnliche Entwicklungsziele und -aufgabenstellungen der weiteren Logistikpartner im Projekt und der Fachhochschule Erfurt wurde sich in einem Turnus von maximal 2 Monaten über die aktuellen Projektergebnisse – und -erkenntnisse informiert und ausgetauscht. Darüber hinaus wurden ein Großteil der Entwicklungsarbeiten im Rahmen dieser Arbeitsgruppe realisiert. Neben der thematisch geprägten Entwicklungsarbeit im Rahmen der Arbeitsgruppe Anwendungsszenarien bildeten sich über die gesamte Projektlaufzeit hinweg themenfeldübergreifende Arbeitsgruppen bspw. für das Projektmarketing und spezifische Fragestellungen zu Anforderungen oder Systembestandteilen.

Im Rahmen der Konsortialtreffen erfolgte die Abstimmung und der Knowhow-Transfer zwischen den einzelnen Teilprojekten und den Arbeitsgruppen. Darüber hinaus wurden wesentliche Inhalte in unzähligen bilateralen Treffen und Telefonaten kreiert. Einen Eindruck über die intensive Zusammenarbeit kann der nachfolgenden Tabelle entnommen werden:

	2013	2014	2015	2016
Konsortialtreffen	3	4	5	3
AG Marketing	2	5	10	6
AG Anwendungsszenarien	2	5	9	4
AG Systementwicklung	2	5	7	4

Außerhalb des Konsortiums fokussierte sich die Arbeit auf:

- Mitwirkung an der Arbeit der Begleitforschung des Technologieprogrammes IKT für Elektromobilität II,
- Kooperationen mit anderen Projekten wie beispielsweise sMobiliTy, E-Wald, secmobil, TÜV Thüringen, UPS, GLS, Deutsche Post,
- projektbegleitende Präsentation der Projektergebnisse im Rahmen von Messen und Veranstaltungen, insbesondere der eigenen Plattform - dem SMART CITY LOGISTIK Kongress,
- die Generierung von weiteren assoziierten Projektpartnern.

Darüber hinaus kristallisierte sich eine enge Zusammenarbeit mit dem assoziierten Projektpartner Senger & Kraft in Bezug auf die Beschaffung, Wartung und zugleich Zugangsmöglichkeit für die benötigte Datenerfassungstechnik heraus.

Die Koordinierungsdienstleistung und Transferaufgaben übernahm die INNOMAN GmbH. Dies umfasste die Projektsteuerung und Koordination, die Zusammenarbeit mit externen Stellen sowie die organisatorische Betreuung aller Konsortialpartner.

2. Erzielte Ergebnisse

2.1. Ergebnis 1: Beschreibung und Anforderungen des Anwendungsszenarios

Basierend auf dem Tourengefüge vor Projektbeginn wurden die bestehenden Touren mit Hinblick auf die Integrationsfähigkeit eines Elektrofahrzeuges untersucht und geeignete für den potentiellen Einsatz dieses Fahrzeuges ausgewählt bzw. definiert.

Anhand dieser Einsätze wurde zum einen das Anwendungsszenario konkret bestimmt und klassifiziert sowie ableitend aus den Anforderungen die entsprechende Fahrzeugbeschaffung ausgelöst. Auf der anderen Seite wurden konkrete Prozessschaubilder erstellt.

Zur Gewährleistung einer bestmöglichen Integration des Elektrofahrzeuges wurden folgende charakteristische Kriterien definiert, die den Einsatz von Elektrofahrzeugen in der Logistik determinieren. Konkret sind die relevanten Parameter:

- Tour-Planungscharakteristika
- Planungsvorlauf
- Stoppdichte (Stopp pro Kilometer)
- Stoppreihenfolge und Zeitfenster
- Ersatzfahrerfähigkeit (Einsatzkomplexität)
- Zusätzliche Energiebedarfe bei Zustellprozessen
- Frachtzustand
- Bandbreite Frachtgewicht (Min-Max)
- Frachtgewicht (absolut)

Auf Basis dieser Parameter wurde das Anwendungsszenario der Automatenbestückung klassifiziert und zugleich im weiteren Projektverlauf fortlaufend, mit wachsender Einsatzerfahrung im realen Fahrzeugeinsatz, konkretisiert und verfeinert.

Vergleichend zu den weiteren Anwendungsszenarien im Projekt werden ausgewählte Projektergebnisse in den nachfolgenden Grafiken skizziert:



Abbildung 1: Vergleich Planungsvorlauf

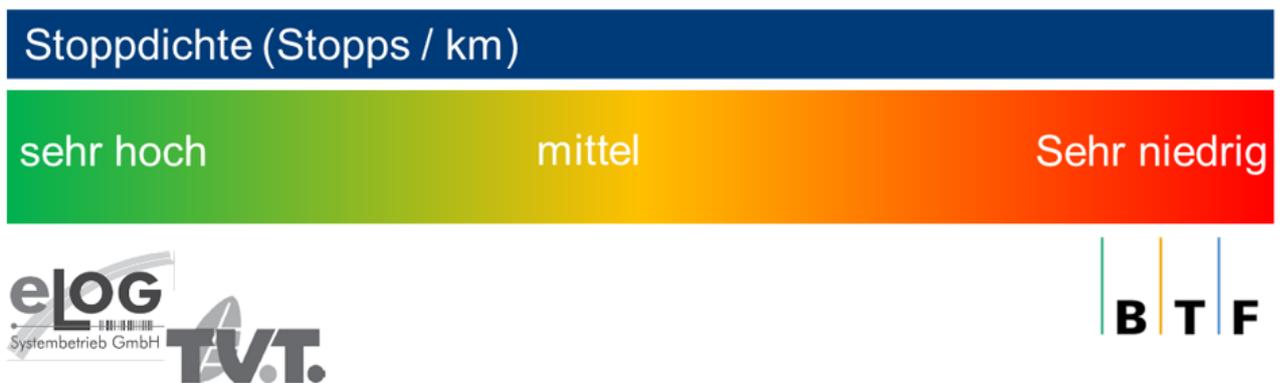


Abbildung 2: Vergleich Stoppdichte



Abbildung 3: Vergleich Frachtzustand

Basierend auf den definierten Anwendungsszenarien wurden spezifische Anforderungen an die im Gesamtprojekt zu entwickelnde Systemplattform definiert. Diese sind:

- Schnittstellen zu Bestandssystemen,
- durch die Plattform zu realisierende Dienste und Funktionen.

2.2. Ergebnis 2: Bewertungskriterien für eine übergreifende IKT-Systemplattform

Basierend auf dem entwickelten Anwendungsszenarium und in Zusammenarbeit mit den weiteren Partnern der Arbeitsgruppe Anwendungsszenarien wurden elektromobilitätsspezifische Kriterien für die Bewertung der Einsatzfähigkeit einer übergeordneten Systemplattform definiert. Diese sind:

- Reichweitenabschätzung
- Echtzeitfähigkeit der Informationsübertragung
- Integrationsfähigkeit von Vorplanungen
- technische Zuverlässigkeit
- übersichtliche Anzeige im Fahrzeug (DAC)
- intuitive Bedienung des Fahrerassistenzsystems
- flächendeckende Systemverfügbarkeit
- Offlinefähigkeit des Fahrerassistenzsystems
- Anbindung an bestehende Logistiksoftware
- Informationsvernetzung
- nachträgliche Systemintegration (Hardware)
- Geräterobustheit

Darüber hinaus wurde ein Messkonzept entwickelt, welches je nach Einsatzszenario im Projekt das Ausmaß des spezifischen Parameters anhand einer Rating-Skala angibt. Einen Auszug aus den Ergebnissen zeigt die nachfolgende Abbildung:

Bewertungskriterium	Wichtung
Reichweitenabschätzung	● ● ● ● ●
Echtzeitfähigkeit der Informationsübertragung	● ● ● ○ ○
Integrationsfähigkeit von Vorplanungen	● ● ● ● ○
Technische Zuverlässigkeit	● ● ● ● ●
Übersichtliche Anzeige im Fahrzeug	● ● ● ● ○
Intuitive Bedienung des Fahrerassistenzsystems	● ● ● ○ ○
Flächendeckende Systemverfügbarkeit	● ● ● ○ ○
Offlinefähigkeit des Fahrerassistenzsystems	● ● ● ○ ○
Anbindung an bestehende Logistiksoftware	● ● ○ ○ ○
Informationsvernetzung	● ● ● ● ○
Nachträgliche Systemintegration (Hardware)	● ● ● ● ●
Geräterobustheit	● ● ● ● ○

Abbildung 4: Bewertungskriterien für eine emobilitätsspezifische Systemplattform sowie deren Wichtung

Wie der Abbildung entnommen werden kann, ist vor allem eine hohe Zuverlässigkeit an die Komponenten des Systems sowie eine präzise Abschätzung der Reichweite von elementarem Interesse. Dies ist auf die Notwendigkeit der Sicherstellung der durch das Fahrpersonal zu realisierenden Tour zurückzuführen.

2.3. Ergebnis 3: Unterstützung bei der Identifikation von Reichweitenparametern

In Zusammenarbeit mit den weiteren Anwendungspartnern und der Fachhochschule Erfurt bestand die Aufgabe darin, Reichweitendeterminanten und dessen Ausprägungen für in der Logistik eingesetzte Elektrofahrzeuge zu identifizieren. Um dieses Ziel zu erreichen wurden projektbegleitend Einsatzdaten und zugehörige Umweltzustände aufgezeichnet.

Die Datenaufzeichnung erfolgte dabei zu Projektbeginn manuell durch das jeweilige Fahrpersonal in einem durch die AG Anwendungsszenarien entwickelten Logbuch. Im weiteren Projektverlauf wurde durch den Einsatz spezieller Datenlogger diese Aufzeichnung schrittweise digitalisiert und schlussendlich durch den Einsatz der IEVE-FTÜ und der IKT-Systemplattform qualitativ optimiert.

Zusätzlich zu den aus den CAN-Datenprotokollen und per Sensor erfassbaren Daten wurden manuelle Aufzeichnungen elektromobilitätsspezifischer Parameter vorgenommen. Diese sind beispielsweise:

- Angaben über den Zustand der Batterie und Ladevorgänge
(Dauer des Ladevorgangs, Uhrzeit Anschluss/Trennung, Füllstand Batterie [%] vor und nach Ladung, Reichweite lt. System [km])
- zusätzliche Beanspruchung der Batterie
(Klimaanlage, Heizung, Sitzheizung, Radio, Tagfahrlicht, Licht, Reifenart)
- Fahrzeug-Leistung
(Beladung [kg], Kilometerstand Fahrtbeginn, Kilometerstand Fahrtende, gefahrene Tageskilometer)
- Routenverteilung [%]
(Stadt, Überland, Autobahn)
- Wetterdaten [°C]
(Temperatur, Durchschnittstemperatur, Min, Max)
- Einsatzzweck (inkl. Bemerkungen).

Elementares Arbeitsergebnis ist zusätzlich zu den aus der Datenerfassung ermittelten Reichweitendeterminanten die projektbegleitende Validierung des Parametereinflusses durch den realen Einsatz des entsprechenden Elektrofahrzeuges.

2.4. Ergebnis 4: Einsatzkonzepte für die Automatenbestückung

Ein zentrales Ziel des Teilvorhabens bestand darin, für den Einsatz des im Anwendungsszenario eingesetzten Elektrofahrzeuges Konzepte und Modelle zu identifizieren, die zu konkreten und wirtschaftlich tragfähigen Einsatzkonzepten für jene Fahrzeuge führen.

Zur Zielerreichung wurden folglich Anknüpfungspunkte in Form von Restriktionen und Anforderungen an die emobilitätsspezifische Tourenplanung definiert, die sich wie folgt darstellen:

- Wirtschaftlicher Betrieb des Fahrzeuges

- Arbeitszeit des Fahrpersonals und Tourdauer
- Integration des Fahrzeuges in das bestehende Tourengefüge
- fest definierte Zustellzeitfenster
- Realisierung der Tour auch im Winterbetrieb
- Berücksichtigung der individuellen Fahrzeugspezifikationen und aus dem Anwendungsszenario resultierende und zugleich spezielle Fahrzeuganforderungen

Darüber hinaus wurden als relevante Komponenten eines Einsatzkonzeptes die Topologie, Monitoringoption, Steuerungsoption und Ladekonzepte identifiziert. Als Resultat der Entwicklung stehen für die einzelnen Komponenten nachfolgende Ergebnisse:

Topologie:

Für eine unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten erfolgreiche Integration des Elektrofahrzeuges in die bestehende Flotte ist es essentiell, als Ausgangspunkt der Einsatzplanung für das E-Fahrzeug zunächst die bestehende Tour (bzw. das Tourengefüge) anhand der vorhandenen Stopp-Punkte zu analysieren und in die grundlegenden Topologien (Stern-, Ring-, Linien-, bzw. verknüpfte Strukturen) zu zerlegen. Auf Basis dessen ist es möglich, die Tour unter Beachtung der angesprochenen Restriktionen in Bezug auf die zu absolvierenden Wegstrecken (Streckensegmente) zwischen den Stopps zu optimieren. Dies kann, wie im Fall unseres Anwendungsszenarios, durch das gezielte Streichen einzelner Tourenpunkte und das Hinzufügen geografisch näherer Punkte von anderen Touren gelingen. Somit kann als eines der zentralen Projektergebnisse im Teilvorhaben die These:

„Die Integration eines Elektrofahrzeuges in den bestehenden Fuhrpark bedingt unter Nutzung der derzeit am Markt verfügbaren Fahrzeugtechnik eine Anpassung des gesamten Tourengefüges“.

abgeleitet werden.

Monitoring-Optionen:

Bedingt durch die mangelnde Reichweite und die nicht vorhandene Schnelladefähigkeit des Fahrzeuges entfällt auf ein zentrales Monitoring des Fahrzeuges eine zentrale Bedeutung. Dies umfasst sowohl die Echtzeitüberwachung hinsichtlich Tourenfortschritt und aktuell verfügbarer Menge an Energie, aber ebenfalls ein wirtschaftliches Monitoring zwecks Durchführung der wirtschaftlichen Betrachtung. Aus diesem Grund kann die nachfolgende These formuliert werden:

„Der wirtschaftliche Einsatz sowie die optimale Auslastung des Fahrzeuges bedingt die präzise Überwachung des Fahrzeugzustandes hinsichtlich Position und Energiebedarf“.

Steuerungsoptionen:

Erfahrungen aus dem Projekt belegen, dass die Reichweitenermittlung sowie der Einfluss der Witterung die zentralen Steuerungselemente zur Auswahl geeigneter Routen und Topologien für das Elektrofahrzeug sind. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass der Fahrer des Elektrofahrzeuges durch seine Fahrweise den größten Einfluss auf die Fahrzeugreichweite ausübt. Aus diesem Grund ist eine, durch ein zentrales System bereitgestellte, Unterstützung und Steuerung des Fahrers für den Betrieb von Elektrofahrzeugen von wesentlichen Interesse. Zusammenfassend kann folgende These abgeleitet werden:

„Die Steuerung der Tourendurchführung von Elektrofahrzeugen muss auf Basis einer Reichweitenermittlung erfolgen. Darüber hinaus ist die Steuerung und gezielte Beeinflussung der Fahrweise des Fahrers aufgrund des hohen Einflusses auf die Reichweite essentiell“.

Ladekonzepte

Als vierte Komponente eines Einsatzkonzeptes ist das für Elektrofahrzeuge wichtige Ladekonzept von besonderem Interesse.

Die bewährte Lösung ist dabei die Fahrzeugladung an firmeneigenen Ladevorrichtungen am Standort. Dies birgt den Vorteil der hohen Verfügbarkeit der Infrastruktur sowie der Nutzung von dem Gewerbe gewährten günstigen Tarifen seitens der Energieversorger.

Für eine bestmögliche Integration des Elektrofahrzeuges in den alltäglichen Tourenplan besteht bei Elektrofahrzeugen zusätzlich die Möglichkeit zu Zwischenladevorgängen während der Tour, um Defizite in Bezug auf die begrenzte Fahrreichweite kompensieren zu können.

Um jedoch einen Zwischenladestopp auf einer Tour zu integrieren, müssen die nachfolgenden und im Rahmen des Projektes identifizierten Restriktionen beachtet werden:

1. Verfügbarkeit der Ladesäulen,
2. Ladeleistung der Ladesäulen,
3. Kompatibilität zum Fahrzeug,
4. Ladetechnik des Fahrzeuges,
5. Zeitdauer des Ladens,
6. Kompatibilität mit dem Abrechnungssystem der Ladesäule (Nutzungsvereinbarung),
7. mögliche Mehrkosten der Schnellladung durch Auswirkungen auf die Batterielebensdauer bzw. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung,
8. Akkuwechselsystem.

Da aufgrund der limitierten Reichweite der Einsatzradius des eingesetzten Elektrofahrzeuges auf das Stadtgebiet von Erfurt konzentriert ist, wurden alle relevanten Parameter zu den verfügbaren öffentlichen und halböffentlichen Ladestationen erfasst und klassifiziert.

Im Ergebnis dessen steht, dass das genutzte Fahrzeug vom Typ Mercedes E-Cell mit allen öffentlichen Ladestationen kompatibel ist und auch die Kompatibilität zum Abrechnungssystem gegeben ist. Aufgrund des speziell benötigten Anschlusskabels (Anschlussart B) ist jedoch die Nutzung von Wall-Boxen mit fest installierten TYP 2 Anschlusskabeln nicht möglich. Darüber hinaus sind wünschenswerte Voraussetzungen für eine optimale Integration von Elektrofahrzeugen in die Tourenplanung:

- **Reservierung für ein bestimmtes Zeitfenster**

Zwar besteht die Möglichkeit bei den meisten Ladestationen im Stadtgebiet von Erfurt den aktuellen Status hinsichtlich aktuell ladender Fahrzeuge einzusehen, jedoch ist die Reservierung einer Ladesäule nicht vorgesehen. Auch kann nicht im Vorfeld sichergestellt werden, dass die Ladesäule möglicherweise von anderen Fahrzeugen blockiert wird. Darüber hinaus besteht zudem keine Möglichkeit der Integration des aktuellen Zustandes der Ladesäule hinsichtlich Belegung in das im Rahmen des Gesamtvorhabens entwickelte IKT-System.

Für die Ableistung der geplanten Tour bedeutet dies, dass mögliche Zwischen-Lade-Stopps nur unter dem hohen vorliegenden Risiko des Belegungsstatus der Ladesäule fest in den Tourenablauf integriert werden können.

- **Schnelladefähigkeit**

Aufgrund der Möglichkeit zur Erhöhung der Reichweite während der Tourdurchführung durch Zwischenladevorgänge kann die Fähigkeit der Schnellladung als elementare Stellgröße für den Fahrzeugeinsatz angesehen werden. Im Speziellen kann so eine 5-mal höhere Menge Energie in identischer Zeit aufgenommen werden.

Leider sind die derzeit am Markt verfügbaren (Serien-)Fahrzeuge für den Logistikbereich nicht schnelladefähig, sodass für eine vollständige Fahrzeugladung ein Zeitfenster von 8 Stunden vorgesehen werden muss.

- **Batteriewechsel-System**

Bei elektromotorisch angetriebenen Fahrzeugen wird die Fahrreichweite maßgeblich durch die verbaute Batterie und für die Integration von Zwischenladestopps durch die verfügbare Ladeleistung beeinflusst.

Idee eines Batteriewechselsystems ist es, die Reichweite des Fahrzeuges durch das Austauschen des kompletten Energiespeichers in kürzester Zeit erheblich zu steigern.

Leider ist bedingt durch die verfügbaren Fahrzeuge am Markt dieser Untersuchungsgegenstand im Projekt nicht umsetzbar.

Um den Effekt einer Zwischenladung auf einer Tour zu untersuchen, wurde in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Erfurt auf Basis der identifizierten Szenarien und Bewertungsfaktoren ein Experimentaldesign zur Ermittlung des Zusammenhangs zwischen der geladenen Menge elektrischer Energie und der verfügbaren Ladezeit entwickelt. Dies ist als Ergebnis der Voruntersuchungen für die Einplanung eines Zwischenladestopps in einer Tour erforderlich und wird in nachfolgender Grafik dargestellt:

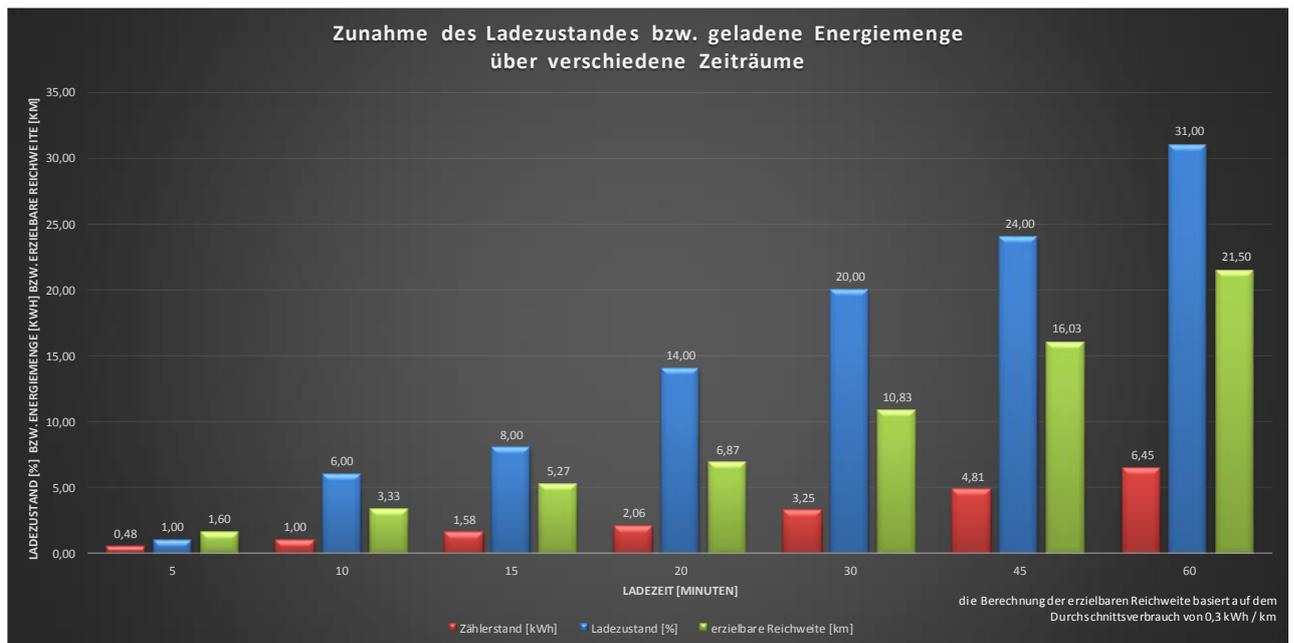


Abbildung 5: Zunahme des Ladezustandes, geladene Energiemenge und erzielbare Reichweite (Vito E-Cell)

Da die Herausforderung der Integration von Zwischenladestopps darin liegt, die Zeitdauer für die Tour nicht zu verlängern, besteht die Möglichkeit, die gesetzlich vorgeschriebene Pausenzeit von 45 Minuten für das Zwischenladen zu nutzen. Möglich ist dies selbstverständlich nur, wenn eingeschränkt durch den geplanten Ablauf der Tour eine Ladesäule sinnvoll erreicht werden kann. Innerhalb der vorgeschriebenen Pausenzeit besteht so zusammenfassend die Möglichkeit der Zunahme des Ladezustandes um 24 %. Bezogen auf den durchschnittlichen Energieverbrauch des Fahrzeuges bedeutet dies einen Reichweitengewinn von 16 km.

Die genannten Vorüberlegungen und Konzepte wurden im Rahmen des Projektes unter Nutzung des Fahrzeuges vom Typ Mercedes Vito E-Cell praktisch erprobt. Elementares Ziel war es, auf Basis der Vorüberlegungen Touren und Tourabläufe zu identifizieren, wie das Elektrofahrzeug möglichst wirtschaftlich eingesetzt werden kann.

Begonnen wurde mit dem Vergleich der im Unternehmen etablierten Touren mit den Möglichkeiten eines Elektrofahrzeuges unter der Prämisse der Identifikation wirtschaftlicher Touren auf Basis der von der Fachhochschule Erfurt durchgeführten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Elementare Ergebnisse dieser Betrachtung sind:

- der wirtschaftliche Einsatz des Elektrofahrzeuges kann nur durch ausreichend große Laufleistungen gelingen.
- Dies ist möglich durch
 - o die Anpassung bestehender Logistikkonzepte mit Ziel der Erhöhung der Stoppdichte,
 - o die Anpassung der Ladekonzepte mit Ziel der Erhöhung der Reichweite.

Zur Umsetzung dessen erforderte es in unserem Unternehmen eine umfassende Anpassung der Touren. In unserem Unternehmen existiert eine feste Routenplanung, welche bedarfsorientiert angepasst wird. Insgesamt existieren 18 fixierte Touren, die jeweils ein Gebiet und Tourlängen von 50 bis 600 Kilometer Länge umfassen. Lokal gesehen sind die Einsatzgebiete wöchentlich identisch.

Jedoch werden aufgrund unterschiedlicher Durchlaufzeiten pro Woche andere Automaten angefahren. Alle 4 Wochen wiederholen sich die Touren.

Um das Elektrofahrzeug auf Basis der entwickelten Einsatzkonzepte zu integrieren, war eine umfassende Anpassung mehrerer Touren erforderlich, da die Reichweite des Elektrofahrzeuges (vor allem bei niedrigen Temperaturen im Winter) für die geplante Tour geringer als erwartet ausfiel. In einem ersten Schritt wurden die vorhandenen Touren und insbesondere deren Stopps visualisiert und nach den dargelegten Topologien klassifiziert. Da bestimmte Automaten und auch Kunden in fixierten Zeitfenstern bedient werden müssen, musste die Neuplanung unserer Touren diese zeitliche Restriktion zusätzlich berücksichtigen.

In mehreren Iterationen konnten Tagestouren identifiziert werden, die die Reichweite des Fahrzeuges tatsächlich auslasten können. Dies gelang uns durch eine Umplanung des Tourengefüges und die damit verbundene Änderung von Touren auch für andere Fahrzeuge (Touren). Konkret wurden weit entfernte Cluster aus Abladestellen der bestehenden Tour auf andere Touren verlagert und räumlich nahe Cluster hinzugefügt. Dies wurde in Abbildung 3 verdeutlicht. Dargestellt ist beispielhaft eine Tagestour mit zugehörigen Stopps sowie deren Anpassung durch das Entfernen weit entfernter und Hinzufügen naher Tourpunkte (siehe grüne Punkte). Dadurch ist es uns möglich, das Fahrzeug im geplanten Tourrhythmus mit einer optimalen Strecke täglich einzusetzen und zugleich die Reichweite des Fahrzeuges auszuschöpfen.



Abbildung 6: Anpassung der Tagestour (links) und deren Anpassung an die Erfordernisse des Elektrofahrzeuges (rechts)

Darüber hinaus können wir das Fahrzeug analog zu einem Verbrennerfahrzeug einsetzen, ohne dass die Umplanung der Tour eine Verschlechterung bei anderen Touren bewirkt hätte. Auch die Auslastung der Arbeitszeit des Mitarbeiters ist uns durch diese Tour möglich.

Im Ergebnis kann die Anpassung unserer Tourenplanung für das Elektrofahrzeug wie folgt zusammengefasst werden:

1. Die gefahrene Strecke des Fahrzeuges entspricht der Leistungsfähigkeit des Fahrzeuges und gewährleistet zugleich eine volle Arbeitszeit des Fahrers in Höhe von 8 Stunden.
2. Die gefahrene Tour würde identisch auch mit einem konventionellen Fahrzeug gefahren werden.

Für den Winterbetrieb wird aufgrund der witterungsabhängigen geringeren Reichweite und der Notwendigkeit der Nutzung der Heizung während des Arbeitsvorganges vermutlich eine Anpassung

der Tour erforderlich. Daher wurde das Konzept der Zwischenladung zur Reichweitenerhöhung entwickelt, welches unter 2.4 beschrieben wird.

2.5. Ergebnis 5: Geschäftsmodelle für die Automatenbestückung

Teilziel des Teilvorhabens war es, konkrete Geschäftsmodelle für Automatenbestücker in innerstädtischen Lieferszenarien zu identifizieren, die einen wirtschaftlichen Fahrzeugeinsatz gewährleisten.

Ableitend bestand das Ziel folglich darin, Modelle zu identifizieren, die:

- die Reichweite der Fahrzeuge ausnutzen,
- die Reichweite des Elektrofahrzeuges erhöhen sowie
- daraus ableitend eine Tourenanpassung kongruent zu den Leistungsparametern des Elektrofahrzeuges ermöglichen.

Ausgehend von der Betrachtung der variierbaren wirtschaftlichen Faktoren innerhalb des logistischen Szenarios und der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der FHE wurden beeinflussbare Parameter identifiziert. Die nachfolgende Abbildung stellt die im Projekt beeinflussbaren Parameter grün, und die nicht beeinflussbaren Parameter rot dar.

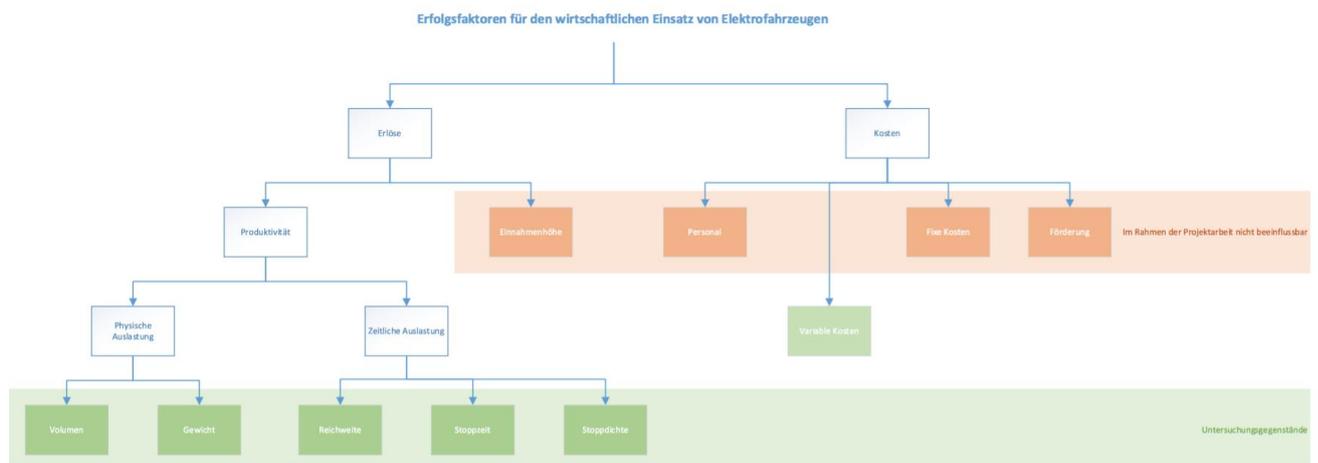


Abbildung 7: Erfolgsfaktoren für den wirtschaftlichen Betrieb von E-Fahrzeugen und deren Beeinflussbarkeit im Rahmen der Projektarbeit

Ausgehend von der Forschungshypothese „ein wirtschaftlicher Einsatz von Elektrofahrzeugen gelingt nur durch entsprechend hohe Laufleistungen“ wurden 3 konkrete Modelle abgeleitet, die geeignet sind, die Wirtschaftlichkeit des Fahrzeuges zu erhöhen:

1. Geschäftsmodell Hub-Konzept (Entwicklung durch Projektpartner eLOG)
2. Geschäftsmodell Zwischen-Ladekonzept (Entwicklung durch Projektpartner TVT)
3. Geschäftsmodell Mehrschichtbetrieb.

Auf Basis der Einsatzkonzepte konnten Tagestouren identifiziert werden, die in Bezug auf die Stoppdichte stark verdichtet wurden, sodass unter Nutzung der zur Verfügung stehenden Reichweite eine maximale Anzahl Automaten pro Tour bedient werden können. Lediglich im Winter besteht in unserem Unternehmen die Gefahr, dass aufgrund der Witterungsbedingungen und der

für die Automatenbestückung notwendigen Nutzung der Heizung die Touren nicht realisiert werden könnte.

Dafür wurden folgende Untersuchungsgegenstände definiert:

- aktuelle Restladung des Fahrzeuges,
- aktuelle Tourdauer,
- zusätzlich benötigte Ladezeit,
- Zusammenhang zwischen der Ladezeit und der in dieser Zeit zu realisierenden Ladung des Energiespeichers sowie
- aktuelle Route und der Standort der Ladesäule,

welche unter den Restriktionen

1. Erhöhung der Tourdauer,
2. Umweg zum Erreichen der Ladesäule,
3. Zustellzeitfenster und
4. Arbeitszeit (umfasst ebenso Restriktion 1 und 2)

betrachtet werden müssen.

Auf Basis der benannten Restriktionen wurden Touren definiert, bei denen das Zwischenladen zum einen erforderlich und auf der anderen Seite möglich ist. Auf Basis dieser Information wurde ein Zwischenstopp in die identifizierten Dienstags- und Donnerstagstouren integriert, welcher zugleich in die Mittagspause des Fahrers fällt. Genutzt werden dabei die öffentlichen Ladesäulen Erfurts an der Thüringenhalle und der Messe Erfurt sowie jene der Fachhochschule Erfurt. So zeigte sich schnell, dass bedingt durch die mit Fokus der maximalen und zugleich wirtschaftlichen Auslastung geplanten Touren im Winter die Nutzung des Zwischen-Lade-Konzeptes erforderlich ist.

Vorteile

- Die Anwendung des Zwischenladekonzeptes hat sich in der Erprobung als notwendig herausgestellt, da die Reichweite des Fahrzeuges für die Ableistung der Tour an manchen Tagen vollständig ausgenutzt wird und im Winter eine weitaus geringere Reichweite vorhanden ist.
- Die Einsatzzeit des Fahrzeuges und die Tourlänge kann durch das Konzept erhöht werden.
- Durch geschickte Planung und die Nutzung unproduktiver Zeiten wird die Arbeitszeit des Fahrers nicht erhöht.
- Das in SCL entwickelte System kann in der Durchführung der Tour unterstützen und dem Fahrer zeitnah und tagesspezifisch mitteilen, wann eine Zwischenladung erforderlich ist.

Nachteile

- Eine (öffentliche) Ladesäule muss ohne große Umwege auf der Tour erreichbar sein.
- Da es keine Möglichkeit gibt, eine Ladesäule zu reservieren, besteht ein erhebliches Risiko für die Tourausführung
- Den Zielkonflikt zwischen Zwischenladezeit und Arbeitszeit gilt es zu lösen.

Darüber hinaus wurde neben der Fokussierung auf Modelle, die einen für das Anwendungsszenario optimalen Fahrzeugeinsatz gewährleisten, die im Unternehmen vorhandenen Geschäftsmodelle identifiziert und hinsichtlich des Einflusses der Elektromobilität untersucht.

Der Begriff Geschäftsmodell wird dabei in der Literatur als Grundlogik eines Unternehmens definiert, die den quantifizierten Nutzen für Kunden und Partner beschreibt. Dabei wird zudem die Frage beantwortet, wie der gestiftete Nutzen an das Unternehmen zurückfließt (vgl. Schallmo (2013), S.16).

Methodisch wurde das Geschäftsmodell unseres Unternehmens anhand des Business Model Canvas (BMC) analysiert (vgl. Osterwalder und Pigneur (2011), S.18ff). Dieses Model ist im Besonderen dazu geeignet, bestehende Geschäftsmodelle zu analysieren, zu visualisieren, zu bewerten, zu testen sowie die Wechselwirkung der einzelnen Bestandteile gerade mit Fokus auf deren wirtschaftliche Auswertung zu beleuchten. Die nach dem Business Model Canvas differenzierten Bestandteile des Geschäftsmodells sind für unser Unternehmen wie folgt zu beschreiben:

Ausgehend vom **Werte-Angebot**:

- Einkauf (Bündelung)
- Kommissionierung
- Lagerhaltung
- Distribution der Tabakwaren

Entsprechende **Schlüsselaktivitäten** sind:

- Beschaffungsmanagement
- Logistik (Transport und Einsatzplanung)
- Lager / Kommissionierung
- Standortbestimmung und -akquise für Automaten

die auf folgende **Schlüsselressourcen** angewiesen sind:

- IT-System Logistik
- IT-System Bestellung
- IT-System Lager
- mit entsprechender Sicherheitstechnik ausgerüstete Fahrzeuge
- Zigarettenautomaten inkl. der zugehörigen IT-Auslese-Technik
- Mitarbeiter

Schlüsselpartner sind dabei:

- Tabakwarenhersteller
- Logistikpartner (Wareneingang Lager)
- Unternehmen (bspw. Gastronomie), welche geeignete Plätze für die Aufstellung von Automaten bereitstellen

Die daraus resultierende **Kostenstruktur** setzt sich zusammen aus:

- hohen Fixkosten der Infrastruktur
- Kosten für Ressourcenverbrauch (hohe Fixkosten und unflexibel)

Kundenbeziehungen sind dabei:

- nicht exklusiv
- werden über den Außendienst (Vertrieb) akquiriert und gepflegt
- stehen in engem Zusammenhang zur Umsatz- bzw. Rabattstaffel.

Das **Kundensegment** wird durch Rechnungskunden sowie Privatkunden, die über die im Besitz unseres Unternehmens befindlichen Automaten Tabakwaren beziehen, beschrieben. Rechnungskunden sowie Automaten werden im Rahmen von Direkt-Vertrieb und Direkt-Belieferung eingebettet in Rahmentouren bedient (**Kanäle**).

Die **Einnahmequellen** sind dabei wie folgt charakterisiert:

- es existiert eine Preisbindung
- die Gewinnspanne unterliegt dem Einfluss des Gesetzgebers.

Basierend auf dem dargelegten Geschäftsmodell wurde folgend der Einfluss von Elektromobilität untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, dass in den Bereichen Werte-Angebot, Schlüssel-Aktivitäten, Schlüssel-Partner, Kundensegmente und Einnahmequellen keine Veränderungen zu erwarten sind. Keine dieser Kategorien wird derzeit von der technischen Art und Weise der Durchführung eines Transportauftrages beeinflusst. Insofern bewirkt der Einsatz von batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen innerhalb der primären Geschäftsprozesse keine Veränderungen.

Potential zur Veränderung konnte innerhalb folgender Kategorien identifiziert werden:

Kundenbeziehungen können vom Einsatz der Elektromobilität in Form von positiven Imageeffekten profitieren. Dabei sind kurzfristige und temporäre Änderungen von Rahmentouren als Bestandteil der Kanäle dahingehend zu erwarten, da Einfahrverbote für verbrennungsmotorische Fahrzeuge in sensible Verkehrsbereiche zu erwarten sind und für entsprechende Planungsanpassungen sorgen werden, wobei die Elektromobilität dabei für eine fortwährende Nutzung des jeweiligen Vertriebskanals sorgen kann.

Durch die eingeschränkte Reichweite und Größe der heute am Markt verfügbaren Elektrofahrzeuge ist im Rahmen der Schlüsselressourcen mit einem erhöhten Bedarf an Mitarbeiter- und Fahrzeugressourcen zu rechnen, da trotz der verfügbaren Fahrzeugkonfiguration auch bei einem Einsatz einer entsprechend hohen Anzahl von Elektrofahrzeugen die gleiche Zustelleistung sichergestellt werden muss. Dies lässt sich im Zweifel nur durch den Einsatz einer höheren Anzahl an Fahrzeugen und Fahrer realisieren. Diese beeinflussen im Vergleich zur aktuellen Situation im gegebenen Verhältnis die Kostenstruktur, da zusätzliche Personal- und Fahrzeugkosten zu erwarten sind. Diesen stehen jedoch zunehmende Vorteile im Bereich der variablen Kosten des Fahrzeugeinsatzes gegenüber, der aktuell jedoch nur schwer den Fixkostennachteil der Elektromobile auszugleichen in der Lage ist.

Ferner ist eine Beeinflussung im Bereich der **Einnahmequellen** zu erwarten, da diese in unmittelbarem Zusammenhang mit den Veränderungen im Kundensegment für jeden zusätzlich gewonnenen Kunden in Form von zusätzlichen Umsatzgelegenheiten durch die Aufstellung neuer Automaten erschlossen werden können.

Das Geschäftsmodell unseres Unternehmens ist abschließend formuliert, durch den Einsatz von Elektromobilität in wenigen einzelnen Bereichen beeinflusst. Der Einfluss selbst ist dabei in einigen Bereichen negativ geprägt, vor allem durch eine zu erwartende Veränderung der Kostenstruktur des Modells. Bereits heute erreichbare positive Veränderungen, vor allem im Hinblick auf Imageeffekte („Grüne Logistik“), die sich daraus ergebende Neukundenakquise und den frühzeitigen Aufbau von Spezialwissen im Bereich der Elektromobilität stehen dem gegenüber.

Nachfolgende Maßnahmen könnten die positive Beeinflussung des Geschäftsmodelles zukünftig zusätzlich durch Abbau negativer Effekte befördern:

- Schaffung von Stellflächen für Be- und Entladevorgänge von Gütern zur exklusiven Nutzung durch E-Fahrzeuge
- Gewährleistung von Lademöglichkeiten zum Nachladen des Energiespeichers, wichtig dabei ist die Verfügbarkeit geeigneter Anschlussysteme und Leistungsparameter der Ladeinfrastruktur
- Lockerung von lokalen und/oder zeitlichen Einfahrtbeschränkungen für E-Fahrzeuge
- Maximierung der fahrzeugseitig verfügbaren Reichweite
- Minimierung von Unproduktivzeiten des Fahrzeuges durch Ladevorgänge (Schnellladefähigkeit)
- Ausweitung des am Markt verfügbaren Fahrzeugportfolios vor allem im Hinblick auf das Fahrzeugsegment größerer Fahrzeuge der 3,5t Sprinter-Klasse
- Minimierung der Deltas der Anschaffungskosten von Elektrofahrzeugen im Vergleich zu verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugen.

2.6. Ergebnis 6: Handlungskonzept für Kommunen

In enger Zusammenarbeit mit der Stadt Erfurt (gleichbedeutend für andere Kommunen) bestand ein elementares Projektziel darin, Handlungskonzepte zu identifizieren, die die spezifischen Anforderungen der elektromobilen Logistik an Kommunen beschreiben. Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse und Anforderungen beruhen dabei auf Recherchen im Forschungsfeld, Anforderungen von Seiten unseres Unternehmens sowie den weiteren im Projekt beteiligten Logistikpartnern und externen Logistikunternehmen.

- a) Schaffung von Stellflächen für Be- und Entladevorgänge von Gütern zur exklusiven Nutzung durch E-Fahrzeuge
- b) Gewährleistung von Lademöglichkeiten zum Nachladen des Energiespeichers, wichtig dabei ist die Verfügbarkeit geeigneter Anschlussysteme und Leistungsparameter der Ladeinfrastruktur
- c) Verfügbarkeit der Belegungsinformation bzw. Leitsysteme zu freien Stellflächen, Möglichkeit der Reservierung von Stellfläche und Ladepunkt
- d) Stellflächen sollten in Abstimmung mit den Logistikdienstleistern nach Möglichkeit in die bereits existierenden „Ladezonen“ der Stadt Erfurt integriert werden. Idealerweise sollte das Gesamtangebot der Ladezonen jedoch um exklusive Stellflächen für Elektrofahrzeuge erweitert werden.
- e) Die Mitbenutzung von Busspuren wurde im Rahmen des Arbeitspakets an verschiedenen Stellen diskutiert. Für eine abschließende Empfehlung wären jedoch umfangreichere

Untersuchungen notwendig. Eine Abwägung der jeweiligen Vor- und Nachteile muss voraussichtlich auch von Fall zu Fall separat erfolgen.

- f) Lockerung von lokalen und/oder zeitlichen Einfahrtbeschränkungen für E-Fahrzeuge.
- g) Neben einer stets gewünschten Anschubförderung im Bereich der Fahrzeugbeschaffung wurden finanzielle Anreize bspw. im Bereich von Parkgebühren, Kosten für Einfahrgenehmigungen (Begegnungszone) und Sondertarife für Strom für das Laden des Energiespeichers als Instrument zur Förderung der grundsätzlichen Bereitschaft zum Einsatz von elektrisch betriebenen Fahrzeugen für die Innenstadtbelieferung diskutiert.
- h) Die frühzeitige Verfügbarkeit von Informationen über Verkehrsstörungen und Streckensperrungen ggf. mit plausiblen Ausweichempfehlungen.

Ferner wurden vor allem von externen Erfahrungsträgern folgende Maßnahmen eingebracht, um Elektrofahrzeuge effizienter in die Logistikprozesse einbinden zu können:

- i) Umwidmung von speziellen Einbahnstraßen (Richtungsverlauf) zur Vermeidung von Umwegen und einer effektiveren Nutzbarkeit der Reichweite.
- j) Anpassung von Tempolimits an Gefällestrecken, um hinreichende Ausrollung und Rekuperation, also die Erweiterung der Reichweite zu ermöglichen.

Im Rahmen der Bewertung wurden die genannten flankierenden Maßnahmen im Rahmen einer Portfolio-Analyse hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und dem prognostizierten Aufwand der Umsetzung bewertet. Die Ausprägung der einzelnen Merkmalssymbole, also der Durchmesser des entsprechenden Symbols im Diagramm kennzeichnet das Verhältnis aus voraussichtlicher Wirksamkeit zum notwendigen Aufwand zur Umsetzung. Ist der prognostizierte Nutzen hoch und der Umsetzungsaufwand gering, so besitzt das Symbol der dargestellten Maßnahme einen vergleichsweise großen Durchmesser.

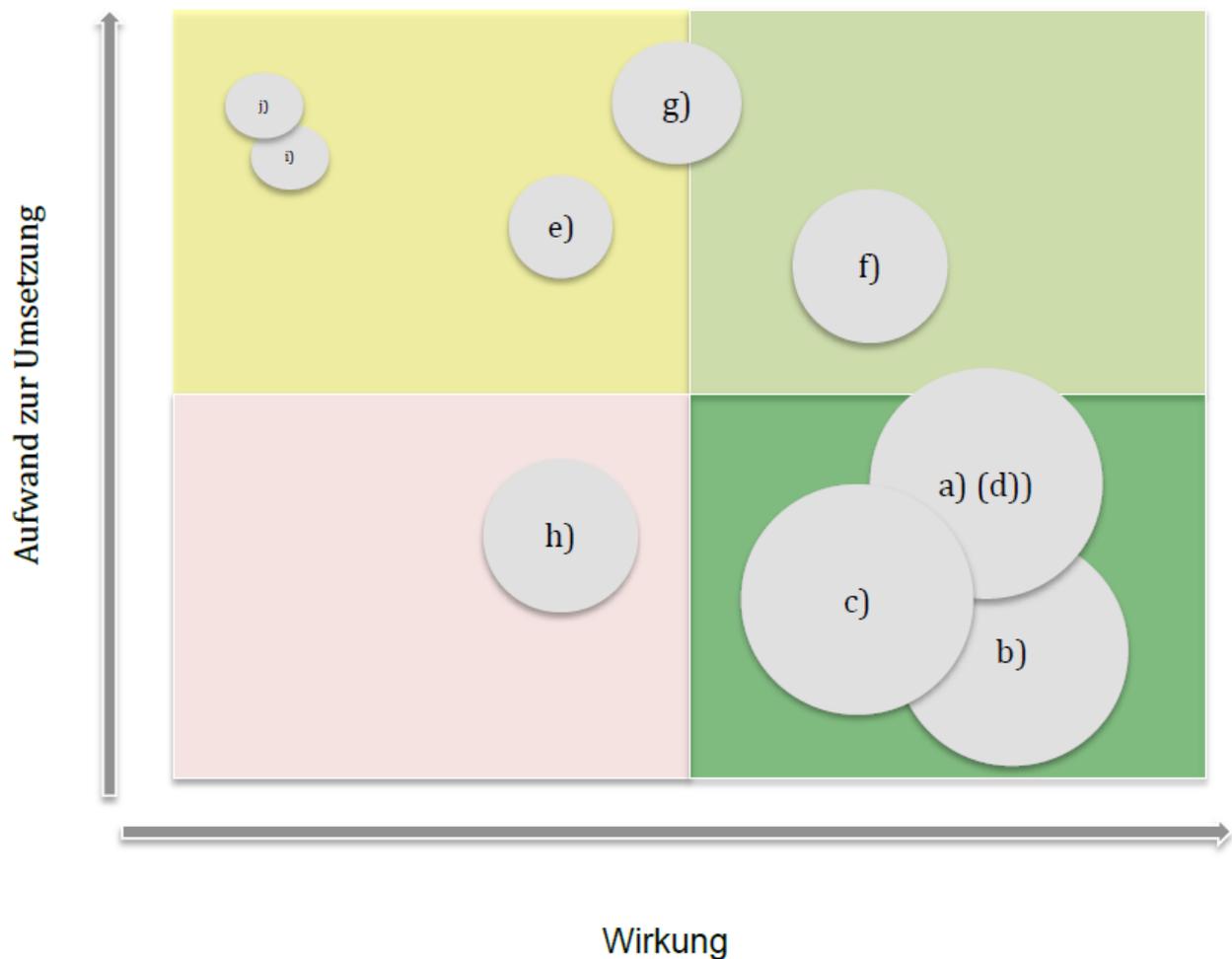


Abbildung 8: Portfolio-Analyse zur Bewertung flankierender Maßnahmen

Die Darstellung zeigt, dass vor allem die Maßnahmen a), b) und c) einen hohen Nutzwert erreichen werden, da die Schaffung von Stellflächen zur exklusiven Nutzung durch E-Fahrzeuge aber auch die Gewährleistung von Lademöglichkeiten des Energiespeichers sowie die Belegungsinformation einen verhältnismäßig geringen Aufwand zur Umsetzung erfordern.

Einen vergleichsweise geringen Nutzwert wird für Maßnahme e) erwartet. Die Mitbenutzung von Bus- und Sonderspuren bedarf zunächst einem hohen Vorbereitungsanlauf hinsichtlich der Verkehrsregelungstechnik. Weiterhin ist die Wirkung dieser Maßnahme vor dem Hintergrund der zunehmenden Anzahl von E-Fahrzeugen im Straßenverkehr kritisch zu betrachten, da die Zweckmäßigkeit bei massiver Benutzung nicht mehr sichergestellt werden kann.

Maßnahme g) bedarf einen wiederum hohen Verwaltungsaufwand zur Umsetzung. Neufassung von Gebührenordnungen, Sondergenehmigungen usw. sind nicht ohne weiteres umsetzbar. Der zu erwartende finanzielle Anreiz ist zudem gering. Der Nutzwert dieser Maßnahme ist demzufolge als ebenfalls gering einzuschätzen, wohingegen eine Lockerung der Einfahrtbeschränkung (Maßnahme f)) wesentlich effektiver und zudem im Hinblick auf den zu erwartenden Umsetzungsaufwand einfacher sein wird.

Informationen über Streckensperrungen und Verkehrsstörungen (Maßnahme h)) werden mit überschaubarem Aufwand umzusetzen sein. Eine exklusive Bereitstellung dieser Informationen für E-Fahrzeuge wird jedoch auch nur eine überschaubare Wirkung im Sinne der Förderung von E-Fahrzeugen entfalten.

Die letztendlich angesprochene Umwidmung von Einbahnstraßen (Änderung der Durchfahrtsrichtung) und die Aufhebung von Geschwindigkeitsbeschränkungen zur besseren Ausrollung des E-Fahrzeuges werden nur mit Informationscharakter beschrieben.

Festzuhalten bleibt als Resümee, dass sich für die Verbesserung der Rahmenbedingungen für die innerstädtische Belieferung mit Elektrofahrzeugen vor allem die Maßnahmen in Richtung Ladeinfrastruktur und speziellen Ladezonen für Elektrofahrzeuge als überaus erfolgversprechend darstellen.

2.7. Ergebnis 7: Systemerprobung, Erprobungsdaten und bewertete Erprobungsergebnisse

Ziel des Projektes SMART CITY LOGISTIK Erfurt war es, ein IKT-System zur Unterstützung des Einsatzes von Elektrofahrzeugen in unterschiedlichen innerstädtischen Lieferszenarien zu entwickeln. Darüber hinaus wurde durch die entwicklungsbegleitende Erprobung der Einsatz von Elektrofahrzeugen in der City-Logistik projektübergreifend erprobt. Aus diesem Grund wurde das Elektrofahrzeug vom Typ Mercedes Vito E-Cell bereits frühzeitig in das reguläre Tourengefüge integriert. So war das Gewinnen von Erkenntnissen aus dem Fahrzeugeinsatz bereits frühzeitig gegeben.

Das Fahrzeug wurde dabei auch anderen Projektpartner wie beispielsweise der Fachhochschule Erfurt zur Unterstützung der Parameterdatenerfassung für spezifische Test- und Prüfstandsfahrten überlassen. Darüber hinaus wurden ebenfalls über die gesamte Projektlaufzeit fahrzeugspezifische Daten hinsichtlich Position und CAN-Parametern erfasst und der weiteren Auswertung bzw. Weiterverarbeitung im Rahmen der Anlernphase des von der Friedrich-Schiller-Universität entwickelten Reichweitenmodells zugeführt.

Während der gesamten Projektlaufzeit wurde zudem die Qualität der Datenerfassung sukzessive gesteigert und optimiert. Zunächst wurde das durch die Fachhochschule Erfurt entwickelte und zugleich elektromobilitätsspezifische Fahrtenbuch für die detaillierte Aufzeichnung von vor allem den die Reichweite bestimmenden Parametern genutzt. Ein erster Qualitätsanstieg konnte durch den Einbau von GPS-Daten-Logger-Geräten erzielt werden. Diese Geräte unterstützen neben der Aufzeichnung der Fahrzeugroute simultan die Aufzeichnung von CAN-Daten. Bereits 1 Jahr vor Projektende wurden die benannten Logger durch erste Versionen der IEVE-FTÜ ergänzt, welche als resultierendes Produkt aus dem Projekt zugleich die fahrzeugexterne Kommunikation mit dem SCL-Gesamtsystem und die fahrzeuginterne Kommunikation mit dem mobilen Endgerät sowie mögliche Frachtzustandsüberwachung realisiert.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass im Rahmen des Projektes und zugleich während der gesamten Projektlaufzeit ein alltäglicher Einsatz des Fahrzeuges realisiert werden konnte. Die darauf basierenden Erfahrungen zu Einsatzkonzepten und allgemeinen Randbedingungen des Fahrzeugeinsatzes konnten so ebenso wie die erhobenen Daten permanent in die sich entwickelnde Plattform, auch als neu hinzukommende Anforderungen, einfließen.

In der vierten Projektphase „Demonstratoraufbau“, einer Phase in der das System bereits in einer ersten Version vorlag, wurde ein Konzept zur Integration der im Konsortium entwickelten Gesamtlösung erarbeitet. Aufgrund des Funktionsumfangs der Plattform wurde jedoch entschieden, zu Beginn und während der Testphase lediglich die im Bestandssystem hinterlegten Tour-Daten für das Elektrofahrzeug mit dem SCL-System zu vernetzen. Ziel ist es jedoch, mittel- und langfristig auf das im Konsortium entwickelte System umzustellen und die bestehenden Systeme abzuschaffen. Die Anbindung an das System konnte Anfang 2016 erfolgen.

Darüber hinaus wurde neben den aufgestellten Integrationskonzepten übergreifend für das gesamte Konsortium ein Erprobungskonzept für den im Rahmen des Projektes durchgeführten Feldtest erstellt. Ziel des Konzeptes war es, eine einheitliche Erprobung aller Einzelkomponenten und Funktionen des IKT-Systems zu erproben, Verantwortlichkeiten festzulegen und zugleich die gebotenen Features mit den zuvor gestellten Erwartungen abzugleichen. Einen großen Einfluss dazu hat unser Unternehmen, indem das gesamte System während der Demonstrationsphase im Live-Betrieb eingesetzt wurde. Erfahrungen aus dem Feldtest zeigen, dass alle technischen Systeme und Workflows funktionsfähig sind und die von unserem Unternehmen geforderten Prozesse sowie die im Rahmen des Projektes entwickelten Konzepte unterstützen.

Im Besonderen zeigte sich, dass die Plattform durch die bereits erwähnten offenen Schnittstellen für einen schnellen Datenimport zu Bestandssystemen hervorragend geeignet ist, sodass der reine Touren-Import unproblematisch möglich ist. Darüber hinaus bietet die Plattform Funktionen der Fahrzeugortung sowie der Überwachung der Reichweite. Das durch den Projektpartner Navimatix entwickelte Fahrerassistenzsystem DAC, welches zugleich als „Sprachrohr“ der Plattform zum Fahrpersonal fungiert, steht dabei für uns an zentraler Stelle. Durch die im Hintergrund ausgeführte Berechnung der Reichweite sowie deren permanente Überwachung durch das Reichweitenmodell wird dem Fahrer aufgrund von Erfahrungswerten ein erheblicher Mehrwert geboten und vor allem Reichweitenbedenken genommen. Es bleibt festzuhalten, dass gerade bei unerfahrenen Fahrern durch den Einsatz der Plattform das Vertrauen in die Nutzung eines Elektrofahrzeuges wächst.

Weitere Details zum Feldtest wurden im konsortialen Abschlussbericht sowie im Rahmen des in der Arbeitsgruppe Anwendungsszenarien erstellten Ergebnisberichtes zum Feldtest dargelegt.

Ein weiteres Ergebnis in diesem Zusammenhang beruht auf der wirtschaftlichen Bewertung des eingesetzten Elektrofahrzeuges im Szenario der Automatenbestückung. Für diese Bewertung wurden reale Fahrzeugdaten sowie wirtschaftliche Parameter herangezogen, die über den gesamten Fahrzeugeinsatz hinweg erhoben wurden. Im Vergleich dazu wurden wirtschaftliche Kenngrößen eines Vergleichsfahrzeuges herangezogen. Dieses Vergleichsfahrzeug wird dabei im gleichen Szenario und auf einer, bezogen auf die Tour des Elektrofahrzeuges, ähnlichen Tour eingesetzt. Die Datenauswertung wurde dabei durch die Fachhochschule Erfurt durchgeführt.

Im Ergebnis der wirtschaftlichen Betrachtung steht leider, dass das Elektrofahrzeug in keinem denkbaren Szenario wirtschaftlich dargestellt werden kann. Die Gründe dafür liegen vor allem in nachfolgend dargestellten Punkten:

- Das eingesetzte Fahrzeug vom Typ Mercedes Vito E-Cell wurde nicht in Serie produziert, sondern im Rahmen einer Konzeptstudie von Mercedes. Die in etwa 60 gebauten Fahrzeuge wurden anschließend zu sehr hohen Leasing-Gebühren an interessierte Nutzer

verleast. Dabei liegen im Vergleich zu einem verbrennermotorisch angetriebenen Fahrzeug mit vergleichbarer Ausstattung die Leasingraten um den Faktor größer drei höher.

(Aufgrund der benötigten Lademenge musste aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit von E-Fahrzeugen für den Logistikbereich auf das gewählte Fahrzeug zurückgegriffen werden)

- Erheblich höhere Anschaffungskosten im Vergleich zu Verbrenner-Fahrzeugen
- Geringer Effekt der niedrigeren variablen Kosten und dem damit einhergehenden Kostenvorteil aufgrund des niedrigen Treibstoffkostenniveaus während der Projektlaufzeit

Die nachfolgende Abbildung stellt die bereits angeführten Argumente in einer grafischen Form dar.

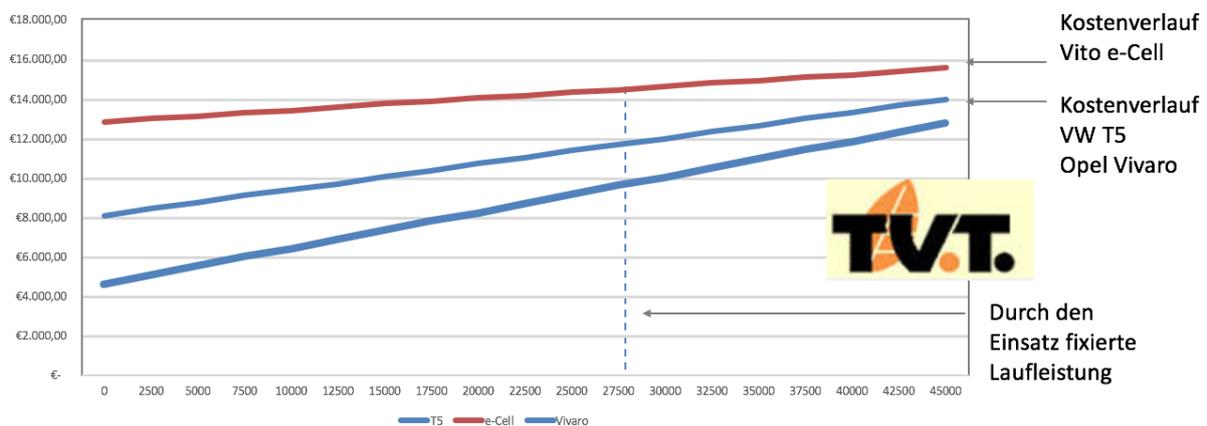


Abbildung 9: Kostenverläufe von konventionell und elektromotorisch angetriebenen Fahrzeugen bei TVT

Deutlich sind unmittelbar die hohen Fixkostenunterschiede des Elektrofahrzeuges und des Vergleichsfahrzeuges. Auch wurde festgestellt, dass der Kostenvorteil durch niedrigere variable Kosten des Elektrofahrzeuges niedriger als erwartet ausfiel. Dies ist auf wesentlich höhere Energieverbrauchswerte als jene nach Herstellerangabe zurückzuführen.

Aus den genannten Gründen bleibt somit festzuhalten, dass nur durch sehr hohe Fahrleistungen der vorhandene variable Kostenvorteil die hohen Fixkosten zu kompensieren vermag.

Ausgehend von der wirtschaftlichen Betrachtung des Einsatzes von Elektrofahrzeugen soll im letzten Teil dieses Abschnittes auf die Akzeptanz seitens Fahrern und Kunden eingegangen werden.

Über alle Einsatzszenarien im Projekt hinweg ist die Akzeptanz für einen neuen Fahrer eines Elektrofahrzeuges gering. Begründet werden kann diese Aussage durch vorherrschende Reichweitenbedenken und die damit einhergehende Skepsis gegenüber der neuen Technologie.

Das Fahrpersonal gewöhnt sich jedoch schnell an die intrinsischen Restriktionen des Fahrzeuges und gewinnt mehr und mehr Spaß am Fahren. Belegt werden kann diese Aussage durch die nachfolgende Grafik, welche einen Zusammenhang zwischen der Zeit und der durchschnittlichen Geschwindigkeit auf der Tour zeigt. Dargestellt wird, dass die durchschnittliche Geschwindigkeit des Fahrers mit zunehmender Zeit ansteigt. Dies ist auf einen fortschreitenden Eingewöhnungsprozess des Fahrers zurückzuführen. Wird der Verbrauch des Fahrers betrachtet, so liegt im Ergebnis ebenfalls eine kontinuierliche Steigerung des SOC-Verbrauches im Zeitverlauf vor. Diese Ergebnisse zeigen noch einmal mehr die Notwendigkeit einer zentralen Instanz in Form einer übergeordneten IKT-Steuerungsplattform auf, welche den Fahrer durch kontinuierliche Hinweise auf den

Energieverbrauch und damit auf das Erreichen wirtschaftlicher Zielparameter hinweist. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass eine Beschleunigung der Eingewöhnungsphase an Elektrofahrzeuge durch intensive Fahrerschulungen erzielt werden kann.

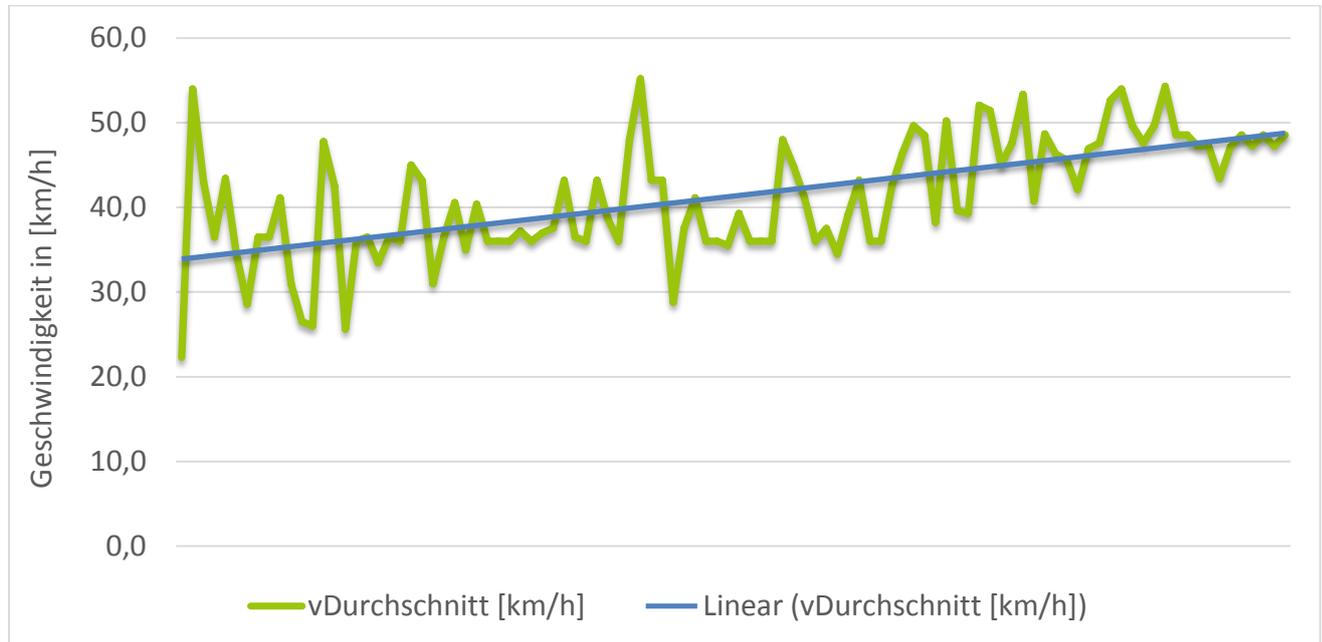


Abbildung 10: Lern- und Gewöhnungseffekte der Fahrzeugführer

Betrachtet man die kundenseitige Akzeptanz von Elektrofahrzeugen in der Logistik, so stellt man schnell fest, dass die Präsenz eines Elektrofahrzeuges wahrgenommen wird und zugleich auch Interesse an der Technik besteht. Die Akzeptanz auf Kundenseite liegt demnach zweifelsohne vor oder kann als neutral bewertet werden. Leider ist es im Anwendungsfall nicht möglich, monetäre Vorteile durch den Einsatz elektromotorisch betriebener Fahrzeuge kundenseitig zu realisieren.

2.8. Zusammenfassung der Ergebnisse

Zusammenfassend konnte im Rahmen der Entwicklungstätigkeit sowie der laufenden Erprobung im Teilvorhaben aufgezeigt werden, dass es auch zu einer frühen Phase des Markthochlaufes möglich ist, innerstädtische Belieferungen unter Nutzung von Elektrofahrzeugen durchzuführen. Dafür ist es erforderlich, geeignete Konzepte zu erarbeiten, die den Einsatz von Elektrofahrzeugen unterstützen und zu einem wirtschaftlichen Einsatz beitragen können.

Im Rahmen des Teilvorhabens wurden dafür Konzepte entwickelt, wie Touren für Elektrofahrzeuge ausgestaltet werden müssen, um das Fahrzeug im entsprechenden Szenario gegen ein konventionelles Fahrzeug substituieren zu können. Im Ergebnis dessen steht, dass wenn die gegebenen Voraussetzungen eines jeden Unternehmens vor allem hinsichtlich der Tourlänge mit der Reichweite eines Elektrofahrzeuges korrespondieren, ein Einsatz von Elektrofahrzeugen möglich ist.

Durch eine geschickte Zusammenstellung der vom Elektrofahrzeug zu absolvierenden Rahmentouren hinsichtlich der Möglichkeiten eines Elektrofahrzeuges konnte der Fahrzeugeinsatz dahingehend wirtschaftlich gestaltet werden, dass die Arbeitszeit des Fahrpersonals vollständig ausgeschöpft werden konnte. Im Ergebnis bedeutet dies, dass der Fahrer seine Regel-Arbeitszeit

von 8 Stunden mit dem Fahrzeug erreicht. Bedingt durch externe Einflüsse ist es jedoch notwendig das Fahrzeug bei Temperaturen unter 5 Grad Celsius an mehreren Tagen in der Woche zwischenzuladen. Durch eine effiziente Planung ist es unter den oben genannten Restriktionen möglich, Zeitfenster zu definieren, an denen eine Zwischenladung möglich ist und simultan unproduktive Zeiten des Fahrzeuges wie beispielsweise die gesetzliche Pausenzeit des Fahrers genutzt werden können.

Leider wurde festgestellt, dass in dem frühen Stadium des Hochlaufes der Elektromobilität sowie zum Anschaffungszeitpunkt des Fahrzeuges nicht von einem wirtschaftlichen Einsatz des Fahrzeuges ausgegangen werden kann. Lediglich unter Realisierung von sehr hohen Laufleistungen bestünde bedingt durch den vorliegenden variablen Kostenvorteil die Chance, den hohen Fixkostenanteil zu reduzieren. Dieser Faktor stellt leider zum Zeitpunkt der Verfassung dieses Berichtes einen erheblichen Hinderungsgrund für den großflächigen Einsatz von Elektrofahrzeugen in der Logistik dar, welcher jedoch zukünftig durch die verabschiedete Kaufprämie und die damit einhergehende Annäherung der Fixkosten bzw. Anschaffungskosten kompensiert werden wird.

Auf Seiten der Fahrer besteht nach anfänglicher Skepsis und der nicht vorhandenen Erfahrung mit elektrisch betriebenen Fahrzeugen zunächst Adaptionsbarrieren, welche sich allerdings im Zeitverlauf selbst regulieren oder durch Schulungsmaßnahmen gesteuert aktiv reduziert werden können. Kundenseitig besteht Interesse an der neuen Technologie und vor allem an einer lokal emissionsfreien Belieferung. Leider kann durch diesen Ansatz derzeit noch kein zusätzlicher Gewinn realisiert werden.

Während der Felderprobung hat sich gezeigt, dass viele Hemmnisse gegenüber der Elektromobilität zusätzlich durch die Einführung einer elektromobilitätsspezifischen IKT-Systemplattform abgebaut werden können. Die Plattform gibt dem Fahrer des Elektrofahrzeuges in erster Linie Sicherheit, sodass er zu jedem beliebigen Zeitpunkt eine Entscheidungshilfe, ob die Tour noch geschafft werden kann, vorliegen hat. Im negativen Fall besteht die Möglichkeit, Hinweise zu geben, wo die nächste Ladestation für das Zwischenladen genutzt werden kann und wie lang konkret geladen werden muss. Auch die wirtschaftlichen Aspekte kann die Plattform beeinflussen. Dies geschieht dadurch, dass die Plattform immer eine optimale und zugleich kosteneffiziente Route berechnet und durch die aktive Fahrerbeeinflussung den Energieverbrauch des Fahrers steuert.

3. Wichtige Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die nachfolgende Aufstellung zeigt die Gesamtkostennachkalkulation für den Zeitraum vom 01.Juli 2013 bis zum 30. Juni 2016.

	Kostenstelle	Vorkalkulation	Nachkalkulation
0837	Personalkosten	118.741,00€	78.435,94 €
0838	Reisekosten	5.600,00€	0,00 €
0850	Sonstige unmittelbare Vorhabenskosten	43.199,00€	23.558,86 €
0881	Selbstkosten des Vorhabens	167.540,00€	101.994,80 €

Tabelle 2: Kostenaufstellung aus dem Verwendungsnachweis

Die Gesamtkosten des Projektes liegen mit 101.994,80€ etwa 39,12 % unterhalb der geplanten 167.540,00 €. Die Abweichung begründet sich im Besonderen durch die verspätete Auslieferung des Erprobungsfahrzeuges Mercedes Vito E-Cell.

Dass auch die Kostenverteilung annähernd den damals getroffenen Annahmen entspricht, zeigt die nachfolgende Darstellung.

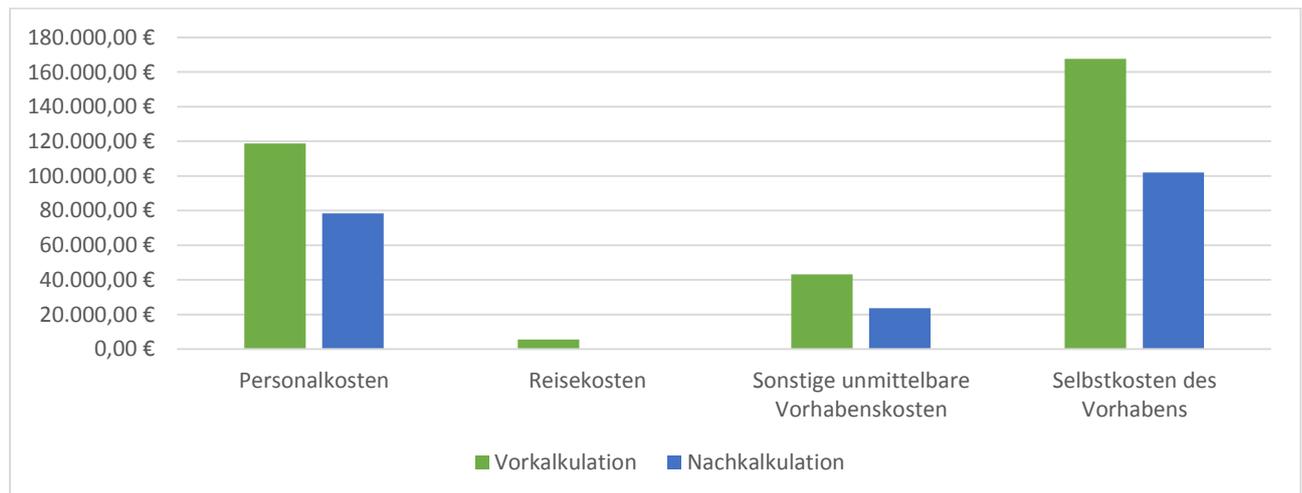


Abbildung 11: Kosten des Vorhabens

4. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die Arbeiten zur Entwicklung von Einsatzkonzepten und Geschäftsmodellen für Elektrofahrzeuge waren elementarer Bestandteil der Entwicklung einer Lösung, die eine optimale Unterstützung der elektromobilen innerstädtischen Belieferung gewährleistet.

Es zeigte sich, dass die in der Antragstellung geplanten und im Förderbescheid ausgewiesenen Mittel zur Realisierung der festgelegten Aufgaben zur Umsetzung des Gesamtvorhabens notwendig waren.

Mit den geleisteten Arbeiten wurden die Zielstellungen der im Antrag dargestellten Projektaufgaben realisiert und erreicht.

5. Voraussichtlicher Nutzen / Verwertbarkeit der Ergebnisse

5.1. Wirtschaftliche Verwertung

Die geplanten wirtschaftlichen Verwertungen wurden vor Projektbeginn im Rahmen eines Verwertungsplanes zusammengestellt und während der Projektlaufzeit bedarfsweise fortlaufend präzisiert. Die geplanten sowie bereits begonnenen Verwertungsaktivitäten zeigt die nachfolgende Tabelle:

Lfd.	Ergebnis	Verwertungsaktivität	Zeit-
------	----------	----------------------	-------

Nr.			horizont
1	Handlungskonzept Stadt Erfurt	<p>Umsetzung der vorgeschlagenen Rahmenbedingungen und Anforderungen einer elektromobilen Logistik gemeinsam mit der Stadt Erfurt</p> <p>Das Konzept mit konkreten Handlungsempfehlungen wurde im Rahmen des Projektes erstellt und wird in fortlaufenden Gesprächen mit der Stadt Erfurt diskutiert. Aller Voraussicht nach kann in einem ersten Schritt eine Ladezone speziell für Elektrofahrzeuge etabliert werden.</p>	Fortlaufend ab 03/2015
2	Geschäftsmodelle und Systemlösung	<p>Aufbau eines Leistungsangebotes und Umsetzung am Markt im Sinne einer Vermarktung der Gesamtlösung sowie im speziellen der entwickelten Geschäftsmodelle.</p> <p>Die im Konsortium beschlossene gemeinsame Vermarktung der Systemlösung wird voraussichtlich 01/2017 beginnen. Das von unserem Unternehmen entwickelte Geschäftsmodell „Zwischenladekonzept“ wird Bestandteil des Systems sein. Darüber hinaus werden wir die gewonnenen Erkenntnisse in unseren Mutterkonzern überführen.</p> <p>Im Besonderen durch die zunehmende Verbreitung von Elektrofahrzeugen in logistischen Einsätzen und die durch das System angebotene und effektive Unterstützung des Logistikers gehen wir und das Konsortium von hervorragenden Erfolgsaussichten der Gesamtlösung aus.</p>	Dez 16
3	Evaluationsbericht Demonstratoren	<p>Veröffentlichung von Erprobungsergebnissen auf einer gemeinsamen Abschlusskonferenz, in Kundenworkshops sowie eigenen Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit</p> <p>Während des 3. Kongresses SMART CITY LOGISTIK Erfurt am 1. und 2. Juni 2016 wurden gemeinsam mit der Fachhochschule Erfurt und eLOG in einem separaten Workshop „Geschäftsmodelle und Einsatzkonzepte“ die Ergebnisse des Feldtestes präsentieren und so der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.</p> <p>Kundenworkshops, Workshops mit unserem</p>	Jun 16

		<p>Mutterkonzern sowie weiteren Tochtergesellschaften und andere eigene Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit werden wir nach Projektabschluss ab 08/2016 beginnen.</p> <p>Die gemeinsamen Verwertungsaktivitäten und Marketing-Maßnahmen des Konsortiums wurden im konsortialen Abschlussbericht dargelegt.</p> <p>Darüber hinaus ist im Rahmen des 4. Kongresses SMART CITY LOGISTIK 2017 eine weitere Veröffentlichung der Projektergebnisse geplant.</p>	
4	Evaluationsbericht Demonstratoren	<p>Präsentation von Projektergebnissen vor den Mitgliedsunternehmen der DTV Tabakwaren-Vertriebsgesellschaft mbH & Co. KG sowie Empfehlung zur Adaption der Systemlösung im gesamten Unternehmen.</p> <p>Die Chancen zur Implementierung des in SCL entwickelten Systems werden in ersten Gesprächen dabei als überaus positiv bewertet.</p>	Jul 16
5	Integration der Systemlösung	Adaption der Systemlösung als Produktivsystem im Unternehmen TVT.	Ab 2017

Darüber hinaus wurde die Nutzung von Projektergebnissen für unternehmensinterne Zwecke bereits begonnen.

Zudem wird eine wissenschaftliche Verwertung der im Rahmen unseres Teilprojektes sowie im Rahmen der Arbeitsgruppe Anwendungsszenarien gewonnenen Erfahrungen und Ergebnisse durch den Projektpartner Fachhochschule Erfurt im Rahmen von Lehrveranstaltungen und wissenschaftlichen Beiträgen erfolgen bzw. ist bereits erfolgt.

6. Während der Vorhabensdurchführung bekannt gewordener Fortschritt bei anderen Stellen

Hinsichtlich der Entwicklung von Geschäftsmodellen und Einsatzkonzepten ist speziell für das Anwendungsszenario der Automatenbestückung kein Fortschritt bei anderen Stellen bekannt geworden.

7. Erfolgte und geplante Veröffentlichung der Ergebnisse

Die während der Projektlaufzeit gewonnen Erkenntnisse und Teilergebnisse wurden auf vielschichtige Weise bereits während der Projektlaufzeit veröffentlicht. SMART CITY LOGISTIK beteiligte sich als Konsortium an diversen Veranstaltungen von nationalen und internationalen Charakter. Dabei wurden Ergebnisse insbesondere der unterschiedlichen Anwendungsszenarien durch Exponate, Fachvorträge, Printmedien und persönlichen Fachgesprächen an den Interessenten weitergegeben. Darüber hinaus wurden die eigenen Projektergebnisse im Rahmen von drei

Kongressen des Projektes der aus wirtschaftlichen, wissenschaftlichen und politischen Vertretern bestehenden Zielgruppe präsentiert.

7.1. Veröffentlichungen

Durch unser Unternehmen sind keine wissenschaftlichen Veröffentlichungen geplant. Die Veröffentlichung der im Rahmen der Arbeitsgruppe Anwendungsszenarien und im Besonderen auch durch unser Teilprojekt generierten Projektergebnisse erfolgt durch den Projektpartner Fachhochschule Erfurt. Unsere Projektergebnisse fließen somit unmittelbar in die Lehre und weitere Forschung der Hochschule ein.

Darüber erzielte das Projektmarketing während der Projektlaufzeit große Erfolge hinsichtlich der Veröffentlichung von Beiträgen in Fachzeitschriften der Logistik, den lokalen Tageszeitungen sowie Rund- und Hörfunk. Im Rahmen dieser Veröffentlichungen wurden kooperativ und fortlaufend Inhalte und Ergebnisse des Teilvorhabens in die Öffentlichkeit getragen. Somit wurde ein Großteil der „elektromobilen“ Berichtserstattung in Thüringen thematisch durch die elektromobile Logistik geprägt.

8. Literatur

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2011). *Business Model Generation: Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer*. Frankfurt am Main: Campus Verlag GmbH

Schallmo, D. (2013). *Geschäftsmodelle erfolgreich entwickeln und implementieren*. Berlin: Springer Gabler.

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN geplant	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel Schlussbericht zum Teilvorhaben „Identifikation, Entwicklung und Erprobung von Geschäftsmodellen für die IT-gestützte elektromobile innerstädtische Lieferung eines Logistiklers für Automatenbestückung“ im Verbundvorhaben SMART CITY LOGISTIK Förderkennzeichen 01 ME 12132	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Günter Boldhaus	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.06.2016
	6. Veröffentlichungsdatum geplant
	7. Form der Publikation Buch
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) TVT Tabakwarenvertriebsgesellschaft Thüringen GmbH & Co KG Osterlange 15 99189 Elxleben Deutschland	9. Ber. Nr. Durchführende Institution
	10. Förderkennzeichen 01 ME 12132
	11. Seitenzahl 33
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) 53107 Bonn	13. Literaturangaben 2
	14. Tabellen 5
	15. Abbildungen 11
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) Technische Informationsbibliothek (TIB)	

18. Kurzfassung

1. Derzeitiger Stand von Wissenschaft und Technik

Aktuell werden Elektrofahrzeuge vor allem im privaten Sektor eingesetzt und die Logistik nur am Rande oder durch Großunternehmen beleuchtet. Insbesondere KMU-Logistiker in innerstädtischen Lieferszenarien fehlt es an Einsatzkonzepten und Geschäftsmodellen um Elektrofahrzeuge wirtschaftlich betreiben zu können. Vor diesem Hintergrund wurden verwandte Arbeiten und notwendige Konzepte und Modelle erforscht.

2. Begründung / Zielstellung der Untersuchung

Einsatzkonzepte und Geschäftsmodelle sind erforderlich um Elektrofahrzeuge in innerstädtischen Lieferszenarien wirtschaftlich betreiben zu können. Insbesondere für KMU-Unternehmen wurde dieses Ziel im Rahmen des Projektes verfolgt, sodass nötiges Wissen aufgebaut und innovative Lösungen gefunden werden konnten.

3. Ergebnisse

Es wurden neue Konzepte und Methoden entwickelt, die den Einsatz von Elektrofahrzeugen für innerstädtische Transportaufgaben ermöglichen. Darüber hinaus wurden diese Ergebnisse in eine übergreifenden IKT-Systemplattform integriert.

4. Anwendungsmöglichkeiten

Auf Basis der Ergebnisse ist es möglich Elektrofahrzeuge unseres Unternehmens oder Dritter effizient in innerstädtischen Lieferszenarien zu betreiben. Weitere Einsatzmöglichkeiten bestehen zudem über den Anwendungsbereich der Elektromobilität hinaus.

19. Schlagwörter

SMART CITY LOGISTIK, Elektromobilität, Logistik, Geschäftsmodelle, Einsatzkonzepte, IKT Systemplattform

20. Verlag

21. Preis

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN planned	2. type of document (e.g. report, publication) report
3. title Final report of sub-project "Identification, development and testing of business models for the IT-based electro-mobile urban supply of an automat equipper" within the collaborative project SMART CITY LOGISTICS reference number: 01 ME 12132	
4. author(s) (family name, first name(s)) Günter Boldhaus	5. end of project 30.06.2016
	6. publication date planned
	7. form of publication book
8. performing organization(s) (name, address) TVT Tabakwarenvertriebsgesellschaft Thüringen GmbH & Co KG Osterlange 15 99189 Elxleben Deutschland	9. originator's report no.
	10. reference no. 01 ME 12130
	11. no. of pages 32
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) 53107 Bonn	13. no. of references 2
	14. no. of tables 5
	15. no. of figures 11
16. supplementary notes	
17. presented at (title, place, date) technical information library (TIB)	
18. abstract 1. Current state of science and technology Currently electric vehicles are used primarily in private sector and logistics is illuminated only marginally or by large companies. In particular small and medium sized logisticians in urban delivery scenarios lacks operational concepts and business concepts to operate electric vehicles economically. For this reason related work as well as necessary concepts and models were explored. 2. Reason / Aim of the investigation Operational concepts and business models are required to operate electric vehicles in urban delivery scenarios economically. That goal was especially pursued for SME companies during the research project so that special knowledge was build up and innovative solutions were found. 3. Results New concepts and methods have been developed which allow the use of electric vehicles for urban transport tasks. Moreover, these results have been integrated into an superordinate ICT system platform. 4. Applications Based on the results, it is possible to to operate electric vehicles efficient in urban delivery scenarios for our company or third parties. Other applications also exist beyond the scope of electric mobility.	

19. keywords SMART CITY LOGISTICS, electromobility, business models, operational concepts, ICT System Platform, Logistics	
20. publisher	21. price