



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. EXECUTIVE SUMMARY .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ZIELSTELLUNG DES VERBUNDPROJEKTES .....</b>	<b>4</b>
2.1. GESAMTZIEL DES VERBUNDES .....	4
2.2. TEILZIELE UND -AUFGABEN DES TEILPROJEKTES .....	6
<b>3. DETAILLIERTE ERGEBNISDARSTELLUNG .....</b>	<b>7</b>
<b>4. WESENTLICHE ABWEICHUNGEN ZUM ARBEITSPLAN .....</b>	<b>19</b>
<b>5. VERGLEICH DER PROJEKTERGEBNISSE ZUM INTERNATIONALEN STAND DER TECHNIK .....</b>	<b>19</b>
<b>6. VERWERTUNG, ZUKUNFTSAUSSICHTEN UND WEITERER F&amp;E-BEDARF .....</b>	<b>20</b>
6.1. VORAUSSICHTLICHER NUTZEN DER PROJEKTERGEBNISSE .....	21
6.2. VERÖFFENTLICHUNG VON ERGEBNISSEN .....	21
6.3. ZUKÜNFTIGER F&E BEDARF .....	22
<b>7. BEITRAG ZU DEN FÖRDERPOLITISCHEN ZIELEN .....</b>	<b>23</b>

## 1. Executive Summary

Im Schaufensterprojekt „A4 – Elektrische Flotten für Berlin-Brandenburg: 250 e-Flinkster und 250 e-Call a Bikes für die Hauptstadtregion; Teilvorhaben der TU Berlin“ beschäftigte sich die TU Berlin mit der Unterstützung von Nutzern intermodaler Mobilitätsangebote mit verschiedenartigen Flotten für elektrisches Car- und Bikesharing. Hierbei lag der Fokus auf den Auswirkungen der verschiedenen Flotteneigenschaften (z.B. Carsharingmodell, Preissystem, Fahrzeugmodelle,...) auf die Nutzung der Mobilitätsangebote. Ziel war es, die Routensuche und -begleitung dem Nutzer gegenüber aus einer Hand in Form einer mobilen Applikation trotz unterschiedlicher Eigenschaften und der zusätzlichen Komplexität der Elektromobilität einheitlich unterstützen zu können.

Die Entwicklung erfolgte auf Basis einer ausgedehnten Analysephase der bestehenden Angebote zur Mobilitätsunterstützung, sowie der Flotten und deren Eigenschaften. Hierbei wurde die Methode *User Centric Design* angewandt, bei der eine enge Verzahnung von Analyse, Konzept und Entwicklung der App stattfindet. Basis für diese Entwicklungen waren die Ergebnisse des Projektes „Berlin elektromobil 2.0: Erweiterte Integration von Elektromobilität in Berlin“, (BeMobility) in welchem eine lokale Applikation für eine Carsharingflotte entwickelt wurde. Auf dieser Basis wurden die Implikationen der Flotteneigenschaften auf die Nutzung analysiert, konzeptioniert und umgesetzt.

Die entwickelte Applikation wurde in Zusammenarbeit mit dem InnoZ mit Nutzern innerhalb verschiedener Szenarien erprobt. Ergebnisse dieser Tests spiegeln sich in Weiterentwicklungen der mobilen Applikation wieder.

In Zusammenarbeit mit den Vorhaben der Projektpartner wurden verschiedene Integrationsformen der Applikation erprobt. Gemeinsam mit Alcatel Lucent wurde die direkte Interaktion mit einem zentralen modularen IKT-Zugangspunkt im Fahrzeug erprobt. Hierdurch war das Buchen, Öffnen, und Personalisieren des Fahrzeugs durch eine Authentisierung im Mobilfunknetz im Fahrzeug möglich. Gemeinsam mit der Choice wurde ein durch die Choice entwickeltes Produktbild aus Nutzersicht durchdacht und in die Applikation integriert.

## 2. Zielstellung des Verbundprojektes

Im Folgenden werden die Zielstellung des Konsortiums und der TU Berlin beschrieben.

### 2.1. Gesamtziel des Verbundes

Bei der Einführung und Popularisierung elektrischer Straßenfahrzeuge spielen Flottenprogramme eine zentrale Rolle. Hohe Sichtbarkeit, kostengünstige Einstiege sowie zentrale Managementkompetenz sind ideale Voraussetzungen, um gewerbliche oder private, offene oder geschlossene Flotten zu betreiben.

Zentrales Erkenntnisziel der Aktivitäten im Rahmen des Projektes ist die Ertüchtigung elektrischer Straßenfahrzeuge als Teil einer intermodalen Angebotslandschaft. Die Fahrzeuge werden dazu in unterschiedlichen Formaten angeboten – immer unter der Maßgabe des Sharinggedankens, um auf diese Weise die hohen Komfortansprüche an Mobilität mit der Notwendigkeit einer nachhaltigen Verkehrslandschaft in Einklang zu bringen. Entscheidend für die nachhaltige Wirtschaftlichkeit ist die erfolgreiche Integration der e-Fahrzeuge in die sich im Wandel befindenden Energienetze.

Der Metropolraum Berlin eignet sich sehr gut für die Erprobung von verschiedenen Flottenangeboten. Ein hervorragend ausgebauter Nahverkehr, eine hohe Zahl autofreier Haushalte sowie die vorhandene und sich stetig erweiternde Kompetenz in Forschung, Entwicklung, Erprobung und Produktion im Bereich Elektromobilität sind wichtige Erfolgsfaktoren für die Realisierung einer neuen integrierten Nahverkehrslandschaft. Die Aufgeschlossenheit gegenüber neuen Lösungen seitens der Bevölkerung aber auch des Senats u.a. mit der eMo sowie der Bezirke ist gegeben. Viele nationale und internationale Vertreter aus Politik und Wirtschaft sind in der Bundeshauptstadt vertreten bzw. regelmäßig vor Ort. Nicht zuletzt ist Berlin ein attraktives Ziel für Touristen, die innovative Ideen und Lösungen hier kennenlernen und ausprobieren können.

In diesem Vorhaben sind auf der Basis der bisherigen Erkenntnisse aus dem Projekt „Berlin elektroMobil“ und in Ergänzung der laufenden Programme im Rahmen des Schaufenster Berlin/Brandenburg eine Reihe von Anwendungsfällen für elektromobile Flotten geplant. Im Mittelpunkt steht dabei die Entwicklung und parallele Erprobung von e-Flotten aus der Perspektive eines fahrzeugunabhängigen Mobilitätsproviders, der umfassende Mobilitätsleistungen anbietet (einzelne Mobilitätsbausteine, Mobilitätspakete). Dazu werden am

Ende des Projektes insgesamt 250 Elektroautos und 250 Pedelecs in den Erprobungsgebieten Berlin und Stuttgart im Flottenbetrieb im Einsatz sein. Zentrale Fragestellung des Projektes ist, welche Flottenangebote einzeln, parallel oder auch verknüpft angeboten werden können. Welche wirtschaftlichen Chancen ergeben sich beispielsweise aus einer komplementären Betrachtung der verschiedenen Flottenangebote?

### **Entwicklung von tragfähigen e-Flottenangeboten für den Markthochlauf**

Im Ergebnis dieses Projektes sollen tragfähige Geschäftsmodelle für e-Flotten -sowohl in singulärer als auch aus komplementärer Perspektive – entwickelt werden, die im ab Anfang 2015 einsetzenden Markthochlauf zum erfolgreichen Einsatz kommen sollen. Dabei kommen sowohl flexible als auch stationsbasierte Dienste zum Einsatz. Des Weiteren werden durch die verschiedenartigen Mobilitätsdienstleistungen unterschiedliche Zielgruppen angesprochen. Die Angebote sollen neben den technischen Fortschritten insbesondere aus Nutzerperspektive verbessert werden. Dies erfolgt einerseits durch die Optimierung der Erfolgsfaktoren (Nutzeroberflächen, mobile Applikation), andererseits durch den Abbau von Nutzungshemmnissen, z.B. Unsicherheit oder subjektiver Stress beim Nutzer im Umgang mit Elektromobilität. Eine hervorragende Basis hierfür bildet die seit „BeMobility“ vorhandene durchgehende Begleitforschung. Neben der Kundenperspektive wird die Flottenkonzeption stets im Sinne eines systemischen Ansatzes – energetische Vernetzung (z.B. im Projekt D3) und ÖV-Vernetzung (z.B. im Projekt B2) – optimiert.

### **Erhöhung der Inter-und Multimodalität durch Vernetzung mit dem ÖV**

Das Projekt soll im Ergebnis einen positiven Beitrag zur Erhöhung der Inter-und Multimodalität von umweltfreundlichen Verkehrsmitteln leisten. Hierfür soll die Interoperabilität gesteigert werden. Nutzer sollen in Ergänzung zum klassischen ÖV verstärkt zu flexiblen e-Flotten-Lösungen greifen bzw. ihre MIV-Nutzung verringern, da ihnen ein neuer attraktiver Verbund zur Verfügung steht. Unterstützt wird dies angebotsseitig durch integrierte Tarifangebote (Mobilitätskarte, Kombi-Angebote), aber auch durch die räumliche Vernetzung der Flottenangebote mit dem ÖV (siehe auch Vernetzung mit Projekt B2).

### **Berücksichtigung neuer IKT-Entwicklungen**

Mit diesem Projekt werden bereits frühzeitig künftige Entwicklungen, IKT betreffend, berücksichtigt. Während das Potential von innovativen Nutzeroberflächen (mobilen Applikation, Smartphone-App) bereits bekannt ist, sollen im Rahmen dieses Projektes die Möglichkeiten eines zentralen modularen IKT-Zugangspunktes (Wireless Vehicle Gateway, WVG) in e-

Fahrzeugen eruiert werden. Die Nutzung eines solchen Zugangspunktes wird den Datenaustausch mit dem Fahrzeug erleichtern und zudem neue Möglichkeiten für die Interaktion mit dem Nutzer bieten. Mögliche Anwendungsszenarien sollen entwickelt und in Usability Tests analysiert werden.

### **Umfangreiche praktische Erprobung**

Die unmittelbare praktische Erprobung von neu entwickelten Ansätzen und Lösungen ist ein kritischer Erfolgsfaktor, um bis 2015 für einen Markthochlauf nutzbare Mobilitätsformate zu generieren. Erst aus dem realen Betrieb lassen sich Standardisierungsbedarfe herleiten, technologisch kritische Bereiche identifizieren sowie die Voraussetzungen für den flächenmäßigen Ausbau von e-Flottenlösungen benennen. Durch die enge Kopplung von Praxis und wissenschaftlicher Begleitforschung wird eine nutzerorientierte Entwicklung gewährleistet.

## **2.2. Teilziele und -aufgaben des Teilprojektes**

Ziel des Teilprojektes der TU Berlin ist die Unterstützung des Nutzers bei der Verwendung komplexer Flottenangebote. Eine besondere Komplexität entsteht hierbei durch die Kombination von Flotten aus Car- und Bikesharing mit unterschiedlichen Eigenschaften. Diese haben wesentliche Auswirkungen auf die Nutzung der Flotten. Beispielsweise geben verschiedene Flotten unterschiedliche Zeitspannen vor, für welche der Nutzer im Voraus buchen kann. Dies hat zur Auswirkung, dass eine langfristig geplante Nutzung für einige der Flotten erschwert wird, da Langzeitplanung nur unter der Annahme der Verfügbarkeit des Fahrzeuges möglich ist. Ein weiteres Beispiel ist die Stationsbasiertheit, welche Auswirkungen auf die möglichen Rückgabepunkte für einen Fahrzeugleihvorgang hat. Andere Eigenschaften, beispielsweise das Preissystem oder die verfügbaren Fahrzeuge, können hier ebenfalls Auswirkungen auf die Nutzung und Wahl der Flotte haben. Weitere Komplexität leitet sich aus der Integration von Elektrofahrzeugen ab, welche einerseits einen Anreiz für die Nutzung und andererseits ein Hindernis darstellen können. Die Integration von Carsharing in intermodale Angebote im öffentlichen Verkehr bringt hier eine weitere Dimension der Komplexität mit sich, da auch die Eigenschaften anderer Verkehrsmittel berücksichtigt werden müssen.

Ziel der Arbeiten der TU Berlin ist die Bereitstellung eines kontextadaptiven, intermodalen E-Mobility-Assistenzsystems EMU (Elektromobil Unterwegs) für Smartphones als innovative Nutzerschnittstelle. Die Anwendung basiert auf der BeMobility Suite, welche innerhalb des Projektes „BeMobility“ entwickelt und innerhalb des Projektes „Berlin elektromobil 2.0: Erweiterte

Integration von Elektromobilität in Berlin“ (BeMobility 2.0) weiterentwickelt wurde. Die in der BeMobility Suite bestehenden Dienste ermöglichen die Bereitstellung von Informationen bezüglich von Elektrofahrzeuge im Carsharing. Sie sind auf die dort erprobten Flottenkonzepte optimiert und sollen für die Integration von Flotten mit heterogenen Eigenschaften wesentlich erweitert werden. Unter Ausnutzung der Synergiepotentiale mit den Entwicklungen im Schaufensterprojekt „F2 Erweiterte und Adaptive Elektromobilitätsdienste“ (F2) und kompatibel mit dem modellbasierten Ansatz des Projektes soll eine Anpassung an die getesteten Flottenanwendungen erfolgen.

Neben den im Projekt betriebenen Flotten soll ebenfalls aufgezeigt werden, wie die entwickelten Konzepte für tragfähigen e-Flottenangebote und deren spezielle Eigenschaften in einer solchen Applikation integriert werden können. Weiterhin soll das Zusammenspiel der Applikation und des zentralen modularen IKT-Zugangspunktes (Wireless Vehicle Gateway) untersucht werden.

Die Hauptaufgaben der TU Berlin bezogen sich hierbei auf die Anforderungsanalyse, Konzeption, Entwicklung und Auswertung der App EMU im AP 4. Speziell die Auswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem InnoZ im AP 6. Die Konzeption der entsprechenden Tests erfolgte gemeinsam mit dem InnoZ, wobei die TU Berlin für die technische Vorbereitung, Unterstützung und die Einarbeitung der Testergebnisse verantwortlich war. Weiterhin erfolgte eine Zusammenarbeit mit den APs 2 und 5. Nach Entwicklung des e-Flottenangebotes im AP 2 wurde dessen Integration in die App mit der Choice konzeptioniert und durch die TU Berlin umgesetzt. In Zusammenarbeit mit Alcatel Lucent wurde für das AP 5 eine Schnittstelle zwischen App und Wireless Vehicle Gateway konzeptioniert und implementiert. Diese Schnittstelle erlaubt die Suche, Buchung, Öffnung und Personalisierung des Fahrzeuges über ein im Fahrzeug aufgespanntes Netz aus der App.

### **3. Detaillierte Ergebnisdarstellung**

Die TU Berlin war an drei Arbeitspaketen beteiligt. Die Hauptarbeiten erfolgten im Rahmen des AP 4, in welchem die App EMU konzeptioniert und entwickelt wurde. Dieses Arbeitspaket wurde im Rahmen des AP 1 durch Berichte und Ergebnisdemonstrationen vertreten. Im AP 6 erfolgte der Test der App. Die Beteiligung der TU Berlin an diesem Arbeitspaket betraf die Konzeption, technische Vorbereitung und Durchführung der Tests.

Im Folgenden werden die Arbeiten auf AP-Ebene dargestellt:

## **AP 1 Projektkoordination**

In regelmäßigen Treffen erfolgte innerhalb des AP 1 die Abstimmung des Konsortiums. Hierbei vertrat die TU Berlin das AP 4 durch Berichte und Ergebnispräsentationen. Weiterhin erfolgte eine Beteiligung an den gemeinsamen Zwischenberichten des Konsortiums.

Neben den allgemeinen administrativen Aufgaben wurden ebenfalls Projektkonzepte und Ergebnisse im Rahmen von öffentlichen Veranstaltungen präsentiert. Auf der CeBIT in den Jahren 2013, 2014 und 2015 wurde das Projekt im Rahmen des Standes des DAI-Labors demonstriert. Im Rahmen der Hauptstadtkonferenz wurde das Projekt ebenfalls durch die Repräsentanz des DAI-Labors für das Verknüpfungsprojekt „F2“ mit vertreten. Hierbei wurden Ideen und Konzepte, sowie im Jahr 2015 die App selbst, präsentiert und diskutiert.

Im Rahmen der Verzahnung der Schaufensterprojekte erfolgte eine Integration der App EMU in die Implementierung des Schaufensterprojektes „F2“. Die App ist als Dienst im Demonstrator von „F2“ verfügbar und greift auf Dienste der Mobilitätsplattform in „F2“ zu.

## **AP 4 App**

Zur genaueren Eruierung der Anforderungen wurde eine Anforderungsanalyse für die Unterstützung des Nutzers durch eine App durchgeführt. Diese basierte auf den Erfahrungen aus den Projekten „BeMobility“ und „BeMobility 2.0“, deren Ergebnisse weiterentwickelt werden. Speziell lagen aus dem Projekt „BeMobility 2.0“ Ergebnisse der Begleitenden Evaluierung der BeMobility Suite durch das InnoZ vor, auf welche aufgebaut werden konnte. Die Anforderungsanalyse erweiterte die in diesen Projekten gemachten Erfahrungen um die Perspektive verschiedener Flotten mit heterogenen Eigenschaften.

Aus den Erfahrungen der vorherigen Projekte ergab sich die Notwendigkeit einer frühzeitigen Beteiligung von Interaktionsdesignern am Design der App. Aus diesem Grund erfolgte auch eine Beteiligung von Interaktionsdesignern an der Detailplanung des AP 4. Hier stellte sich heraus, dass ein lineares entwicklungsverfahren, wie beispielsweise das Wasserfallmodell, dem typischen Interaktionsdesignprozess nicht gerecht wird, da in der Regel Anforderungen, Konzept, Implementierung und Evaluationsergebnisse eng miteinander verknüpft sind. Aus diesem Grund wurde beschlossen für das AP 4 das Verfahren *User Centric Design* einzusetzen. Dieses Verfahren stellt den Nutzer in den Mittelpunkt der Entwicklung und erfordert eine ausgeprägte Anforderungsanalyse und Konzeptphase, welche eine regelmäßige Validierung der

Zwischenergebnisse und ggf. eine frühzeitige Korrektur der Designentscheidungen ermöglicht. Begünstigt wurde der Einsatz dieser Methoden daraus, dass aus den Projekten „BeMobility“ und „BeMobility 2.0“ bereits Nutzerschnittstellen bestanden, welche zu Projektbeginn analysiert und getestet werden konnten.

Für die Anforderungsanalyse wurde eine Analyse von bestehenden Carsharinganbietern, mobilen Applikationen und Forschungsprojekten durchgeführt. Da das InnoZ als Experte für Mobilitätsforschung an einer Vielzahl relevanter Forschungsprojekte beteiligt war, erfolgte hierfür eine enge Absprache und ein Abgleich der bestehenden Ergebnisse. Weiterhin wurden persönliche Eindrücke und Wünsche von Nutzern über Testfahrten mit anschließender Befragung der Nutzer erhoben.

Die **Analyse der bestehenden Carsharinganbieter** dient der Identifikation von Eigenschaften, welche zwischen Anbietern variieren können. Hierbei wurden Eigenschaften wie Preissysteme, Stationsgebundenheit, technischer Fahrzeugzugang, Fahrzeugeigenschaften und Anreizsysteme identifiziert.

Bei der **Analyse der mobilen Applikationen** wurde zunächst ein Fokus auf Carsharingapplikationen gelegt, um einen Überblick über die bereits bestehenden Funktionalitäten zu gewinnen. Neben den existierenden Funktionen bestand ein besonderes Interesse daran, wie die Applikationen mit den identifizierten unterschiedlichen Ausprägungen des Carsharings, besonders in Kombination mit Elektrofahrzeugen, umgehen. Beispielsweise beeinflussen die Eigenschaften „Stationsgebundenheit“ und „Reichweitengarantie“ die Nutzerinteraktion stark. Die Analyse wurde auf Applikationen für intermodale Mobilitätsangebote ausgeweitet. Hierbei stellte sich heraus, dass die Begleitung der Route, speziell im Kontext von Car- und Bikesharingflotten mit heterogenen Eigenschaften, in den bestehenden Applikationen unterrepräsentiert ist. Speziell bedingen die Eigenschaften der Flotten unterschiedliche Nutzungsfälle. Diese reichen von langfristig geplanten und vollständig begleiteten Routen hin zu spontanen Routen, für welche eine vollständige Begleitung nicht gewünscht oder, aufgrund fehlender Informationen, nicht möglich ist. Diese sind insbesondere im Rahmen bereits bekannter Strecken anzutreffen, in welchen der Nutzer mit den Fahrwegen vertraut ist und deshalb auf eine Routenberechnung verzichtet, allerdings trotzdem Zusatzinformationen, wie Lademöglichkeiten, benötigt.

Die **Analyse der Forschungsprojekte** dient der Identifikation verwandter Forschungsarbeiten. Eine wichtige Grundlage bilden hier die Projekte „BeMobility“ und „BeMobility 2.0“. Die in diesen

Projekten gemachten Erfahrungen wurden hierfür gemeinsam mit dem InnoZ analysiert. Hierbei sind besonders die Erfahrungen des InnoZ zum Mobilitätsverhalten aus der Begleitforschung und die Erfahrungen aus der Entwicklung der BeMobility Suite relevant. Eines der Ergebnisse ist die bereits beschriebene Notwendigkeit der frühzeitigen Integration von Interaktionsdesignern und der Ansatz *User Centric Design*. Zusätzlich wurden bereits abgeschlossene und laufende Projekte in den Bereichen Elektromobilität, Intermodale Mobilität und Carsharing hinsichtlich ihrer Eigenschaften kategorisiert und untersucht. Ähnlich wie bei der Analyse der Apps zeigte sich hierbei eine Lücke bei der intermodalen Routenbegleitung für heterogene Carsharingflotten.

Im Rahmen der Methode *User Centric Design* wurden **Testfahrten** mit Carsharingnutzern am DAI-Labor durchgeführt. Hierbei wurde abgeleitet, wo eine App beim Carsharing mit Elektrofahrzeugen unterstützen sollte. Die Nutzer wurden während der Fahrt mittels der Methode „Think Aloud“ begleitet und im Nachhinein über ihre Erfahrungen mit elektrischem Carsharing und die Unterstützung durch eine App befragt.

Die Ergebnisse der Anforderungsanalyse wurden auf gemeinsamen Workshops mit den Projektpartnern diskutiert. Durch Feedback während dieser Treffen, sowie Kommentare im Nachgang konnten die Anforderungen weiter ergänzt werden.

Im Rahmen der Konzeptphase erfolgte die Entwicklung von User Stories und Personas und deren Klassifizierung. Weiterhin wurden Konzepte für den gemeinsamen Demonstrators für das Wireless Vehicle Gateway mit Alcatel (AP 5) und für die Integration des Produktbildes des e-Flottenangebotes (AP 2) erstellt. Außerdem erfolgte die schrittweise Entwicklung und Verfeinerung der Nutzerschnittstellenkonzepte. Neben der Konzeption aus Nutzersicht erfolgte die technische Konzeption des Gesamtsystems.

**User Stories** und **Personas** wurden zur Bearbeitung der Anforderungen aus Nutzersicht erarbeitet. User Stories beschreiben beispielhaft typische Nutzungsszenarien, welche mit einer mobilen Applikation unterstützt werden sollten. Sie werden jeweils durch einen bestimmten Mobilitätsanlass ausgelöst. Basierend auf diesen Mobilitätsanlässen erfolgt eine Klassifizierung der Anforderungen an Mobilität hinsichtlich Wichtigkeit. Die User Stories werden jeweils aus Sicht von Personas beschrieben. Die Personas haben bestimmte Eigenschaften, welche das Mobilitätsverhalten beeinflussen, wie beispielsweise eine Neigung zu Spontaneität. Aus Sicht dieser Eigenschaften und der Mobilitätsanlässe leiten sich wiederum Anforderungen für die Nutzung der App ab. Die User Stories und Personas wurden in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern vervollständigt. Hierbei erfolgte auch ein Abgleich mit den Ergebnissen des



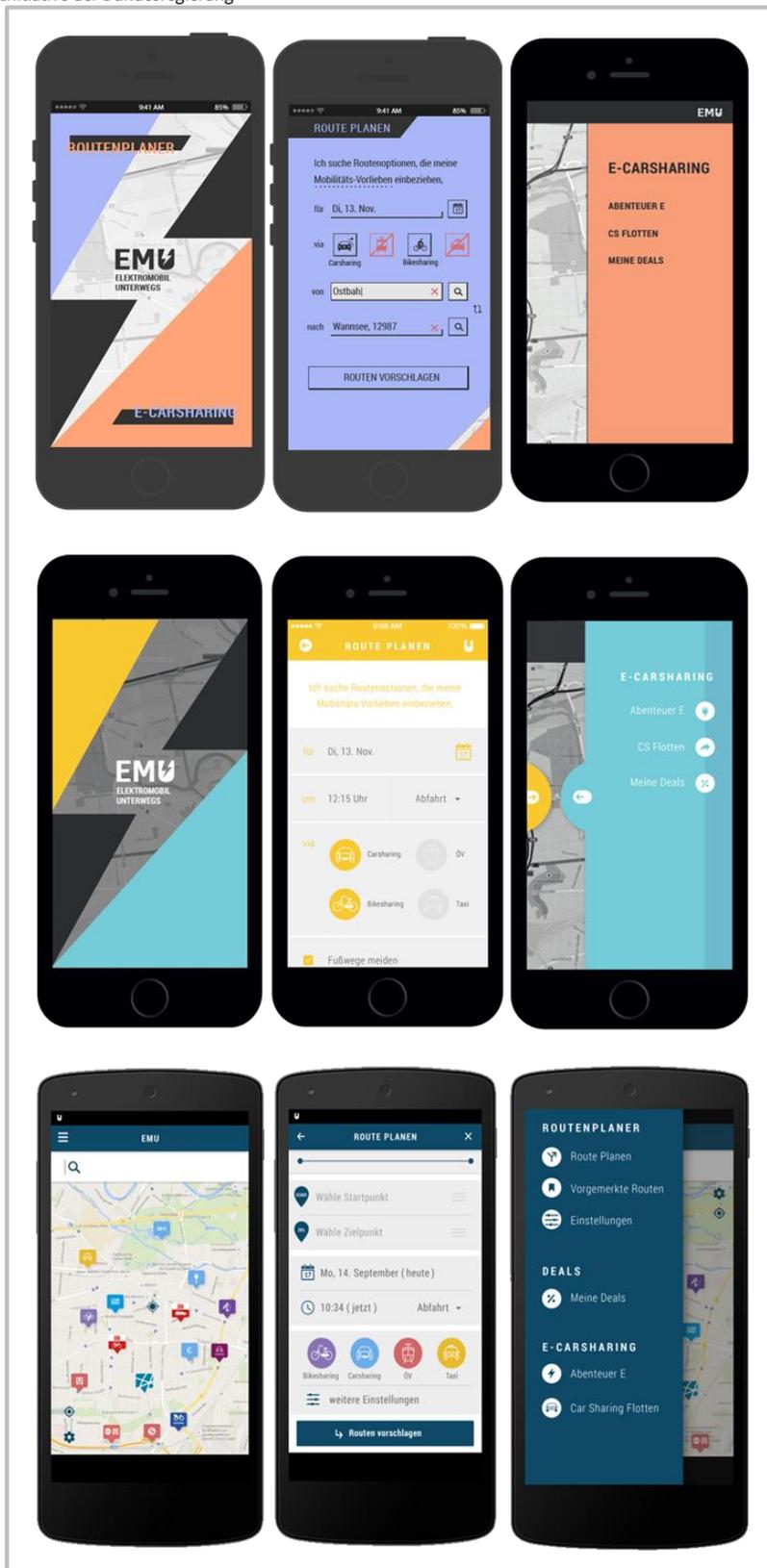


Abbildung 2 - Gegenüberstellung verschiedener Design-Iterationen.

Abbildung 2 veranschaulicht die Iterationen des Schnittstellendesigns anhand von drei Versionen des Hauptbildschirms (links), der Routenplanung (mitte) und der Navigation (rechts). Die untere Version stellt gleichzeitig das finale Design dar. Hier bietet die Karte den Einstiegspunkt. Die ortsbasierte Ansicht ermöglicht eine natürliche Darstellung vieler Informationen in der Domäne Elektromobilität. Aus diesem Grund erhält die Karte einen zentralen Platz. Im jeweiligen Kontext relevante Informationen lassen sich über Kartenfilter gezielt auswählen und anzeigen. Dem Nutzer können so Informationen wie Flottenfahrzeuge, Ladestationen, ÖPNV Haltestellen, Parkmöglichkeiten und Zusatzinformationen, wie z.B. das Geschäftsgebiet der aktuell benutzten Flotte, in einem einheitlichen Medium dargestellt werden. Hiermit wurde zusätzlich einer der Empfehlungen des InnoZ aus dem Projekt „BeMobility 2.0“ Rechnung getragen, nach welcher die Karte in der BeMobility Suite als ein Dienst neben vielen von Nutzern als nicht bedeutend genug wahrgenommen wurde.

Von der Karte aus können die verschiedenen Bereiche der App erreicht werden. Abbildung 3 gibt einen Überblick über einige der relevanten Bildschirme.

Zentraler Zweck von EMU ist die Routenplanung und –begleitung. Der Routenplaner ist fokussiert auf Car- und Bikesharing, bezieht jedoch auch andere öffentliche Verkehrsmittel mit ein. In der Suchmaske können Parameter für die Routensuche eingegeben werden (a). Das Ergebnis sind den Mobilitätseinstellungen entsprechende intermodale Routenvorschläge, zwischen denen der Nutzer wählen kann (b). Für jede Route existieren vertikale Übersichten (c) und Detailansichten in der Karte (d). Über diese Bereiche kann der Nutzer eine Route mit mehreren Teilschritten zusammenstellen. Die geplante Route kann entweder direkt gefahren (im Fall von Spontanmiete) oder für eine spätere Fahrt vorgemerkt werden.

Der interaktive Routenbegleiter (e) stellt Informationen während einer Route dar. Diese beinhalten Informationen über die Route an sich (Strecke, Umstiegspunkte, ...) und Zusatzinformationen (Parkplätze, Ladesäulen, ...). Eine besondere Herausforderung stellt hierbei die Unterstützung sowohl spontaner als auch geplanter Fahrten dar. Spontane Fahrten ohne geplante Strecke sollen trotzdem sinnvoll mit Zusatzinformationen begleitet werden. Beispielsweise können Abgabegebiete für ein Fahrzeug angezeigt werden. Die Informationen hängen hierbei stark von den individuellen Eigenschaften der Flotte ab.

Geplante Routen werden im Bereich „Vorgemerkte Routen“ gesammelt (f). Hier erhält der Nutzer eine Übersicht über seine vorgemerkten und bereits abgeschlossenen Routenvorgänge. Er kann sich ebenfalls favorisierte Routen merken, um diese schnell neu berechnen zu können.

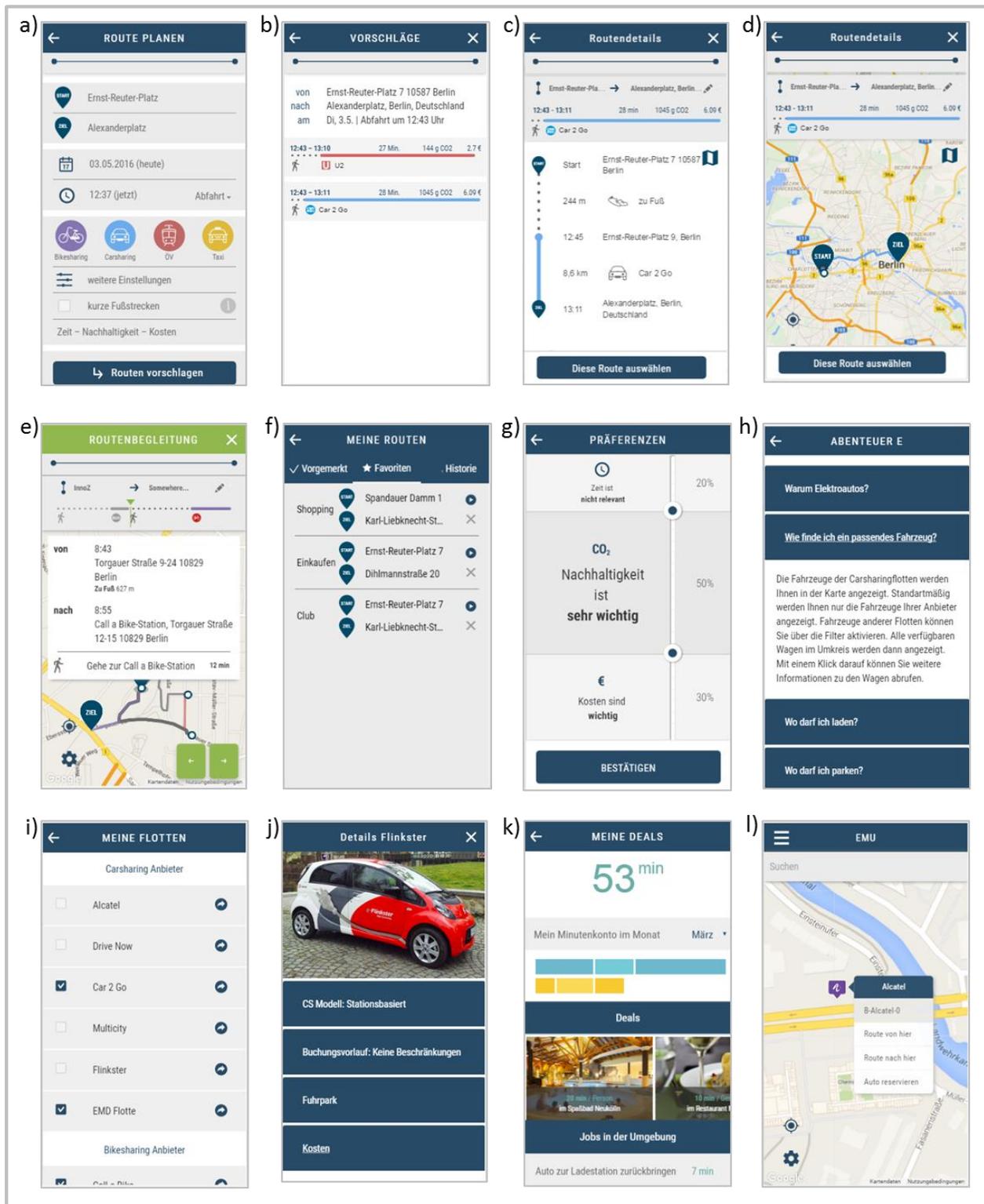


Abbildung 3 - Bildschirme der Applikation EMU.

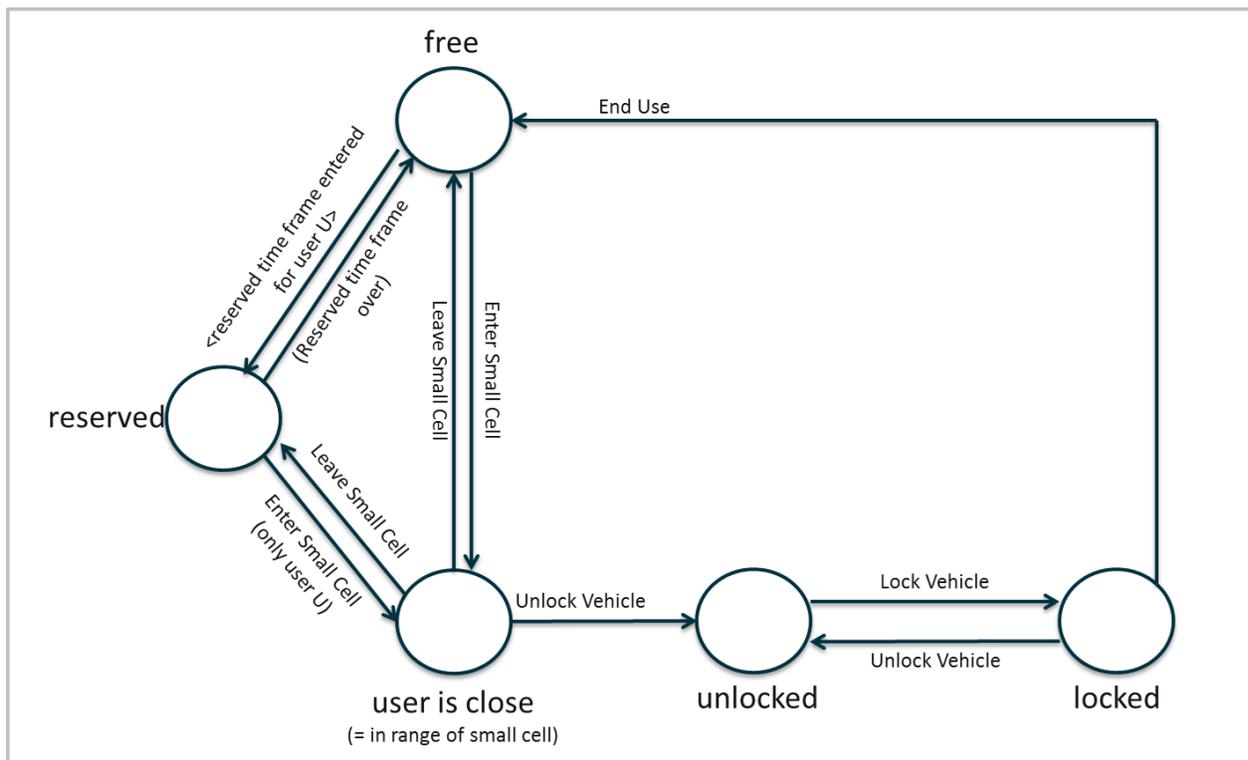
Die Routenberechnung kann der Nutzer mit Hilfe der Mobilitätspräferenzen (g) steuern. Diese ermöglichen eine intuitive Gewichtung der Faktoren *Zeit*, *Kosten* und *Umweltfreundlichkeit*. Sie haben Einfluss auf die Routenberechnung und Priorisierung der Routenvorschläge.

Neben der routenbasierten Unterstützung soll die Applikation den Nutzer ebenfalls durch Informationen zu elektrischen Fahrzeugen und den Eigenschaften verschiedener Carsharingflotten unterstützen. Der Bereich „Abenteuer E“ (h) ist hierbei für die Informationsbereitstellung zu elektrischen Fahrzeugen und generelle Nutzung von Carsharing verantwortlich. Der Bereich „Meine Flotten“ bietet eine Übersicht über die Carsharingflotten (i) mit Möglichkeit die Flotten, für welche der Nutzer registriert ist, anzuwählen. In Detailansichten (j) können die Eigenschaften der jeweiligen Flotten gegenübergestellt werden.

Der Bereich „Meine Deals“ (k) repräsentiert das in AP 2 durch die Choice entwickelte Geschäftsmodell für einen zentralen Flottenanbieter. Der Nutzer kann hierbei Freiminuten durch „Deals“ verdienen und auf einem Minutenkonto sammeln. Die Ansicht besteht aus einem Minutenkonto, einer Anzeige über die pro Monat verdienten und verfahrenen Freiminuten, einer Liste von Deals und Jobs. Deals und Jobs stellen Möglichkeiten zur Erhöhung der Freiminuten dar. Deals sind Bonusangebote externer Anbieter, welche Freiminuten anbieten um ihre eigenen Angebote zu bewerben. Beispielsweise könnte ein Schwimmbad als Bonus für eine Monatskarte Freiminuten für An- und Abfahrt anbieten. Jobs sind Aufgaben, welche der Nutzer übernehmen kann um Zusatzminuten zu verdienen. Hier können Carsharinganbieter von ihren Nutzern profitieren, indem sie Ihnen Jobs überlassen, welche sonst durch teures Service-Personal erfüllt werden müssten, und ihnen als Bonus Freiminuten gutschreiben. Beispiele für solche Jobs sind die Rückbringung von außerhalb des Geschäftsgebietes abgestellten Fahrzeugen oder die Dokumentation von Schäden über Fotos. Der Bereich „Meine Deals“ stellt eine Visualisierung des von der Choice entwickelten Produktbildes dar. Das Konzept für die Integration in die App wurde mit der Choice gemeinsam entwickelt.

Zusammen mit Alcatel wurde das Konzept für die Integration eines Fahrzeuges mit Wireless-Vehicle Gateway erstellt. Ziel ist es, die Möglichkeiten der im Fahrzeug verbauten Technologie in Zusammenspiel mit mobilen Applikationen zu erproben. Die Integration in die Applikation EMU erfolgt als eigenständige Fahrzeugflotte. Das entsprechende Fahrzeug kann deshalb, wie die Fahrzeuge anderer Flotten, in der Karte gefunden werden (l). Von dort aus kann das Auto reserviert und dann über verschiedene Befehle angesprochen werden. Das Konzept für die Interaktion mit dem Auto wurde gemeinsam mit der Alcatel Lucent entwickelt. Die Interaktion

wird in Abbildung 4 anhand eines gemeinsam entwickelten Zustandsübergangsdiagramms beschrieben. Wird das Fahrzeug aus der App reserviert geht der Zustand von „free“ zu „reserved“ über. Die weitere Kommunikation erfolgt direkt mit dem Fahrzeug anhand der aufgespannten Small Cell. Wird der Nutzer über die Small Cell erkannt muss er sich in der Nähe des Fahrzeuges befinden. Das System geht dann in den Zustand „user is close“ über, was ihm das Öffnen des Fahrzeuges ermöglicht. Von hier an kann der Nutzer das Fahrzeug öffnen und schließen („unlocked“, „locked“). Nach Beenden der Nutzung ist das Fahrzeug frei und kann bei einer Suche wieder gefunden werden. Auf Basis dieses Diagramms wurde gemeinsam mit Alcatel Lucent ein Spezifikationsdokument erstellt, welches die gemeinsame Schnittstelle und das Verhalten beider Seiten spezifiziert.



**Abbildung 4 - Zustandsübergangsdiagramm für die Interaktion mit dem Wireless-Vehicle Gateway**

Aus den bisherigen Ergebnissen der Anforderungsanalyse und Konzepte wurden Anforderungen für das SPA-Framework abgeleitet. Das SPA-Framework ist ein modellbasiertes Entwicklungsframework für mobile Applikationen, welches im Rahmen der Projekte „BeMobility“ und „BeMobility 2.0“ erweitert wurde. Dieses Framework bildet ebenfalls die Grundlage für die Entwicklung von EMU im AP 4. Mit der Vorbereitung des SPA-Frameworks wurde auf Basis der bereits bekannten Anforderungen und Konzepte begonnen. Beispielsweise wurde für die

Kommunikation zum Wireless Vehicle Gateway die Anbindung an die Small Cell im Fahrzeug ermöglicht.

Neben projektinternen Konzepten wurden ebenfalls die Konzepte des Schaufensterprojektes „F2“ integriert. Speziell wurde eine Integration auf Ebene der Datenschnittstellen vorgenommen. Über diese Integration ist es möglich die Ladesäulen und das Elektrofahrzeug aus dem Demonstrationsszenario in „F2“ in der Applikation EMU zu finden. Die Applikation wurde weiterhin als eine der Nutzerschnittstellen im Demonstrator „F2“ integriert und verwendet.

Die erstellten Konzepte wurden schrittweise implementiert. Hierbei ermöglichte die Methode *User Centric Design* eine enge Verzahnung zwischen Implementierung und Design, da bereits in frühen Phasen Tests der Teilsysteme vorgenommen und Verbesserung besprochen werden konnten. Hierfür wurden Konzepte der modellgetriebenen Software-entwicklung, speziell der Transformation der Modelle zur Adaption an verschiedene Konfigurationen von Produktbildern eingesetzt. Die abstrakt verfügbaren Softwaremodelle hatten hier ebenfalls den Vorteil leicht mit den Modellen des *User Centric Design* abgestimmt werden zu können. Speziell entstand hierbei ein Domänenmodell in Kooperation verschiedener Schaufensterprojekte des DAI-Labors, welches als vereinheitlichende Grundlage dieser Projekte Verwendung fand.

Im Rahmen der Implementierung wurden außerdem folgende Datenschnittstellen integriert:

- Flotten: Die Flotte *Car2Go* wurde erfolgreich über die openAPI des Anbieters angebunden. Für die Flotten *Flinkster* und *Multicity* konnte keine Zugriffsschnittstelle bereitgestellt werden. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass im Zuge der Zusammenarbeit mit Car2Go die Fahrzeuge über deren openAPI verfügbar gemacht werden. Hierfür steht jedoch noch kein Zeitpunkt fest. Für *DriveNow* Fahrzeuge existiert ebenfalls keine seitens des Anbieters unterstützte und gepflegte Schnittstelle. Die Schnittstelle zur Fahrradflotte von *NextBike* wurde ebenfalls angebunden.
- Ladesäulen: Die Ladesäulenschnittstellen zu RWE und Vattenfall liegen bereits aus dem Projekt BeMobility 2.0 vor und wurden in die Plattform aus dem Schaufensterprojekt „F2“ integriert. Über diese Schnittstelle wurden sie in diesem Projekt angebunden. Hierdurch sind auch die Ladesäulen aus dem Projekt „F2“ verfügbar.
- Öffentlicher Verkehr: Aus dem Projekt „BeMobility 2.0“ besteht eine Schnittstelle für ÖPNV Stationen und ÖPMV Routing. Die entsprechenden Schnittstellen wurden regelmäßig aktualisiert und in die Kartenanzeige, sowie die Routensuche integriert.

- **Routing:** Das intermodale Routing aus dem Projekt „BeMobility 2.0“ wurde (außerhalb dieses Projektes) am DAI-Labor weiterentwickelt. Die weiterentwickelte Schnittstelle wurde an die Anforderungen des Projektes angepasst und eingebunden.
- **Wireless Vehicle Gateway:** Gemeinsam mit dem AP 5 wurde eine Schnittstelle für die Kommunikation zwischen der App und der Workflow Engine des Wireless Vehicle Gateways konzipiert. Die Schnittstelle ermöglicht die Suche und Buchung, sowie das Öffnen des Fahrzeuges und die Übertragen von Nutzerpräferenzen. Im AP4 wurde diese client-seitig aus Sicht der App implementiert. Zum Testen des Zugriffs wurde eine Test-Nutzerschnittstelle umgesetzt. Zusätzlich wurde eine Softwareschnittstelle implementiert, welche auf dem mobilen Endgerät anhand der Netzkennung detektiert, wenn der Nutzer sich dem Wireless Vehicle Gateway nähert. Die Schnittstelle wird als exemplarische weitere Flotte in die Applikation EMU aufgenommen.

Die Auswertung der BeMobility Suite erfolgte in Zusammenarbeit mit dem InnoZ, wie in Arbeitspaket 6 beschrieben. Hier fanden über mehrere Phasen hinweg Tests und Diskussionen statt. So konnten einige der Ergebnisse bereits vor Projektende eingearbeitet werden.

### **AP 6 Begleitforschung**

Ziel der Arbeiten im AP 6 war die Unterstützung des InnoZ bei der Auswertung der App EMU. Hierfür fanden regelmäßig Diskussionen zwischen den beiden Arbeitspaketen statt.

Die Auswertung der App wurde als mehrstufige Usability-Evaluation von den Experten des InnoZ durchgeführt. Zuerst wurde die App mittels einer expertenbasierten Methode untersucht. Das hier entstandene Feedback wurde in AP 4 aufgenommen und führte zu wesentlichen Erweiterungen der BeMobility Suite. In einer zweiten Runde wurde ein nutzerbasierter Test anhand von vier Testaufgaben und 7 Teilnehmern durch das InnoZ durchgeführt. Die identifizierten Probleme wurden in einem Bericht nach ihrer Schwere beurteilt und der TU-Berlin übergeben. Als Ergebnis der Tests wurden deutliche Verbesserungen hinsichtlich der Usability zur Vorgängerversion der App festgestellt. Jedoch wurde weiteres Verbesserungspotential herausgearbeitet. Hierzu gehören technische Aspekte, wie die Ladezeiten. Trotz genereller Verständlichkeit der App zeigten die Tests jedoch auch weiteres Verbesserungspotential bei der Verständlichkeit und Transparenz der komplexen Abläufe der Routensuche und Planung, welche in zukünftigen Projekten bearbeitet werden können.

Die TU Berlin unterstützte das InnoZ bei der Vorbereitung und Durchführung der Tests. Die Aufgaben wurden, auf Basis der Szenarien aus AP 4, gemeinsam erarbeitet. Stabile Versionen der App wurden bereitgestellt und nach Vorgaben des InnoZ erweitert. Speziell wurde ein Testscenario für die Routenbegleitung implementiert, welches mit Nutzern live durchgeführt wurde. Gemeinsam wurden Verbesserungen der App ausgearbeitet und diskutiert.

#### **4. Wesentliche Abweichungen zum Arbeitsplan**

Im Wesentlichen konnte der Arbeitsplan erfüllt werden. Aus inhaltlichen Gründen waren jedoch kleinere Abweichungen notwendig.

Nach Entscheidung für die Methode *User Centric Design* wurde die Arbeitsplanung in AP4 angepasst, um den gegenseitigen Abhängigkeiten der Anforderungsanalyse, Konzeption und Implementierung Rechnung zu tragen.

Weiterhin wurde im Berichtszeitraum beschlossen das Produktbild aus AP 2 mit der App zu visualisieren. Dies machte eine teilweise Fokussierung der Entwicklung auf für das Produktbild wichtige Aspekte notwendig. Speziell betraf dies die Darstellung des Minutenkontos und die Integration von Jobs in die Karte und Routenbegleitung.

Die Schnittstelle für die Flotten von Flinkster und Multicity konnte des Weiteren zum Berichtszeitraum nicht integriert werden. Wie oben dargestellt wird zum Projektende davon ausgegangen, dass diese über die openAPI von Car2Go in Zukunft zur Verfügung gestellt werden kann. Da Flinkster und Multicity jedoch die Hauptflotten des Projektes darstellten und für DriveNow ebenfalls keine vom Anbieter unterstützte Schnittstelle vorlag mussten die Daten dieser Flotten für Demonstrationszwecke zufallsgeneriert werden. Aus diesem Grund wurde davon abgesehen, die Applikation über App Stores in einer Produktivversion zur Verfügung zu stellen. Die hierdurch frei gewordenen Aufwände kamen der oben beschriebenen Integration des Produktbildes aus AP 2 zu Gute.

#### **5. Vergleich der Projektergebnisse zum internationalen Stand der Technik**

Zur Projektlaufzeit erfolgte die (weiter)-entwicklung von zahlreichen Applikationen im Bereich der lokalen Mobilität. Am hervorstechendsten sind hier die Entwicklungen von Google. Google ist

durch die zentrale Position als Großunternehmen und als Anbieter von Google Maps und Android in der idealen Position für die Bereitstellung von Informationen über Mobilitätsangebote. Intermodale Routensuche und -begleitung wird hier bereits angeboten. Allerdings beziehen die bestehenden Angebote kein Carsharing und somit weder Elektrofahrzeuge noch heterogene Flottenbausteine mit ein. In diesem Projekt haben wir einen Weg aufgezeigt mit dem dies nutzerfreundlich und über einheitliche Nutzerschnittstellen erreicht werden kann.

Ebenfalls wurden während der Projektlaufzeit verschiedene aggregierenden Applikationen für Carsharing entwickelt, was die generelle Relevanz des Projektthemas zeigt. Beispiele hierfür sind „Mobility Map“ oder „Carjump“. Während die Fahrzeugsuche hierbei in der Regel funktionstüchtig ist wird die intermodale Routensuche oft durch den Fokus auf Carsharing vernachlässigt. Die Routenbegleitung erfolgt in der Regel durch einen Verweis auf die entsprechende App von Google, welche wie oben dargestellt keine Carsharingspezifische Begleitung in Form von relevanten Zusatzinformationen bereitstellt. Weiterhin haben die bestehenden Apps gemischten Erfolg bei der Reduktion der Informationen der komplexen Domäne Carsharing, auch ohne Beachtung von Intermodalität und Elektromobilität. Die in diesem Projekt implementierten und getesteten Konzepte können helfen, die Nutzerunterstützung durch solche Applikationen zu verbessern.

Zusätzlich ist zu sagen, dass diese Applikationen über Suchfunktionen für einige der Flotten verfügen, welche im Projekt nicht abgebildet werden konnten. Grund hierfür ist, dass auf Schnittstellen von Drittanbietern zurückgegriffen wird, welche Informationsschnittstellen durch Reverse Engineering oder Web-Scraping abgreifen. Diese Schnittstellen sind offiziell bei den entsprechenden Carsharinganbietern nicht erwünscht und es wird davon ausgegangen, dass entsprechende Gegenmaßnahmen ergriffen werden, welche die Funktionalität der Schnittstellen langfristig beeinflussen. Weiterhin sind die bestehenden Schnittstellen nicht robust gegenüber Änderungen im Schnittstellen- und Webdesign der Carsharinganbieter. Aus diesen Gründen wurde im Projekt von diesen Schnittstellen abgesehen. Langfristig ist eine durch den Anbieter offiziell unterstützte und gepflegte Schnittstelle wünschenswert.

## **6. Verwertung, Zukunftsaussichten und weiterer F&E-Bedarf**

Im Folgenden wird die Verwertung der Projektergebnisse, die veröffentlichten Ergebnisse und der zukünftige F&E Bedarf dargestellt.

## 6.1. Voraussichtlicher Nutzen der Projektergebnisse

Hauptfokus der TU Berlin bei der Ergebnisverwertung liegt auf der wissenschaftlichen Verwertung der Projektergebnisse. Für die wissenschaftliche Öffentlichkeit sind hierbei die Anforderungen und Konzepte der App zur Unterstützung komplexer Mobilitätskombinationen und die entwickelten Konzepte zur modellgetriebenen Softwareentwicklung interessant. Hier konnten zur Projektlaufzeit bereits Publikationen auf namhaften Konferenzen angebracht werden. Die entsprechenden Forschungsrichtungen sollen an der TU Berlin nach Projektende weiter fortgesetzt werden. Im Rahmen der Lehrveranstaltung „Interactive Systems“, welche als Projekt an der TU Berlin durchgeführt wird, konnten weiterhin zur Projektlaufzeit bereits Inhalte zu adaptiven interaktiven Systemen an Studenten vermittelt werden, welche auf den Erfahrungen mit der modellgetriebenen Entwicklung und der Methode *User Centric Design* beruhen. Es ist geplant die Projekterfahrung in dieser und weiteren Lehrveranstaltungen weiter einzubringen. Weiterhin bilden die Projektergebnisse eine gute Grundlage für Anschlussprojekte, in denen sowohl die Themen der Elektromobilität, als auch die Konzepte der modellgetriebenen Entwicklung adaptiver Software weiter verfolgt werden können. Speziell das Domänenmodell, welches als Kooperation der Schaufensterprojekte der TU Berlin entwickelt wurde, bildet hierfür eine hervorragende Grundlage.

Die hauptsächliche wirtschaftliche Verwertung erfolgt durch die Anwendungspartner des Projektes. Hier kann eine intuitiv unterstützende Applikation über mehrere Flotten hinweg ebenfalls zur Unterstützung des Nutzers im komplexen Mobilitätssystem hilfreich sein. Eine Zusammenarbeit ist hier sowohl im Rahmen weiterer gemeinsamer Projekte, durch Beratungsleistung der TU Berlin oder durch Weiterentwicklung und Betreuung der Applikation im Rahmen einer Ausgründung denkbar. Eine Verwertung der in weiteren Kooperationen verfeinerten Ergebnisse im Rahmen von Patentanmeldungen ist ebenfalls denkbar.

## 6.2. Veröffentlichung von Ergebnissen

Die folgenden Veröffentlichungen beziehen sich auf Ergebnisse des Projektes:

**Towards a Holistic Approach for Problems in the Energy and Mobility Domain** (Best Paper Award)  
Marco Lützenberger, Nils Masuch, Tobias Küster, Jan Keiser, Daniel Freund, Marcus Voß, Christopher-Eyk Hrabia, Francisco Denis Pozo Pardo, Johannes Fähndrich, Frank Trollmann, Sahin Albayrak  
In: *Procedia Computer Science*, 32(0):780-787; 2014

**A common approach to intelligent energy and mobility services in a smart city environment**  
Marco Lützenberger, Nils Masuch, Tobias Küster, Daniel Freund, Marcus Voß, Christopher-Eyk Hrabia, Denis Pozo, Johannes Fähndrich, Frank Trollmann, Jan Keiser, Sahin Albayrak  
In: *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 6(3):337-350; 2015

### **Extending Model to Model Transformation Results from Triple Graph Grammars to Multiple Models**

Frank Trollmann, Sahin Albayrak

In: Theory and Practice of Model Transformations, Volume 9152 of the series Lecture Notes in Computer Science 214-229; 2015

### **6.3. Zukünftiger F&E Bedarf**

Der Zukünftige Forschungsbedarf auf Basis der Projektergebnisse wird in der Integration aller Verkehrsmittel in eine einheitliche Routensuche und -begleitung gesehen. Im Projekt wurde die Möglichkeit der Integration anderer Fahrzeugflotten, beispielsweise Taxis, bereits angedeutet. Zusätzlich bestimmen andere öffentliche Verkehrsmittel (Bus, Bahn) aber auch individuelle Verkehrsmittel unseren Alltag. Die Projektergebnisse haben einen starken Fokus auf die im Projekt bekannten Bike- und Carsharingflotten und einen lokalen Fokus auf Flotten innerhalb von Berlin. Für eine umfassende Unterstützung des Nutzers ist ein System notwendig, welches Automatisch basierend auf dem Nutzer, seiner Position und aktuellen Situation die vielversprechendsten Verkehrsmittel auswählt und deren Routensuche und Begleitung unterstützt. Aufgrund der Vielzahl verschiedener Verkehrsmittel besteht hier noch mehr die Gefahr einer überkomplexen und schwer zu benutzenden Schnittstelle dem Nutzer gegenüber.

Zusätzlich ist eine der Hauptherausforderungen, wie beispielsweise auch aus den Nutzertests des InnoZ ersichtlich, das Vertrauen des Nutzers. Bei der Unterbreitung von Vorschlägen, beispielsweise Routen, muss der Nutzer darauf vertrauen können, dass das System die besten Vorschläge unterbreitet. Für ein Vertrauen ist es notwendig, dem Nutzer gegenüber transparent die Gründe für eine Auswahl darzustellen, konsistent gleichartige Ergebnisse anzubieten und dem Nutzer eine Einflussmöglichkeit zu geben. Hierfür ist es nötig, Vorschläge des Nutzers durch das System bewerten zu lassen, um die Gründe für deren Ausschluss zu erfahren oder Anfragen so anpassen zu können, dass die Gründe für die Präferenz dieser Auswahl explizit in der Anfrage vertreten sind. Für komplexe Vorgänge, wie die Berechnung von intermodalen Routen, in denen jede Teilroute zur Diskussion stehen könnte, ist dies eine erhebliche Herausforderung. Während Nutzer individueller Routenberechnung, beispielsweise in einem Navigationsgerät, durchaus vertrauen, spielen hier neben der Berechnung der tatsächlichen Strecken auch die Anschlusspunkte und Zeiten eine Rolle, was die Komplexität dem Nutzer gegenüber erhöht.

## 7. Beitrag zu den förderpolitischen Zielen

Basierend auf den Empfehlungen der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) initiierte die Bundesregierung mit dem Aufbau der regionalen „Schaufenster Elektromobilität“ ein innovatives Instrument, mit welchem Kräfte, Wissen und Erfahrungen systemübergreifend gebündelt und elektromobile Aktivitäten konzentriert werden sollen<sup>1</sup>. Aufgabe ist dabei, einen Beitrag zur Entwicklung Deutschlands zum Leitanbieter für Elektromobilität zu leisten. Ein zügiges Vorgehen ist dabei wichtig, um den Marktaufbau zu unterstützen und die Darstellung deutscher Technologiekompetenz sowie Lösungen zu etablieren. Im Folgenden wird erläutert, zu welchen förderpolitischen Zielsetzungen das Teilprojekt der TU Berlin positive Beiträge leistet.

### **Sicherstellung eines systemischen, marktorientierten und technologieoffenen Ansatzes**

Innerhalb der Schaufensterprojekte der TU Berlin, speziell auf Basis des Projektes „F2“ erfolgt eine enge Vernetzung der Komponenten im Sinne des geforderten systemischen Ansatzes. „F2“ bildet hier eine weit einsetzbare Plattform, welche im Zusammenspiel mit der Anwendung für intermodale Mobilitätsassistenten in A4 entwickelt wurde. Diese Plattform ermöglicht ebenfalls die Integration anderer Themen, z.B. die energetische Vernetzung über das Projekt D3. Durch die einheitliche Beschreibung der Informationen durch ein gemeinsames Domänenmodell dieser Projekte ist ebenfalls ein technologieoffener Ansatz geschaffen, der die einfache Integration von Ladesäulen und Fahrzeugen aus dem Projekt „F2“ in die App aus dem Projekt A4 ermöglicht.

### **Erprobung der Alltagstauglichkeit**

Für eine Alltagstauglichkeit von Elektrofahrzeugen im Rahmen komplexer intermodaler Mobilitätsangebote ist eine intuitive Schnittstelle gegenüber dem Nutzer erforderlich. Integrierte Flottenangebote können nur wahrgenommen werden, wenn Nutzer diese auch verstehen und im Alltag leicht verwenden können. Die in diesem Projekt entwickelte Applikation vereinfacht die Komplexität von verschiedenen Flotten mit heterogenen Eigenschaften dem Nutzer gegenüber und zeigt, wie eine einfache Routensuche und –begleitung mit Zusatzinformationen aus einer Hand gestaltet sein sollte.

---

<sup>1</sup> Bekanntmachung Richtlinien zur Förderung von Forschung und Entwicklung „Schaufenster Elektromobilität“ vom 13. Oktober 2011.

**Multimodalität/Intermodalität**

Die Integration von verschiedenartigen Flotten und anderen Modalitäten des öffentlichen Verkehrs ist wesentlicher Bestandteil des Projektes. Hier zeigt die Applikation, fokussiert auf Car- und Bikesharing, eine Möglichkeit der Informationstechnischen Integration für eine Routensuche und -begleitung aus einer Hand auf.

## Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN geplant	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel Verbundprojekt: A4 – Elektrische Flotten für Berlin-Brandenburg: 250 e-Flinkster und 250 e-Call a Bikes für die Hauptstadtregion; Teilvorhaben der TU Berlin Abschlussbericht für Teilvorhaben Technische Universität Berlin	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Albayrak, Sahin	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.11.2015
	6. Veröffentlichungsdatum „geplant“
	7. Form der Publikation Schlussbericht einzeln
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse)  Technische Universität Berlin / DAI-Labor Fakultät IV für Elektrotechnik und Informatik  Sekretariat TEL 14  Ernst-Reuter-Platz 7 D-10587 Berlin	9. Ber. Nr. Durchführende Institution -
	10. Förderkennzeichen 16SBB011B
	11. Seitenzahl 24
12. Fördernde Institution (Name, Adresse)  Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. Literaturangaben 3
	14. Tabellen 0
	15. Abbildungen 4
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)	

## 18. Kurzfassung

Intermodale Mobilitätsbegleitung stellt ein komplexes und aktuelles Thema dar. Die Ständige Vergrößerung an Mobilitätsangeboten bedeutet für den Nutzer eine Komplexität, welche durch intuitive Nutzerschnittstellen unterstützt werden muss. Besonders im Fall von elektrischem Car- und Bikesharing, in welchem die Komplexität noch zusätzlich durch verschiedene Flotteneigenschaften und die Integration elektrischer Fahrzeuge verstärkt wird, ist hier eine Lücke in der Unterstützung gängiger Systeme zu beobachten.

Im Schaufensterprojekt „A4 – Elektrische Flotten für Berlin-Brandenburg: 250 e-Flinkster und 250 e-Call a Bikes für die Hauptstadtregion; Teilvorhaben der TU Berlin“ beschäftigte sich die TU Berlin mit der Unterstützung von Nutzern intermodaler Mobilitätsangebote mit verschiedenartigen Flotten für elektrisches Car- und Bikesharing. Hierbei lag der Fokus auf den Auswirkungen der verschiedenen Flotteneigenschaften (z.B. Carsharingmodell, Preissystem, Fahrzeugmodelle,...) auf die Nutzung der Mobilitätsangebote. Ziel war es, die Routensuche und -begleitung dem Nutzer gegenüber aus einer Hand in Form einer mobilen Applikation trotz unterschiedlicher Eigenschaften und der zusätzlichen Komplexität der Elektromobilität einheitlich unterstützen zu können.

Die Entwicklung erfolgte auf Basis einer ausgedehnten Analysephase der bestehenden Angebote zur Mobilitätsunterstützung, sowie der Flotten und deren Eigenschaften. Hierbei wurde die Methode *User Centric Design* angewandt, bei der, eine enge Verzahnung von Analyse, Konzept und Entwicklung der App stattfindet. Basis für diese Entwicklungen waren die Ergebnisse des Projektes „Berlin elektromobil 2.0: Erweiterte Integration von Elektromobilität in Berlin“, in welchem eine lokale Applikation für eine Carsharingflotte entwickelt wurde. Auf dieser Basis wurden die Implikationen der Flotteneigenschaften auf die Nutzung analysiert, konzeptioniert und umgesetzt.

Die entwickelte Applikation wurde in Zusammenarbeit mit dem InnoZ mit Nutzern innerhalb von Szenarien erprobt. Ergebnisse dieser Tests spiegeln sich in Weiterentwicklungen der mobilen Applikation wieder.

In Zusammenarbeit mit den Vorhaben der Projektpartner wurden verschiedene Integrationsformen der Applikation erprobt. Gemeinsam mit Alcatel Lucent wurde die direkte Interaktion mit einem zentralen modularen IKT-Zugangspunkt im Fahrzeug erprobt. Hierdurch war das Buchen, Öffnen, und Personalisieren des Fahrzeugs durch eine Authentisierung im Mobilfunknetz im Fahrzeug möglich. Gemeinsam mit der Choice wurde ein durch die Choice entwickeltes Produktbild aus Nutzersicht durchdacht und in die Applikation integriert.

Ergebnis ist eine mobile Applikation, welche zeigt, wie die Komplexität der Domäne reduziert werden kann. Die Applikation zeigt, wie Flotten verschiedener Konfigurationen und für verschiedene Nutzungsarten einheitlich integriert werden können. Weiterhin wird die Integration von neuartigen Flottenkonzepten, anhand des Produktbildes der Choice, und neuer Technologien, anhand des IKT Zugangspunktes der Alcatel Lucent, gezeigt. Neben dem Demonstrator selbst liegen die Ergebnisse von dessen Auswertung vor und identifizieren weiterführende Verbesserungsmöglichkeiten.

Die so entstandenen Konzepte können, komplett oder modular, in bestehende Applikationen integriert werden, um eine intuitive Integration des elektrischen Carsharings zu ermöglichen. Die Schnittstellen basieren ebenfalls auf einer modularen Modellierung der Mobilitätsmittel und können bis zu einem gewissen Grad analog für andere Flotten und Modalitäten umgesetzt werden.

## 19. Schlagwörter

Elektromobilität, Intermodalität, Carsharing, mobile Applikation, Routenplanung, Routenbegleitung

20. Verlag

21. Preis

## Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN planned	2. type of document (e.g. report, publication) report
3. title Verbundprojekt: A4 – Elektrische Flotten für Berlin-Brandenburg: 250 e-Flinkster und 250 e-Call a Bikes für die Hauptstadtregion; Teilvorhaben der TU Berlin Abschlussbericht für Teilvorhaben Technische Universität Berlin	
4. author(s) (family name, first name(s)) Albayrak, Sahin	5. end of project 30.11.2015
	6. publication date planned
	7. form of publication report
8. performing organization(s) (name, address)  Technische Universität Berlin / DAI-Labor Fakultät IV für Elektrotechnik und Informatik  Sekretariat TEL 14  Ernst-Reuter-Platz 7 D-10587 Berlin	9. originator's report no. -
	10. reference no. 16SBB011B
	11. no. of pages 24
12. sponsoring agency (name, address)  Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. no. of references 3
	14. no. of tables 0
	15. no. of figures 4
16. supplementary notes	
17. presented at (title, place, date)	

18. abstract

Intermodal mobility support is a complex and recent topic. Frequent changes in mobility services imply a complexity for the user which has to be supported via intuitive user interfaces. Especially in the case of car- and bikesharing with electric vehicles, which increases the complexity due to heterogeneous fleet properties and the integration of electric vehicles, there is a gap in existing applications for user support.

In the project „A4 – Elektrische Flotten für Berlin-Brandenburg: 250 e-Flinkster und 250 e-Call a Bikes für die Hauptstadtregion; Teilvorhaben der TU Berlin“ the TU Berlin worked on the support of users of intermodal mobility services with different fleets for electric car- and bikesharing. The focus was on the implication of different fleet properties (carsharing model, price system, vehicle models,..) on the use of these services. The goal was to calculate and accompany intermodal routes via a homogeneous system, implemented as mobile application, despite heterogeneous properties and the added complexity of electric vehicles.

The development is based on an extended analysis of existing mobility services, car sharing fleets and their properties. Here, the method *User Centric Design* has been applied, which implies a tight integration of analysis, conceptualization and development of the application. The development was based on the result of the project Berlin elektromobil 2.0: Erweiterte Integration von Elektromobilität in Berlin“, in which a local application for supporting the use of a single carsharing fleet has been implemented. Based on this application the implications of fleet properties on the user support have been analysed, conceptualized and implemented.

The developed application has been tested with real users together with the InnoZ. Results of these tests have been integrated into the development of the application.

Together with other partners of the project different forms of integration have been tested. Together with Alcatel Lucent the direct interaction of a mobile app and a central access point inside the vehicle has been tested. This interface enabled the application to search, open and personalize the vehicle via an authentication in the mobile network spanned by the vehicle itself. Together with Choice a new product concept has been analysed from the point of view of the user and integrated into the application.

The result is a mobile application that shows how the complexity of the application domain can be reduce. The application illustrates the integration of different fleet configurations and usage scenarios into a heterogeneous application. In addition, the integration of new fleet concepts, via the product concept of Choice, and new vehicle technologies, via the access point inside the vehicle, have been shown. Results from the user tests provide an evaluation for these concepts and identify potential pointsfor further improvement.

These concepts can be integrated into existing apps, either in a global or modular way to enable intuitive integration of electric carsharing fleets with heterogeneous properties. The interfaces are also based on a modular model of mobility options and can be extended analogously for new modalities or fleets, up to a certain degree.

19. keywords

Electric Vehicles, Intermodality, Carsharing, Mobile Application, Route Calculation, Route Accompaniment

20. publisher

21. price