

UNIVERSITÄT ZU LÜBECK INSTITUT FÜR SOFTWARETECHNIK UND PROGRAMMIERSPRACHEN

Entwicklung einer Benutzungsschnittstelle für die Interaktion mit dem Bordcomputer des eRoller-Systems

Developing an User Interface for the Interaction with the Onboard Computer of the eRoller-System

Bachelorarbeit

im Rahmen des Studiengangs Informatik der Universität zu Lübeck

vorgelegt von Simon Thiessen

ausgegeben und betreut von **Prof. Dr. Martin Leucker**

mit Unterstützung von Martin Blankenburg

Lübeck, den 6. Juli 2016

Kurzfassung

Seit über zwei Jahrzehnten können die Carsharing-Anbieter in jedem Jahr gestiegene Nutzerzahlen vermelden. Erfreulicherweise führt der zunehmende Verzicht auf das eigene Auto zu einem verringerten Ausstoß von klimawirksamen Treibhausgasen. Durch den stark gestiegenen Einsatz von Elektroautos wird dieser Effekt noch verstärkt. Mit dem eRoller-Projekt wird das Ziel verfolgt, den Einsatz von Elektrorollern im Carsharing ebenfalls zu ermöglichen. Im Rahmen vorheriger Arbeiten wurde hierfür bereits ein Großteil der entsprechenden Hardware beschafft und implementiert. Diese Arbeit setzt nun den Schwerpunkt auf die Interaktion mit dem für den Benutzer zugänglichen System. Hierfür wurde in einem nutzerorientierten Gestaltungsprozess erstmals eine grafische Benutzungsschnittstelle konzipiert und teilweise realisiert. Diese ermöglicht nun den Wechsel zwischen den Ansichten der Instrumententafel, der Navigation sowie des Hilfe- und des Optionsmenüs. Weiterhin kann über eine weitere Menüstruktur bereits ein Navigationsziel gesetzt und wieder gelöscht werden. Eine durchgeführte Evaluation bietet darüber hinaus Anknüpfungspunkte für zukünftige Verbesserungen.

Abstract

For more than two decades carsharing providers are announcing a growing number of users every from year to year. Fortunately, the rising amount of people doing without a car leads to a reduced emission of greenhouse gas. This effect gets even intensified by the increasing use of electric cars. The eRoller-project targets on enabling electric scooters for the use in carsharing fleets as well. The needed hardware has in large part already been provided and implemented during previous thesises. This thesis focuses on the interaction with the system parts accessible to the user. Following an user centered design process, a graphical interaction interface has been planned and partly realized for the first time. This now allows to change between the views for the dashboard, the navigation target via a further menu structure. This as a proof of concept realized prototype has already been evaluated, the corresponding results provide points of contact for future improvements.

Erklärung

Ich versichere an Eides statt, die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Benutzung der angegebenen Hilfsmittel angefertigt zu haben.

Lübeck, 6. Juli 2016

Inhaltsverzeichnis

1	Einl	itung	1								
	1.1	Zielsetzung	2								
	1.2	Aufbau der Arbeit	2								
2	Gru	dlagen	3								
	2.1	Carsharing und Elektromobilität	3								
	2.2	Polymer	4								
3	Ana	/se	5								
	3.1	Stand der Entwicklung	5								
		3.1.1 eRoller	6								
		3.1.2 GreenNav	7								
	3.2	Vergleich bestehender Systeme	9								
		3.2.1 Interaktion mit Bordsystemen von motorisierten Zweirädern	9								
		3.2.2 Interaktion mit Navigationssystemen	4								
	3.3	Ablenkung im Straßenverkehr 19									
	3.4	Nutzungskontextanalyse	2								
		3.4.1 Hierarchical Task Analysis (HTA)	2								
		3.4.2 Benutzerklassen	2								
		3.4.3 Personas	5								
		3.4.4 Szenarien	9								
4	Kon	eption 3	5								
	4.1	Featurekonsolidierung	5								
	4.2	Ein- und Ausgabegeräte	5								

 4.3.1 Anzeige			· · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · ·	 . .<	· · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · · · · · · · · ·	 37 38 41 42 42 45 45 46 47 48 50 53 53
 4.3.2 Navigationssystem 4.3.3 Hilfe		· · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · ·	 . .<	· · · · · · · · ·	· · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · ·	· · · · · · · · · · · ·	38 41 42 45 45 46 47 48 50 53 53
 4.3.3 Hilfe		· · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · ·	 . .<	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · ·	· · ·	· · · · · · · · ·	41 42 45 45 46 47 48 50 53 53
 4.3.4 Einstellungen		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · ·	· · · · · · · · ·	· · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · ·	· · ·	· · · · · · · · ·	42 42 45 45 46 47 48 50 53 53
 4.3.5 Tag- und Nachtmodus 5 Realisierung 5.1 Proof of Concept	s	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · ·	· · · · · · ·	· · ·	· · ·	· · ·	· · · · · ·	· · ·	· · ·		· · · · · · · · ·	42 45 45 46 47 48 50 53 53
 5 Realisierung 5.1 Proof of Concept		· · · · · · ·	· · · · · ·	· · · · · ·	· · · · · · ·	· · ·	· · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· · · · · ·	· · ·	• •	· · · · · · · ·	45 45 46 47 48 50 53 53
 5.1 Proof of Concept		· · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · ·	· · · · · ·	· · ·		· · ·	· · ·	• •	· · · · · ·	45 46 47 48 50 53
 5.1.1 Kartenansicht		· · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · ·	· · ·		· · ·	· · ·	•••	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	46 47 48 50 53 53
 5.1.2 Menü für die Wahl der 5.1.3 Adresseingabe 5.1.4 Buttons	r Zielart 	· · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · ·	· · ·	· · ·	· · · · · ·	· · ·	· ·	· · · ·	· ·	•••	· · ·	47 48 50 53 53
5.1.3 Adresseingabe 5.1.4 Buttons 6 Evaluation 6.1 Testaufbau 6.2 Durchführung 6.3 Testergebnisse 6.3.1 Allgemeine Angaben 6.3.2 Testbezogene Angaber 6.3.3 Gemessene Zeiten 6.3.4 Beobachtungen und A 6.4 Auswertung		· · ·	· · ·	· · ·	· · ·	•••	· · ·	· · ·		· ·	 	•••	· · ·	48 50 53
 5.1.4 Buttons	 	· · · · ·	· · ·	· · · · ·	· · ·	•••			•			•••	•••	50 53 53
 6 Evaluation 6.1 Testaufbau 6.2 Durchführung 6.3 Testergebnisse 6.3.1 Allgemeine Angaben 6.3.2 Testbezogene Angaber 6.3.3 Gemessene Zeiten 6.3.4 Beobachtungen und A 6.4 Auswertung 	 	 	•••						•					53
 6.1 Testaufbau	 	 	· · ·	· ·	· ·	••			•					53
 6.2 Durchführung	 n	 	•••											
 6.3 Testergebnisse	 n						• •	• •	•	•••		•	•••	54
 6.3.1 Allgemeine Angaben . 6.3.2 Testbezogene Angaber 6.3.3 Gemessene Zeiten 6.3.4 Beobachtungen und A 6.4 Auswertung 	 n								•					55
 6.3.2 Testbezogene Angaber 6.3.3 Gemessene Zeiten 6.3.4 Beobachtungen und A 6.4 Auswertung 	n	•••							•			••		55
 6.3.3 Gemessene Zeiten 6.3.4 Beobachtungen und A 6.4 Auswertung 									•					56
6.3.4 Beobachtungen und A 6.4 Auswertung									•					57
6.4 Auswertung	nmerkun	igen	n.						•					58
7 Zucommonfoccuna						•••			•		• •	. .		58
Zusammemassung														61
7.1 Fazit									•					61
7.2 Offene Punkte									•	•••		•		62
7.3 Ausblick									•					62
A Verzeichnisse				• •	• •	• •					• •			
Literatur						•••					• •			63
														63 63

Inhaltsverzeichnis

	B.1	Beiliegende DVD-ROM	69
A.3 Tabellenverzeichnis		ang	69
		Tabellenverzeichnis	67
A.2 Abbildungsverzeichnis		66	

1 Einleitung

Das Klimasystem unseres Planeten erwärmt sich und wird sich weiter erwärmen. Das ist eine der Feststellungen des wissenschaftlichen Konsens' zum Klimawandel, der aus den Berichten des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) hervorgeht. An den Folgen dieser Erwärmung wird noch intensiv geforscht, sicher ist aber bereits jetzt, dass diese das Potenzial besitzen, unsere Lebensgrundlage in einem verheerendem Ausmaß zu beeinträchtigen. Das alleine ist bereits Grund genug, sich einer weiteren Feststellung des IPCC zu widmen: Der Klimawandel wird vom Menschen verursacht; und das insbesondere durch Rodungen von Wäldern und die Emission von Treibhausgasen (Globale Erwärmung, 2016). Das impliziert aber auch, dass die globale Erwärmung durch einen anderen Umgang mit unseren Ressourcen zumindest verlangsamt werden kann. Dies gilt als eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Viele Lösungen erfordern dabei starke und unbequeme Umstellungen unserer Verhaltensgewohnheiten. Carsharing und Elektromobilität haben dagegen das Potenzial, die Emissionen zu senken, ohne dabei große Einschränkungen bei der Mobilität in Kauf nehmen zu müssen. Zumindest in Deutschland erfreuen sich diese auch bereits steigender Beliebtheit. Mit dem eRoller-Projekt wird das Ziel verfolgt, den Einsatz von Elektrorollern im Bereich Carsharing mittels Monitoringfunktion zu erleichtern und deren Attraktivität bei Benutzern zu steigern. Hierfür soll insbesondere auch das Navigationssystem GreenNavigation integriert werden. Der Usprung des Projekts ist die Masterarbeit von Martin Blankenburg (Blankenburg, 2013). Im Rahmen eines Projektpraktikums (Antipov, Klötzl, Krause, Usenko & Schikora, 2014) und der Bachelorarbeit von Janis Feye (Feye, 2015) wurde das System weiterentwickelt. Diese Arbeit beschäftigt sich nun damit, eine Benutzungschnittstelle zu entwickeln und umzusetzen.

1 Einleitung

1.1 Zielsetzung

Im bestehenden System steht für die Interaktion mit dem Bordcomputer bisher lediglich ein Knopf zum Umschalten zwischen Tages- und Gesamtkilometerstand zur Verfügung. Für den gegenwärtigen Funktionsumfang reicht dies aus. Zusätzlich zur reinen Anzeige der grundlegenden Fahrzeuginformationen wird jedoch auch die Integration eines Navigationssystems angestrebt. Dadurch wird die Interaktion mit dem System komplexer. Das Ziel dieser Arbeit ist es daher, eine Benutzungsschnittstelle zu entwickeln, die den sich aus ihrem Anwendungsbereich ergebenden Anforderungen gerecht wird. Dies sind bei einem System im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion naturgemäß Erwartungen hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit. Hinzu kommt, dass die Interaktion in einem sicherheitskritischen Kontext erfolgt und keine zusätzliche Gefahrenquelle für den Fahrer und andere Verkehrsteilnehmer darstellen soll und darf.

1.2 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit ist in sechs Abschnitte unterteilt. Auf die Einleitung folgt zunächst das Kapitel Grundlagen, in dem sowohl die Motivation hinter der Arbeit als auch einige technische Themen behandelt werden. Das Kapitel Analyse dient der Erfassung des Status Quo, und der Probleme und Anforderungen an das zu entwickelnde System. Im Kapitel Konzeption wird aus diesen Anforderungen ein Entwurf geformt, um im darauf folgenden Kapitel Realisierung die entsprechende Umsetzung zu dokumentieren. Das Kapitel Evaluation zeigt auf, inwiefern das System den gestellten Anforderungen gerecht wird. Ein abschließender Überblick wird dann im Kapitel Zusammenfassung gegeben.

2 Grundlagen

Das eRoller-Projekt zielt auf einen stärkeren Einsatz von Elektrorollern bei Carsharing-Betrieben ab. Die Relevanz des Projektes und damit auch die Relevanz dieser und der vorhergegangenen Arbeiten ist eng mit der steigenden Verbreitung von Carsharing und Elektromobilität ab. In Abschnitt 2.1 wird daher geklärt, ob diese Voraussetzung weiterhin erfüllt wird. Anschließend wird in Abschnitt 2.2 auf das für die Realisierung verwendete Polymer und dessen Besonderheiten eingegangen.



2.1 Carsharing und Elektromobilität

Abbildung 2.1: Carsharing-Entwicklung in Deutschland (Quelle: bcs)

2 Grundlagen

Seit über 20 Jahren erfreut sich das Carsharing einer steigenden Zahl an Nutzern und Angeboten. In den letzten fünf Jahren hat dabei insbesondere die Einführung der freefloating-Angebote ohne feste Verleihstationen zu einem sprunghaften Anstieg geführt. Wie aus Abbildung 2.1 hervorgeht, setzt sich der Trend zum Carsharing auch weiterhin fort. Der entsprechenden Jahrespressekonferenz 2016 des Bundesverband CarSharing zufolge waren am Stichtag 01.01.2016 insgesamt 1,26 Millionen Kunden bei Carsharing-Anbietern in Deutschland angemeldet, das entspricht einem Wachstum von 220.000 Kunden gegenüber dem Vorjahr. Damit fällt der Anstieg zwar geringer aus als im Vorjahr, es ist aber dennoch nicht zu erwarten, dass die Relevanz des Carsharing auf absehbare Zeit sinken wird. (Bundesverband CarSharing e.V., 2016)

2.2 Polymer

Polymer ist eine von einem Google-Team und anderen Entwicklern realisierte quelloffene Javascript-Library. Mittels dieser können Web-Applikationen unter der Verwendung von sogenanten Web-Components erstellt werden. Diese Webkomponenten sind komplett selbst definierbare HTML-Elemente die für die Verwendung in einem Projekt nur eingebunden werden müssen und dann wie native HTML-Elemente verwendet werden können. Auf diese Art lassen sich zum Beispiel auf einfachste Weise Tabs oder Menüstrukturen in normale Webanwendungen integrieren. Aufgrund der Verwendung von Shadow-DOM hat dabei jedes Element seinen eigenen Namensraum und es besteht eine saubere Kapselung der einzelnen Elemente. Die Polymer-Library stellt dabei bereits eine umfangreiche Sammlung an benutzerdefinierten Elementen zur Verfügung, sodass sich eine in Googles Material Design übliche WebApp sehr einfach erstellen lässt.

Es wird eine gebrauchstaugliche Benutzungsschnittstelle angestrebt, die dem aus der DIN EN ISO 9241-11 (siehe unten) hervorgehenden Anspruch gerecht werden soll. Hierfür ist es unerlässlich, sich im Rahmen der Analyse zunächst eingehender mit den zu lösenden Aufgaben und den Zielgruppen samt ihrer besonderen Eigenschaften zu beschäftigen.

"Das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen." (DIN EN ISO 9241, Teil 11 - Gebrauchstauglichkeit)

Da die vorliegende Arbeit auf einem bestehenden System aufbaut, wird in Abschnitt 3.1 zunächst der bisherige Stand der Entwicklung dokumentiert. Anschließend wird in Abschnitt 3.2 ein Überblick darüber gegeben, wie die Interaktion mit Motorrollern und -rädern und mit Navigationssystemen in bestehenden Systemen organisiert ist. Darauf folgt ein kurzer Ausflug über die Ablenkung im Straßenverkehr in Abschnitt 3.3. Abschließend wird in Abschnitt 3.4 eine Nutzungskontextanalyse vorgenommen.

3.1 Stand der Entwicklung

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein vorhandenes System erweitert. Die dafür relevanten Informationen und daraus resultierende Rahmenbedingungen werden in diesem Abschnitt erläutert. Dabei wird in Abschnitt 3.1.1 zunächst auf das eRoller-System eingegangen. Anschließend folgt eine Betrachtung des sich ebenfalls in Enwicklung befindenden GreenNav-Systems in Abschnitt 3.1.2.

3.1.1 eRoller

Den Kern des Systems bildet der Elektroroller. Dabei wird im ersten Abschnitt zunächst auf die Details der Hardware eingegangen, während im zweiten Abschnitt die bereits integrierte Software thematisiert wird.

Hardware

Die Basis des eRoller-Projekts am Institut für Softwaretechnik und Programmiersprachen der Universität zu Lübeck ist der Elektroroller Govecs GO! S1.2 der Firma GOVECS GmbH. Dieses Modell wurde dem Institut im Rahmen der Masterarbeit von Blankenburg (2013) durch die Firma Move About¹ dankenswerterweise zur Verfügung gestellt. Der Roller wird der 50ccm-Klasse zugeordnet und darf demnach mit dem Führerschein Klasse B gefahren werden. Daraus resultiert auch die zugelassene Höchstgeschwindigkeit von 45 km/h. Die Batterie ermöglicht mit einer Kapazität von ca. 2 kWh eine theoretische Reichweite von 50-60km.

Im Rahmen der Arbeiten von Blankenburg (2013), Antipov et al. (2014) und Feye (2015) wurde bereits eine Systemarchitektur implementiert, die die Integration der zusätzlichen Funktionen für den Carsharing-Betrieb ermöglicht. Die Darstellung der grundlegenden Informationen über den Zustand des Rollers erfolgt bereits über dieses System. Die hierfür implementierten Hardwareteile sind derzeit im Wesentlichen der Einplatinencomputer ODroid U3 mit I/O- und CAN-Shield, ein 7 Zoll TFT-Bildschirm mit einer Auflösung von 800x480 Pixeln, sowie ein Zwei-Achsen Joystick und zwei Buttons als Bedienelemente.

Software

Die Software des gegenwärtigen Systems ist in Form einer Client-Server-Architektur aufgebaut. Dabei wird die zentrale Datenverwaltung durch den Datenserver geleistet, der als Bindeglied zwischen den Datenproduzenten und den Datenkonsumenten fungiert. Die Kommunikation erfolgt dabei über REST-Schnittstellen. Für die Datenproduzenten werden diese in XML-Dateien definiert, die wiederum vom Server eingelesen und zur

¹http://www.move-about.de

Bereitstellung der Schnittstelle verwendet werden. Die Datenübermittlung von den Produzenten zum Server erfolgt dann über die HTTP-Methoden POST und PUT. Die auf diese Weise gespeicherten Daten können von den Datenkonsumenten über GET-Requests abgefragt werden. Zur Vermeidung von Polling, also des regelmäßigen Nachfragens nach neuen Daten vonseiten des Clients, stellt der Server Websockets bereit, mittels derer sich die Datenkonsumenten über Änderungen bestimmter abonnierter Ressourcen informieren lassen können.

Der gegenwärtig einzige Datenkonsument ist der Display-Client. Über diesen wird die Anzeige auf dem zentral im Armaturenbrett zu integrierenden Display gesteuert. Das betrifft bislang im Wesentlichen die Darstellung der grundlegenden Informationen über den Fahrzeugszustand. Dies sind im Einzelnen Tacho- und Odometer und Anzeigen für den Batterieladestand, die aktuelle Batterieentladung, Blinker, Licht, Uhrzeit und Datum sowie Warnhinweise. All diese Elemente sind als JavaScript-Widgets realisiert. Ein weiteres JavaScript meldet den Display-Client bei den benötigten Ressourcen am Websocket des Datenserver an und verteilt diese an die Widgets. Die Skripte werden in einer HTML-Datei eingebunden, die auch die Zeichenflächen über Canvas-Elemente definiert. Der Display-Client kommt demnach komplett mit HTML5, CSS und Javascript aus. Aus Gründen der Performanz wurde die grafische Oberfläche zwischenzeitlich unter Verwendung der in Abschnitt 2.2 beschriebenen Polymer-Library komplett neu geschrieben.

3.1.2 GreenNav

Green Navigation (abgekürzt GreenNav) ist ein speziell auf Elektrofahrzeuge zugeschnittenes Navigationssystem. Mit ihm sollen sich energieeffiziente Routen und anhand des Akkustandes die Restreichweite errechnen lassen. Ebenso wie das eRoller-Projekt wird es am Insititut für Softwaretechnik und Programmiersprachen der Universität zu Lübeck entwickelt und soll perspektivisch in den Elektroroller integriert werden. Derzeit wird GreenNav von Grund auf neu entwickelt und es existieren noch keine genauen Spezifikationen darüber, welcher Funktionsumfang angestrebt wird. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass die bisher realisierten Funktionen auch im neuen GreenNav wieder vorhanden sein werden. Betrachtet werden hierbei die Funktionen, die über ein REST-

Interface vom GreenNav-Server bereitgestellt werden. (GreenNav, 2015)

REST-Interface

Die Methode get:/vertices/nearest gibt zu einer anhand von Breiten- und Längengrad gegebenen Position den nächstgelegenen in der Datenbank hinterlegten Knoten zurück. Mit get:/vehicles lässt sich die im System hinterlegte Liste von Fahrzeugen aufrufen. Werden die auf diese Weise angezeigten Fahrzeugnamen als Eingabeargument von get:/vehicles/{vehicle} gesetzt, wird eine Liste mit den Fahrzeugdetails ausgegeben (siehe Tabelle 3.1). Für die Berechnung der Routen dient die Methode get:/vehicles/{vehicle}/routes/{from}-{to}/opt/{for}, die zu einem gegebenen Fahrzeug eine Route zwischen den als from und to eingebenen Knoten berechnet. Über den Parameter for wird zudem angegeben, ob die schnellste, die kürzeste oder die energieeffizienteste Route berechnet werden soll. Optional lassen sich mittels der Parameter battery, turns und algorithm der Ladestand des Akkus übermitteln, die Ausgabe von Abbiegeinformationen anfordern und der zu verwendende Algorithmus auswählen. Zurückgegeben wird anschließend ein JSON-Objekt, das den optimalen Pfad beschreibt. Dieses Objekt besteht wiederum aus mehreren Bestandteilen: Unter algorithm ist gespeichert, mit welchem Algorithmus die Route errechnet wurde. Aus batteryStatus geht hervor, wie hoch der Ladestand des Akkus beim Erreichen des Ziels voraussichtlich sein wird. Die Werte für distance und time geben an, wie weit die errechnete Strecke ist und wie viel Zeit voraussichtlich bis zum Erreichen des Zielortes vergeht. Unter route ist der eigentliche Pfad als Array von Werten für Längen- und Breitengrade gespeichert. Sofern zuvor angefordert, werden hier ebenfalls die Abbiegeinformationen in codierter Weise zusammen mit den entsprechenden Straßennamen hinterlegt. Bei den Abbiegeinformationen unterscheidet das System aktuell zwischen drei verschiedenen Abstufungen von Links- und Rechtskurven, dem weiter Geradeaus fahren, dem Einbiegen in und Ausfahren aus Kreisverkehren sowie einem Wert dafür, dass keine Abbiegeanweisung gegeben wird. Mit der Methode get: /vehicles/{vehicle}/ranges/{from} lässt sich die vom aktuellen Ladestand abhängige Reichweite eines bestimmten Fahrzeuges von einem be-

Name	Beschreibung
name	Name des Fahrzeugtyps
lambda	Trägheitsmoment (dimensionslos), derzeit nicht verwendet
emptyWeight	Leergewicht des Fahrzeugtyps in kg
CW	Strömungswiderstandskoeffizient oder Cw-Wert (dimensionslos)
vMax	Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs in m/s
etaMDischarge	Ladewirkungsgrad (dimensionslos)
etaMRecuperation	Wirkungsgrad der Rekuperation (dimensionless)
surfaceA	Ein näherungsweiser Wert der Frontfläche in m 2
capacity	Die Akkukapazität des Fahrzeugs J
auxiliaryPower	Derzeit nicht verwendet

Tabelle 3.1: In GreenNav hinterlegte Fahrzeuginformationen

stimmten Knoten aus errechnen. Zurückgegeben wird dann ein mit Längen- und Breitengraden spezifiziertes Reichweitenpolygon. Außerdem sind über die Angaben unter algorithm, batteryStatus und initialPoint der verwendete Algorithmus, der initiale Ladestand und der Startpunkt gespeichert. Über get: /algorithms und get: /algorithms/{algorithm} lassen sich ähnlich wie bei den Fahrzeugen eine Liste der hinterlegten Algorithmen und die Details zu einzelnen Einträgen dieser Liste abrufen.

3.2 Vergleich bestehender Systeme

Dieser Abschnitt soll einen Überblick über den gegenwärtigen Stand der Technik geben. Betrachtet werden hierbei zum Einen die Interaktion mit Bordsystemen von motorisierten Zweirädern und zum Anderen die Interaktion mit verschiedenen Navigationssystemen.

3.2.1 Interaktion mit Bordsystemen von motorisierten Zweirädern

Die Interaktion mit dem Bordsystem des Rollers während der Fahrt ist ein sicherheitskritischer Vorgang. Um sicherzustellen, dass sich die Benutzungsschnittstelle für die Interaktion mit dem System eignet und gleichzeitig das Sicherheitsrisiko für den Fahrer gering

hält, müssen vielerlei Faktoren beachtet werden, deren detaillierte Betrachtung schnell den Rahmen dieser Arbeit sprengen könnte. Dieser Abschnitt widmet sich daher der Interaktion mit existierenden und konzipierten Fahrzeugen. Daraus, wie bei diesen Fahrzeugen die Interaktion konzipiert ist, lassen sich wichtige Schlüsse für das eRoller-Projekt ziehen. Im Einzelnen werden das konventionell betriebene Motorrad BMW K1600 GTL, der Elektroroller BMW C Evolution und das Konzept des Elektrorollers MINI Scooter E betrachtet.

BMW K1600 GTL

Das Modell K1600 GTL von BMW ist ein für Langstreckentouren entwickeltes Motorrad und verfügt über einen umfangreichen Bordcomputer. Mit diesem lassen sich die Einstellungen des Motorrads anpassen sowie viele zusätzliche Funktionen steuern. Zu diesen Funktionen gehören beispielsweise das Radio, die Sitz- und Griffheizung, die Dämpfung des elektronischen Fahrwerks (ESA) und das optionale Navigationssystem.



Abbildung 3.1: Linker Griff der BMW K1600 GTL

Die Interaktion mit dem Bordcomputer erfolgt über verschiedene Knöpfe und einen sogenannten "Multi-Controller". Die Belegung der wichtigsten Knöpfe kann der Tabelle 3.2 entnommen werden, für die Bedienung des Audiosystems sind auf Höhe des linken Knies vier weitere Knöpfe verbaut. Mittels Drehen und Kippen des Multi-Controller (siehe Abbildung 3.1) wird innerhalb der Menüs navigiert, zudem können hiermit auch die einzel-

Knopf	Ort	Funktion
Monu	linker Griff	Durchschalten der Menüs Dynamic ESA, Info, Navigation, Trip,
wienu		Sitzheizung, Griffheizung und Einstellungen
\wedge	linker Criff	Schnellzugriff auf das Trip-Menü und einen selbst gesetzten
\vee		Favoriten
Mode	rechter Griff	Auswahl zwischen den Fahrmodi "Rain", "Road" und "Dynamic"
Trip	Display	Durchschalten der Tageskilometer Trip 1, Trip 2 und Auto

Tabelle 3.2: Ort und Belegung der Knöpfe der K1600 GTL

nen Einstellungen angepasst werden.

Oberhalb der Instrumententafel befindet sich ein Schacht, in das ein Navigationsgerät vom Typ BMW Navigator gesteckt werden kann. Die wesentliche Interaktion wie etwa die Fahrtzieleingabe erfolgt dabei über dessen eigenen Touchscreen. Zusätzlich lassen sich einige Funktionen auch über das Menü des Motorrads bedienen. Dazu gehört das Wechseln der Ansicht im Navi-Display zwischen dem Hauptmenü, der Karte und dem Bordcomputer, eine Zoomfunktion für die Karte, das Wiederholen der letzten Ansage sowie das Ein- und Ausschalten der Ansage oder des Displays.



Abbildung 3.2: Multifunktionsdisplay der BMW K1600 GTL

Die Bedienung mit dem Rad und den Knöpfen funktioniert gut. Insgesamt wirkt das Menü jedoch etwas überfrachtet und die Menüführung erschließt sich nicht auf den ersten Blick. Zwar ist das besonders komplexe Menü "Einstellungen" während der Fahrt nicht aufrufbar, trotzdem ist zu hinterfragen, wie stark die Interaktion mit dem Bordcompu-

ter die Aufmerksamkeit des Fahrers auf sich zieht. Auch der Fachhändler einer BMW-Zweirad-Niederlassung war der Auffassung, dass die Zahl der während der Fahrt zugänglichen Funktionen tendenziell eher noch stärker reduziert werden sollte.

BMW C Evolution

Der C Evolution ist der erste von BMW in Serie produzierte Elektroroller. Mit einer Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h und einer Reichweite von ca. 100 km ist er weniger für lange Touren geeignet, im städtischen und stadtnahen Raum aber gut einsetzbar.

Multifunktionsdisplay

- 1 Warnanzeigen (IIII 27)
- 2 Antriebsanzeige (m 66)
- 3 Tagfahrlichtautomatik
- (*** 47)
- 4 Ladezustandsanzeige
- (**** 67) 5 Fahrmodus (**** 66)
- 6 Gesamtwegstrecke
- 7 mit Heizgriffen ^{SA}
- Heizgriffe (m 50)
- 8 Außentemperaturwarnung
- Bereich oben: Wegstreckeninformationen und Setup-Menü (m+ 43) Bereich unten: Bordcomputer (m+ 39)



Abbildung 3.3: Multifunktionsdisplay des BMW C Evolution (Handbuchauszug)

Der Bordcomputer kommt im Vergleich mit dem der K1600 GTL mit deutlich weniger Funktionen daher. Die Interaktion mit Selbigem erfolgt daher auch nur über die Knöpfe "Info", "Trip" und "Mode", deren Belegung der Tabelle 3.3 entnommen werden kann. Über das Setup-Menü lassen sich die Diebstahlwarnanlage, Uhrzeit und Datum sowie die Displayhelligkeit einstellen. In einem weiteren Untermenü ("Expert-Menü") lassen sich die standardmäßig mit dem Info-Knopf abrufbaren Werte abschalten oder zusätzlich

	Tabelle 3.3: Belegung der Knöpfe des C Evolution				
Knopf	nopf Durchschaltbare Funktionen				
Trip	Trip 1, Trip2, Trip Auto				
	Durchschnittsverbrauch, Reichweitengewinn, Gesamtverbrauch, Gesamte				
Info	Energierückgewinnung, Gefahrene Zeit mit min. 10 km/h, Betriebszeit,				
	Durchschnittsgeschwindigkeit, Umweltpunkte				
Mode	Road, Eco Pro, Dynamic, Sail				

noch Anzeigen für Uhrzeit und Datum, Umgebungstemperatur, Momentanverbrauch, Bonusreichweite, Hochvoltspannung und Bordnetzspannung freischalten. Weiterhin besteht über das Expert-Menü die Möglichkeit der Einstellung von Formaten und Einheiten sowie zum Zurücksetzen des Rollers auf die Werkseinstellung. Die Auswahl der unterschiedlichen Fahrmodi beeinflusst die Stärke der Rekuperation und die maximal mögliche Beschleunigung.

MINI Scooter E



Abbildung 3.4: Lenker mit iPhone in Docking-Station des MINI Scooter E²

Der Scooter E ist ein reines Konzeptfahrzeug der Marke MINI, das auf der Paris Motor Show 2010 erstmalig präsentiert wurde. Der Elektroroller verfügt zusätzlich zu den An-

²Quelle: http://www.bmwblog.com/2010/09/23/world-premiere-mini-scooter-e-concept/

Nr.	Feature	Beschreibung
F1	Anzeigewahl	Das Fahrzeug verfügt über eine Möglichkeit zum Umschal- ten zwischen verschiedenen Anzeigen, ohne dass dafür die Hände vom Lenkrad genommen werden müssen.
F2 ¹	Audiowiedergabe	Das System verfügt über eine Möglichkeit, dem Benutzer auditiv Informationen zukommen zu lassen.
F3	Trip-Schalter	Das Fahrzeug verfügt über eine Möglichkeit, zwischen den verschiedenen Kilometerständen umzuschalten.
F4	Funktionssperre	Das Fahrzeug verfügt über eine Funktion, die während der Fahrt nicht zu verwendende Funktionen deaktiviert.
F5 ¹	Smartphone- Schnittstelle	Das System verfügt über die Möglichkeit zur Kopplung mit einem Smartphone als weiteres Ein- und Ausgabegerät.

Tabelle 3.4: Featureliste Interaktion mit dem Bordsystem

¹Dieses Feature bezieht sich nicht auf das hier zu entwickelnde System

zeigeinstrumenten für Geschwindigkeit, Restreichweite und Blinker- sowie Lichtkontrollleuchten über eine Docking-Station für Smartphones. Das Smartphone dient hierbei als Schlüssel, als Display und als zentrales Steuerelement. Während der Fahrt kann es zum Telefonieren, Musik hören und als Navigationssystem verwendet werden, außerdem ist auch eine Kopplung mit einem Bluetooth-Helm von Mini möglich. Mit dem Smartphone als Schnittstelle sind darüber hinaus viele weitere Funktionen denkbar.

3.2.2 Interaktion mit Navigationssystemen

Für die Interaktion mit dem Navigationssystem des Rollers muss eine geeignete grafische Oberfläche realisiert werden. In diesem Abschnitt wird dafür bereits existente Navigationssoftware anhand der Menüführung, Zieleingabe und weiterer Funktionen betrachtet. Bei den Navigationssystemen handelt es sich um die Android-Apps von OpenStreetMap (OsmAnd) und Google Maps sowie das Motorrad-Navigationssystem BMW Navigator V.

3.2 Vergleich bestehender Systeme



(a) Startbildschirm



(b) Zieleingabe

Abbildung 3.5: OsmAnd

OsmAnd

Das Karten- und Navigationsprogramm OsmAnd ist eine für Android entwickelte App, die als Datengrundlage die freie Weltkarte OpenStreetMap verwendet. Ähnlich wie bei der Wikipedia, die im Laufe der Jahre zu einem zuverlässigen Nachschlagewerk geworden ist, sind mittlerweile auch bei der OpenStreetMap die von der Community zusammengetragenen Daten teilweise von einer hohen Qualität. Das trifft in Deutschland insbesondere für die Großstädte zu, bei denen nicht nur eine hohe Vollständigkeit der grundlegenden Daten besteht, sondern auch viele zusätzliche Details vermerkt sind. Um mit OsmAnd zu einem Ziel zu navigieren, muss die entsprechende App zunächst geöffnet werden. Auf dem Startbildschirm wird dem Benutzer ein Ausschnitt der Karte an der aktuellen Position angezeigt und die Suche nach einem Point of Interest (POI), einer Adresse, Koordinaten oder mittels des Suchverlaufs angeboten. (Siehe Abbildung 3.5a). Zudem lässt sich durch langes Antippen eines Punktes auf der Karte dieser als Navigationsziel auswählen. Erfolgt die Zieleingabe mittels einer Adresse, so werden nacheinander Eingabemasken für die Region, den Ort, die Straße und die Hausnummer aufgerufen, bei denen die Suche bereits während der Eingabe erfolgt. Die Suche nach POIs erfolgt nach Kategorien wie beispielsweise "Cafés und Restaurants" oder "Lebensmittelgeschäfte". Innerhalb einer Kategorie werden die jeweiligen Einträge nach Entfernung aufsteigend sortiert aufgelistet. Ist ein Ziel ausgewählt, so kann die Route berechnet und anschließend die Navigation gestartet werden. Es werden dann die Entfernung bis zum Ziel, die voraussichtliche Ankunftszeit, erlaubte Höchstgeschwindigkeit und die aktuelle Geschwindigkeit dauerhaft eingeblendet. Dazu kommen Abbiegehinweise, je nach Position und Richtung. Weiterhin lassen sich Zwischenziele setzen und die Navigation beenden.



Abbildung 3.6: OsmAnd - Navigationsanweisungen

Google Maps

Google Maps ist als Karten- und Navigationsapp auf den meisten Android-Smartphones vorinstalliert und auch im iOS-Appstore verfügbar. Das Kartenmaterial stammt von Google selbst, hervorzuheben sind dabei die enthaltenen Baustelleninformationen sowie Echtzeitdaten zum Verkehrsaufkommen. Beim Öffnen der App wird ähnlich wie bei OsmAnd zunächst ein Kartenausschnitt um die aktuelle Position angezeigt. Die Eingabe des Navigationsziels kann hier jedoch direkt über die oben eingeblendete Suchleiste vorgenommen



(a) Google Maps: Startbildschirm



(c) Google Maps: Routenberechnung





(b) Google Maps: Zieleingabe



(d) Google Maps: Navigationsanweisungen



werden. Dabei werden sowohl Adressen, als auch Points of Interest oder in Telefonkontakten hinterlegte Anschriften als Ergebnisse vorgeschlagen. Ergebnisse aus dem Suchverlauf stehen dabei zuoberst. Die Navigation kann alternativ auch über einen entsprechenden Button auf dem Startbildschirm aufgerufen werden. Ist die Navigation aufgerufen und ein Ziel eingegeben, so werden verschiedene Routen berechnet und die unter Berücksichtigung des aktuellen Verkehrsaufkommens schnellste bzw. kürzeste Route direkt vorgeschlagen. Wenn die Navigation gestartet wird, werden erwartungsgemäß Abbiegehinweise und die vorraussichtliche Ankunftszeit eingeblendet.

BMW Navigator V



Abbildung 3.8: BMW Navigator V - Gerät in Halterung³

Der BMW Navigator V⁴ ist ein mobiles Navigationssystem, das speziell für den Einsatz mit Motorrädern entworfen wurde. Es lässt sich in den Schacht der in Abschnitt 3.2.1 beschriebenen BMW 1600 GTL stecken und ist so auch teilweise über das Motorrad selbst steuerbar. Ansonsten erfolgt die Interaktion über einen robusten Touchscreen oder die in der Halterung zur Montage an anderen Fahrzeugen integrierten Knöpfe, wie in Abbildung 3.8 zu sehen. Auf dem Startbildschirm (Abbildung 3.9) wird dem Benutzer die Wahl zwischen einer Zieleingabe oder der Anzeige der Karte angeboten. Zusätzlich dazu las-

³Bildquelle: Handbuch

⁴Bilderquelle: https://www.youtube.com/watch?v=eBDm-JIVd7E

sen sich die Menüs Einstellungen, Lautstärke, Apps und Telefon aufrufen. Im Menüpunkt Zieleingabe (Abbildung 3.10a) stehen viele Optionen zur Auswahl. Im wesentlichen sind das die übliche Adresseingabe sowie die Wahl von POIs, die sich hier jedoch auf viele einzelne Menüpunkte verteilt. Außerdem kann auf vorher angelegte Favoriten oder den Verlauf zugegriffen werden.



Abbildung 3.9: BMW Navigator V - Startbildschirm

Bei der Adresseingabe kann der Ort nach Name oder Postleitzahl ausgewählt werden. Bei Eingabe des Ortsnamens und auch in dem folgenden Dialog für den Straßennamen wird nach der Eingabe der ersten 4 Buchstaben eine Liste mit den noch möglichen Zielen angezeigt, zwischen denen anschließend gewählt werden kann. (siehe Abbildung 3.10c) Über den Menüpunkt "Apps" lassen sich viele weitere Funktionen aufrufen, dazu gehören unter anderem ein Tourenplaner, ein Mediaplayer und eine Wetter-App. Im Tourenplaner sind für die einzelnen Straßen auch der jeweilige Straßenbelag hinterlegt. Beim Öffnen der Kartenansicht wird diese automatisch im 3D-Modus auf den aktuellen Standort des Rollers zentriert, wie in Abbildung 3.10d zu sehen. Gegenüber den oben beschriebenen Android-Apps kommt hierbei eine Anzeige für die Höhe über dem Meeresspiegel hinzu.

3.3 Ablenkung im Straßenverkehr

Die Ablenkung vom Straßenverkehr ist eine häufige Unfallursache. Laut einer Studie des ADAC rangiert sie sogar auf ähnlichem Niveau, wie durch Alkohol am Steuer ausgelöste



Abbildung 3.10: BMW Navigator V

(d) Navigationsansicht

20

Nr.	Feature	Beschreibung
F6 ¹	Anzeigeoptionen	Das Fahrzeug verfügt über eine Möglichkeit, die Navigati- onsansicht anzupassen. (Zoom, Ausrichtung, 2D/3D,).
F7 ¹	Zieleingabe	Das System bietet dem Benutzer verschiedene Möglichkei- ten zur Zieleingabe an, z.B. mittels Adresse, Position auf einer Karte oder über POIs
F8 ¹	Texteingabe	Das System hat eine Funktion, mit der sich Text effizient eingeben lässt.
F9 ¹	Zwischenziele	Das System bietet die Möglichkeit zur Eingabe von Zwi- schenzielen.
F10 ¹	Sprachwahl	Es lässt sich zwischen verschiedenen Sprachen umschalten.
F11 ¹	Tag- und Nacht- modus	Das System bietet eine Möglichkeit zum Umschalten zwi- schen einem Tag- und Nachtmodus

Tabelle 3.5: Featureliste Interaktion mit dem Navigationssystem

¹Dieses Feature setzt voraus, dass das nicht im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Navigationssystem in entsprechender Weise auf die Eingaben reagiert.

Tabelle 3.6: Featureliste Straßenverkehr

ī.

Nr.	Feature	Beschreibung
F12	System kein Ab- lenkungsfaktor	Das System wird in einer Weise entwickelt, dass es keinen zusätzlichen Ablenkungsfaktor darstellt.

Unfälle. (ADAC, 2015) Dabei soll insbesondere die Eingabe einer Adresse ins Navigationsgerät die meiste Aufmerksamkeit auf sich ziehen, gefolgt vom Telefonieren mit dem Handy. Aus der Studie geht weiterhin hervor, dass drei Viertel der Studienteilnehmer während des Eintippen eines Navigationsziels vor einem plötzlich auftauchenden Hindernis nicht mehr rechtzeitig gebremst hätten. Daher sollte unbedingt sichergestellt werden, dass die Interaktion mit dem System die Aufmerksamkeit des Nutzers nicht zusätzlich vom Straßenverkehr abzieht.

3.4 Nutzungskontextanalyse

Neben dem Vergleich der bestehenden Systeme ist die Nutzungskontextanalyse ein weiteres wichtiges Mittel, um Anforderungen an ein zu entwickelndes System zu identifizieren. Um zunächst einen Überblick über die zu bewältigende Aufgabe zu erlangen, dient dabei die in Abschnitt 3.4.1 vorzufindende Hierachical Task Analysis (HTA). Anschließend werden in Abschnitt 3.4.2 Benutzerklassen definiert, für die in Abschnitt 3.4.3 jeweils Primary Personas charakterisiert werden. Die darauf aufbauenden Szenarien in Abschnitt 3.4.4 dienen der Identifizierung von Features, die mit dem System realisiert oder zumindest bei der Realisierung berücksichtigt werden sollten.

3.4.1 Hierarchical Task Analysis (HTA)

Die Hierachical Task Analysis ermöglicht es, sich auf relativ einfachem Wege einen Überblick über die Aufgabe zu verschaffen, bei dessen Bearbeitung das System dem Benutzer behilflich sein soll. In Abbildung 3.11 wurde eine solche HTA für die Aufgabe der Verwendung eines Navigationssystems angefertigt. Das Prinzip der HTA ist es dabei, diese Aufgabe in Teilaufgaben zu zerlegen. Dies führt zu einer eingehenden Beschäftigung mit der Aufgabe und regt dazu an, die Notwendigkeit bestimmter Prozesse zu hinterfragen und zeigt auch auf, welche Funktionalitäten realisiert werden sollten. In diesem Fall hat die HTA aufgezeigt, dass ein Benutzer bei der Adresseingabe die Auswahl einer Straße oder einer Hausnummer gegebenenfalls überspringen können möchte. Zudem lässt sich aus ihr auch relativ leicht bereits ein grober Aufbau für eine Menüstruktur ableiten.

3.4.2 Benutzerklassen

Der eRoller wird für den speziellen Einsatz im Carsharing-Betrieb konzipiert. Daher werden für die Konzeption der Interaktionsschnittstelle auch ausschließlich Kunden eines solchen Carsharing-Betreibers berücksichtigt. Dabei wird die Gruppe der Kunden anhand ihres Erfahrungsstandes in Benutzerklassen unterteilt. Es gibt unerfahrene Benutzer, die noch nie mit diesem oder einem vergleichbaren System zu tun hatten, Gelegenheitsbenutzer, die nur selten mit dem System arbeiten und dadurch keine Routine entwickeln,



sondern nur langsam schrittweise ein besseres mentales Modell davon bekommen und Routinebenutzer, die das System sehr regelmäßig benutzen und über ein gutes mentales Modell verfügen.

Natürlich gibt es neben den Kunden noch weitere Stakeholder, wie den Betreiber und den Softwareentwickler. Deren gesonderte Interessen, die über die der Kunden hinausgehen, sind bei der Entwicklung der Benutzungsschnittstelle jedoch von nachrangiger Bedeutung. Einzig die Berücksichtigung einer später möglichst leicht erweiterbaren Oberfläche ist hier als Interesse des Softwareentwicklers hervorzuheben.

Unerfahrene Benutzer

Die Benutzer dieser Klasse haben sich gerade erst bei einem Carsharing-Anbieter angemeldet und noch nie ein Navigationssystem oder gar ein elektrisches Fahrzeug verwendet. Aus diesem Mangel an Vorerfahrungen lässt sich darauf schließen, dass sie nicht mit den speziellen Eigenschaften von Elektrofahrzeugen vertraut sind, also zum Beispiel eine sparsame Fahrweise erst noch erlernen müssen. Auch an Wissen über die Bedienung einer Navigationssoftware mangelt es, sie gehen allerdings davon aus, dass für die Verwendung die Eingabe eines Ziels nötig ist. Unerfahrene Nutzer gibt es unabhängig von Geschlecht, Alter, Einkommen und anderer Faktoren über die Gesellschaft verteilt. Aufgrund der Folgerungen in (Hahn, 2015, 20) ist jedoch davon auszugehen, dass es sich hierbei insbesondere um junge Erwachsene handelt, die gerade aus dem elterlichen Haushalt ausgezogen sind.

Gelegenheitsbenutzer

Die Gelegenheitsbenutzer nutzen schon etwas länger Carsharing-Dienstleistungen und sind eventuell aus Neugierde möglicherweise auch bereits einmal mit einem Elektrofahrzeug gefahren. Da sie nur sehr unregelmäßig auf die Angebote zurückgreifen, benötigen sie für das Erlangen eines guten mentalen Modells vom System deutlich länger, als etwa Routinebenutzer. Mit Navigations- und Infotainmentsoftware können sie aber aufgrund der mittlerweile schon sehr langen Verfügbarkeit dieser Systeme umgehen. Dennoch sollte insbesondere für diese Gruppe auf die Konzeption einer leicht ver-
ständlichen Schnittstelle geachtet werden. Nutzer dieser Gruppe sind nicht regelmäßig auf Carsharing-Angebote angewiesen, demzufolge besteht im jeweiligen Haushalt entweder Zugriff auf einen PKW oder die Mobilität wird im Wesentlichen mit anderen Verkehrsmitteln organisiert.

Routinebenutzer

Routinebenutzer können bereits auf langjährige Erfahrungen im Bereich Carsharing zurückgreifen. Darüber hinaus benutzen sie ebenfalls regelmäßig Elektrofahrzeuge und verfügen über umfangreiches Wissen hinsichtlich der Interaktion mit Navigationssystemen und anderer Infotainmentsoftware.

3.4.3 Personas

Da es oftmals schwierig ist, sich bei der Gestaltung des Systems an abstrakten Benutzerklassen zu orientieren, sollen in diesem Abschnitt jeweils Primary Personas für die jeweiligen Benutzerklassen vorgestellt werden. Das Konzept der Personas hat sich bei korrekter Anwendung bewährt und ist eine der grundlegenden Techniken der Software Ergonomie.

3 Analyse



Abbildung 3.12: Johanna Lange⁵

Name:	Johanna Lange
Geburtsdatum:	20.09.1995
Größe:	1,68
Gewicht:	65 kg
Familienstand:	Ledig
Beruf:	Studentin
Benutzerklasse:	Unerfahrene Benutzer

Persona 1: Die unerfahrene Benutzerin

Johanna Lange ist in Münster geboren und aufgewachsen. Sie hat dort an einer Gesamtschule ihr Abitur absolviert und im Anschluss zunächst ein freiwilliges soziales Jahr bei der Jugendbauhütte Westfalen verbracht. Anschließend hat sie sich auf einen Studienplatz im Studiengang Bauingenieurwesen an der Fachhochschule Lübeck beworben. Da sie erst im Nachrückverfahren angenommen wurde, hatte sie nur wenig Zeit, um eine Unterkunft zu finden und wohnt jetzt in einer WG in St. Lorenz Nord. Im vergangenen Sommer hat sie Kitesurfing als Hobby entdeckt und würde dieses gerne beibehalten. Dafür, aber auch für gelegentliche Ausflüge, ist sie jedoch auf ein Auto angewiesen, kann sich dieses aber nicht leisten. Über ein Angebot speziell für Erstsemester war sie bereits zu Semesterbeginn auf den Carsharing-Anbieter ShareCar Lübeck aufmerksam geworden. Erfreut über die günstigeren Konditionen meldete sie sich probehalber bei ShareCar an. Seitdem hat sie sich vereinzelt Autos ausgeliehen, um ihrem Hobby nachgehen zu können. Außerdem war sie schon einmal mit einem der Elektroroller unterwegs. Sowohl mit dem Carsharing-System an sich, als auch mit dem Fahren von Elektrofahrzeugen kennt sie sich allerdings noch nicht so recht aus.

⁵Bildquelle: http://blog.goethe.de/rumboalemania/archives/37-Das-Leben-einer-Erasmus-Studentin-in-Deutschland.html

3.4 Nutzungskontextanalyse



Abbildung 3.13: Peter Seidel⁶

Name:	Peter Seidel
Geburtsdatum:	05.02.1969
Größe:	1,77
Gewicht:	90 kg
Familienstand:	Verheiratet
Beruf:	Verwaltungsfachangestellter
Benutzerklasse:	Gelegenheitsbenutzer

Persona 2: Der Gelegenheitsbenutzer

Peter Seidel wurde 1969 in Schleswig geboren und ist dort auch aufgewachsen. Nach seinem Realschulabschluss fing er bei der Schleswiger Stadtverwaltung eine Ausbildung zum Verwaltungskaufmann an und wurde nach erfolgter Ausbildung dort auch eingestellt. 1996 zog er gemeinsam mit seiner Frau in ein Haus in der Lübecker Dornbreite und fand eine Anstellung als Verwaltungsfachangestellter bei der Stadtverwaltung Lübeck. Dort wohnt er noch immer mit seiner Frau und seinen zwei Kindern. Peter fährt meistens mit dem Fahrrad zu Arbeit, während seine Frau an drei Tagen in der Woche in Bad Segeberg arbeitet und auch sonst vormittags öfter mit dem Auto unterwegs ist, etwa zum Einkaufen. Darum haben sie schon vor einigen Jahren festgestellt, dass sie den zweiten PKW nicht unbedingt brauchen und sich stattdessen beim Carsharing-Anbieter ShareCar angemeldet. Seither greift Peter insbesondere im Winter oder bei besonders schlechtem Wetter und auch in der Freizeit gelegentlich auf ein Carsharing-Fahrzeug zurück. Auch ein Elektrofahrzeug hat er sich bereits hin und wieder ausgeliehen. Für die Freischaltung der Fahrzeuge erhielt er bei seiner Anmeldung eine Chipkarte. Auch wenn er mittlerweile ein Smartphone besitzt, traut er der Technik noch nicht so ganz und bleibt weiterhin lieber bei der bewährten Chipkarte.

3 Analyse



Größe:1,85Gewicht:78 kgFamilienstand:LedigBeruf:EventmanagerBenutzerklasse:Routinebenutzer

Markus Neumann

13.08.1981

Name:

Geburtsdatum:

Abbildung 3.14: Markus Neumann⁷

Persona 3: Der Routinebenutzer

Markus Neumann, 1981 in Berlin geboren und dort aufgewachsen, hat nach seinem Abitur in Bremen BWL studiert. Zunächst war er als Praktikant bei diversen Werbe- und Eventagenturen tätig, bis er schließlich eine feste Anstellung bei einer Eventagentur in Lübeck gefunden hat. Mittlerweile lebt er zusammen mit seiner Partnerin in einem Apartment in der Lübecker Innenstadt. Im Rahmen seines Berufs ist er viel in der Stadt und im näheren Umland unterwegs. Anstatt sich aber einen eigenen Fuhrpark anzuschaffen, setzt sein Arbeitgeber stattdessen auf den Carsharing-Dienstleister ShareCar. Da Markus dieses Angebot auch in seiner Freizeit nutzen darf und die Parkraumsituation in der Innenstadt ohnehin vergleichsweise angespannt ist, hat er sich gegen ein eigenes Auto entschieden. Stattdessen fährt er mit den ShareCar-Fahrzeugen zur Arbeit und zu seinen Terminen. Da er recht umweltbewusst lebt, fährt er seit dem Aufkommen der Elektrofahrzeuge bevorzugt mit diesen, sofern sie denn verfügbar sind. Aber auch die Neugierde bezüglich neuer Entwicklungen spielt bei ihm als technikaffinen Menschen hierbei natürlich eine Rolle.

⁶Bildquelle: http://rockportinstitute.com/wp-content/uploads/2013/03/mid_level_older_man.jpg ⁷Bildquelle: https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/16/87/93/1687934abcdf822785c8f51979cc8789.jpg

3.4.4 Szenarien

Szenario 1: Die unerfahrene Benutzerin

An einem ganz normalen Mittwochmorgen wacht Johanna Lange in ihrem Bett auf, das in ihrem WG-Zimmer steht. Sie reibt sich die Augen und wirft einen Blick auf ihren Wecker. Es ist 9:30 Uhr - und schlagartig wird ihr bewusst, dass sie verschlafen hat! Und das ausgerechnet heute, wo doch um 10 Uhr ein Test in Statik ansteht, von dem ihre Klausurzulassung abhängt! Sofort springt sie aus dem Bett und zieht sich hastig an, um bloß keine weitere Sekunde ungenutzt verstreichen zu lassen. Während sie sich notdürftig etwas frisch macht, grübelt sie darüber nach, ob sie es nicht doch noch irgendwie pünktlich in die Fachhochschule schaffen könnte, braucht sie doch alleine für den Weg mit dem Fahrrad schon fast eine halbe Stunde. Plötzlich kommen ihr die Elektroroller in den Sinn, die sie erst kürzlich an der Carsharing-Station bei ihr um die Ecke entdeckt hat. Sie hat sich bereits einmal rein aus Neugierde spontan einen davon ausgeliehen und ist damit eine kleine Runde um ein paar Häuserblocks gefahren. Sie schätzt, dass sie damit im dichten Stadtverkehr schneller sein dürfte als mit einem Auto oder ihrem Fahrrad und beschließt, es zu versuchen. Sie greift kurzerhand zu ihrem Smartphone und öffnet darauf die App von ShareCar und stellt erleichtert fest, dass noch ein Roller an der Station verfügbar ist, den sie sogleich reserviert. Die App bietet ihr daraufhin optional an, direkt ein Ziel für das Navigationssystem einzugeben, dabei kann sie zwischen der Eingabe einer Adresse, eines POIs, der Auswahl eines in ihrem Telefon hinterlegten Kontakts oder dem Setzen eines Punktes auf der Karte wählen. Da ihr die genaue Adresse der Fachhochschule nicht bekannt ist, sucht sie diese unter den POIs und wird nach der Eingabe der ersten Buchstaben sogleich fündig. Die App schlägt nach der Zieleingabe verschiedene Routen vor, hastig wählt Johanna aus diesen jene aus, die ihr am kürzesten erscheint. Anschließend bestätigt die App ihr die Reservierung des Rollers und weist Johanna darauf hin, dass sie zum Freischalten vor Ort die App braucht. Für den Weg zur Leihstation nimmt sie trotz des kurzen Weges das Fahrrad. Dort angekommen, schließt sie ihr Rad an und geht auf den einzigen dort noch stehenden Roller zu. Sie zieht ihr Handy aus der Hosentasche und öffnet die App. Einer grafischen Anweisung in der App folgend, hält sie ihr Smart-

3 Analyse

phone an eine entsprechende am Roller markierte Position - mit Erfolg: Direkt leuchtet das Display des Rollers auf, begleitet von einem kurzen Signalton. Sie holt den Helm aus dem Helmfach und zwängt sich diesen auf den Kopf. Anschließend zieht sie das Ladekabel ab, verstaut es unter der Sitzbank und setzt sich auf den Roller. Da im Display nur die üblichen Anzeigeinstrumente zu sehen sind, sucht sie nach einer Möglichkeit, um das Navigationssystem aufzurufen. Sie findet einen Knopf am linken Griff, mit dem sie durch die verschiedenen Anzeigen schalten kann. Dem Display entnimmt sie, dass es jetzt 9:45 ist und sie laut dem Navi um kurz nach 10 Uhr vor der FH ankommen soll. Sie fängt an, am Gasgriff zu drehen und fährt eilig los, in der Hoffnung, vielleicht doch noch eher anzukommen. Erfreulicherweise ist der Verkehr nicht übermäßig dicht, sodass sie gut voran kommt. Um nicht zu riskieren, dass sie sich verfährt, hält sie sich penibel an die Anweisungen des Navigationssystems. Dank ihrer sehr sportlichen Fahrweise schafft sie es, den Roller um Punkt 10 Uhr an der Station vor der Fachhochschule abzustellen. Prompt leuchtet auf dem Display die Abfrage auf, ob sie den Roller nur zwischenparken oder abstellen und für den nächsten Nutzer freigeben möchte. Sie wählt die letzte Option. Zur Bestätigung brummt ihr Handy in ihrer Hosentasche. Eilig begibt sie sich in dem Raum, in dem sie den Test schreiben soll und hat erneut Glück, denn die Prüfer sind gerade erst dabei, die Aufgabenblätter zu verteilen. Bei dem Test hat sie ein relativ gutes Gefühl, und auch die restlichen Module an dem Tag bringt sie gut hinter sich, bis sie sich am frühen Nachmittag auf den Weg nach Hause machen kann. Sie hat jedoch wenig Lust, bei dem guten Wetter mit dem Bus zu fahren und ihr Fahrrad ist nicht hier. Sie beschließt, ein weiteres Mal einen der Roller auszuleihen, zumal sie am Morgen bereits so eine gute Erfahrung damit gemacht hat. Bei der Buchung nimmt sie sich diesmal etwas mehr Zeit und entdeckt, dass sie auch ihren im Handy hinterlegten Wohnort einfach als Ziel auswählen kann. Sie stellt zudem fest, dass unter den Routenvorschlägen auch derjenige mit der voraussichtlich geringsten Akkubeanspruchung hervorgehoben wird. Da sie es nicht eilig hat und auch etwas neugierig ist, entscheidet sie sich für diesen und lässt sich die Buchung bestätigen. Abschließend bemerkt sie noch eine Benachrichtigung: Die App scheint irgendwie festgestellt zu haben, wie sie auf dem Weg hierher gefahren ist und gibt ihr nun Tipps, wie sie durch ein anderes Fahrverhalten eine höhere Reichweite erzielen kann. Sie geht nun

Nr.	Feature	Beschreibung
F13	Autovervollstän- digung	Das System für die Zieleingabe verfügt über eine intelligen- te Autovervollständigung.
F14	Hinterlegte Ziele	Im System sind Favorite und der Verlauf hinterlegt.
F15	Fahrtipps	Das System erkennt eine stark Akkubelastende Fahrwei- se und gibt ggf. Tipps für ein besseres Fahrverhalten zum Zweck einer größeren Reichweite.

Tabelle 3.7: Featureliste Szenario 1

wieder zur Station, leiht sich den Roller aus und fährt aufs Neue los. Im Unterschied zu heute morgen achtet sie allerdings mehr darauf, wie sich die Anzeige für die Entladung verändert und versucht, ihr Fahrverhalten entsprechend der Tipps anzupassen. Schließlich kommt sie an der Carsharing-Station bei ihr um die Ecke an, stellt den Roller ab und legt anschließend mit ihrem Fahrrad die letzten paar hundert Meter zu ihrer WG zurück.

Szenario 2: Der Gelegenheitsbenutzer

Es ist 7:20 Uhr am Morgen eines sonnigen Frühlingstages. Peter Seidel sitzt gemeinsam mit seiner Frau und seinen beiden Kindern am Frühstückstisch und schmiert sich gerade seine letzte Scheibe Brot. Er musste kürzlich für eine Operation am Knie ins Krankenhaus und heute ist der erste Tag, an dem er wieder zur Arbeit geht. Da er sein Knie noch eine Weile schonen soll, kann er leider nicht mit dem Fahrrad zum Amt fahren. Er steht also auf und greift zum Telefon, um bei der Buchungshotline von ShareCar anzurufen. Statt jedoch ein Auto zu buchen, entscheidet er sich aufgrund des guten Wetters spontan für einen der Elektroroller. Die Stimme am anderen Ende der Leitung teilt ihm mit, dass noch ein Roller bereit steht und er diesen mit seiner Karte nun freischalten kann. Peter Seidel zieht sich also seine Jacke an, nimmt seine Tasche, verabschiedet sich von seiner Familie und macht sich zu Fuß auf den Weg zur etwa 600 Meter entfernt gelegenen Carsharing-Station. Als er dort ankommt, zückt er die Chipkarte von ShareCar und nach kurzer Suche nach dem NFC-Reader schaltet er den Roller erfolgreich frei und macht ihn startbereit. Obwohl er den Roller schon ein paar Mal genutzt hat, erinnert er sich nicht mehr genau daran, wie

3 Analyse

er das Navigationssystem verwendet. Da er den kürzesten Weg zur Arbeit aber ohnehin im Kopf kennt, macht ihm das nichts weiter aus, sodass er einfach losfährt. Etwa auf der Hälfte der Strecke hat sich aufgrund eines Unfalls jedoch ein dichter Stau gebildet. Obwohl Peter auf dem kleinen wendigen Roller schneller vorankommt als so manch anderer Verkehrsteilnehmer, ist er doch erst eine Viertelstunde später auf der Arbeit als geplant. Nicht mehr ganz so gut gelaunt wie noch zuvor stellt er den Roller ordnungsgemäß an der dortigen Carsharing-Station ab und begibt sich an seinen Arbeitsplatz im Verwaltungsgebäude. Kurz vor seinem Feierabend um 16 Uhr sitzt Peter noch am Schreibtisch in seinem Büro und erledigt die letzten Dinge für den heutigen Tag. Als er damit fertig ist, ruft er im Browser die Internetseite von ShareCar auf, um das Fahrzeug für den Rückweg zu buchen. Da die Sonne noch immer scheint, entscheidet er sich ein weiteres Mal für den Elektroroller. Vor dem Abschließen der Buchung wird ihm die Option angeboten, bereits ein Ziel für das Navigationssystem des Rollers einzugeben. Da er davon hörte, dass einige Navigationssysteme vor Staus warnen können und ihm die Zieleingabe so direkt vorgeschlagen wird, wählt er die Option, eine Zieladresse auszuwählen, trägt in die entsprechenden Felder seine Anschrift ein und wählt dann die kürzeste Route aus. Nach einem abschließenden Klick auf "Buchen"wird ihm der Erfolg der Buchung und der Zielübertragung bestätigt. Danach fährt er seinen Rechner schließlich herunter, verlässt sein Büro und geht zur Carsharing-Station. Nach dem üblichen Prozedere zum Benutzen der Carsharing-Fahrzeuge setzt er sich auf den Elektroroller. Er sucht nach dem Knopf zum Umschalten zur Navigationsansicht und findet ihn am linken Griff. Sollte das Navigationssystem tatsächlich über eine Staumeldefunktion verfügen, so zeigt sie ihm bisher nichts an. Als er schon eine Weile unterwegs ist, fällt ihm ein, dass morgen ja sein Hochzeitstag ist und er für seine Frau eigentlich schon längst ein Geschenk gekauft haben wollte. Er beschließt, direkt in die Innenstadt zu fahren und dort nach einem geeigneten Geschenk zu suchen. Da er bezüglich der Innenstadt nie genau weiß, durch welche Straßen er fahren darf und durch welche nicht, will er das Navigationssystem zuhilfe nehmen. Um den fließenden Verkehr nicht zu behindern, sucht er nach der nächsten Möglichkeit, um rechts ranzufahren. Auf dem Touchscreen wird in der Navigationsansicht eine Schaltfläche zum Stoppen der Zielführung angezeigt. Auf diese drückt Peter. Anschließend kann

Nr.	Feature	Beschreibung
F16	Freischaltung via Chipkarte	Das System verfügt über eine Möglichkeit, auch mittels ei- ner Chipkarte freischaltbar zu sein.
F17 ¹	Zielführung stop- pen	Es gibt eine Möglichkeit, die Zielführung durch das Navi- gationssystem zu stoppen.

Tabelle 3.8: Featureliste Szenario 2

¹Dieses Feature setzt voraus, dass das nicht im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Navigationssystem in entsprechender Weise auf die Eingaben reagiert.

er ein neues Ziel eingeben. Er wählt diesmal die Option, einen Punkt auf der Karte als Zielort auszuwählen. Hierfür bewegt er die Karte und drückt auf den Punkt, an dem er die Fußgängerzone verortet - ganz so, wie er es von den Karten-Apps von seinem eigenen Smartphone kennt. Anschließend werden auf dem Bildschirm wieder verschiedene Routenvorschläge eingeblendet, von denen er erneut den mit der kürzesten Fahrtzeit auswählt. Jetzt ist auf dem Display wieder die ihm bekannte Ansicht mit der Karte und den Anzeigeinstrumenten zu sehen. Da die Software ihn anweist zu wenden, sucht er nach der nächstgelegenen Möglichkeit und folgt dann den weiteren Anweisungen bis in die Innenstadt. Die Zielführung bringt ihn tatsächlich bis vor die Fußgängerzone, sodass er den Roller nur noch irgendwo in der Nähe abstellen muss, und sich anschließend auf die Suche nach einem Hochzeitsgeschenk für seine Frau machen kann.

Szenario 3: Der Routinebenutzer

Markus Neumann sitzt am frühen Nachmittag auf einem der Elektroroller von ShareCar und ist auf dem Weg zu seinem nächsten Termin mit einem Kunden. In unregelmäßigen Abständen erklingt durch die im Helm integrierten Kopfhörer eine freundliche Stimme, die ihn darauf hinweist, wenn er abbiegen muss. Als er gerade wieder einmal in eine andere Straße einbiegt, hört er über die Kopfhörer das Klingeln seines Telefons. Das ist nicht weiter verwunderlich, schließlich hat er sich kürzlich von seinem Arbeitgeber einen Helm bestellen lassen, der sich via Bluetooth mit dem Bordsystem des Rollers koppeln lässt, welches wiederum mit seinem Smartphone verbunden ist. Auf dem Display wird ihm neben

3 Analyse

Tabelle 3.9: Featureliste Szenario 3				
Nr.	Feature	Beschreibung		
F18 ¹	Akkuwarnung	Das System erkennt, wenn die Restreichweite für die ge- wünschte Strecke nicht ausreicht und gibt eine entspre- chende Warnmeldung aus.		

¹Dieses Feature setzt voraus, dass das nicht im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Navigationssystem in entsprechender Weise auf die Eingaben reagiert.

einem Telefonhörer der Name seiner Freundin angezeigt, darum nimmt er den Anruf mittels eines Sprachbefehls an. Seine Freundin erzählt ihm, dass sie bei ihrer in Travemünde wohnenden Großmutter, die ja heute Geburtstag habe, für 16 Uhr zu Kaffee und Kuchen eingeladen sei und er auch gerne mitkommen könne. Markus sagt zu, kündigt aber an, dass er vermutlich etwas später kommt, da er noch ein paar wichtige Dinge erledigen müsse. Anschließend beendet er das Telefonat. Beim Kunden angekommen stellt er den Roller ab und versetzt ihn in den Parkmodus. Als er nach dem Termin wieder auf dem Weg nach Draußen ist, übermittelt er mit seinem Smartphone bereits die Firmenadresse an das Navigationssystem des Rollers. Am Roller angekommen schaltet er diesen wieder über den NFC-Reader frei, setzt sich seinen Helm auf und fährt los. Wieder in der Firma tätigt er noch die letzten Dinge des Tages und macht anschließend gegen 16 Uhr Feierabend. Obwohl er den Roller ordungsgemäß an die Ladesäule angeschlossen hat, ist der Akkustand aufgrund seiner bisherigen Fahrten recht niedrig. Als er die Zieladresse eingibt, schlägt das Navigationssystem wie üblich verschiedene Routen vor, empfiehlt aber aufgrund der geringen Restreichweite die Wahl der akkuschonensten Route. Da jedoch selbst bei dieser Route das Ziel nach den Berechnungen des Navigationssystems nicht erreicht wird, erscheint zusätzlich eine Warnung auf dem Display. Da Markus weiß, dass sich die Berechnung der voraussichtlichen Reichweite an sein Fahrverhalten anpasst und er den Tag über doch eher zügig gefahren ist, beschließt er, sich trotzdem mit dem Roller auf den Weg zu machen. Dabei ist er sehr darauf bedacht, den Akku so wenig wie möglich zu beanspruchen und stattdessen vorausschauend zu fahren. Als er bei der Verleihstation in der Nähe seines Zielortes ankommt, hätte er laut der Anzeige für die Reichweite noch weitere 2 Kilometer zurücklegen können.

4 Konzeption

In diesem Kapitel wird die Konzeption der Soft- und Hardware für die Benutzungsschnittstelle des Rollers beschrieben. Die aus der Analyse in Kapitel 3 hervorgegangenen Features werden in der Featurekonsolidierung in Abschnitt 4.1 nochmals zusammengefasst und kategorisiert. Anschließend erfolgt die Konzeption der Ein- und Ausgabegeräte in Abschnitt 4.2 sowie das Interface Design in Abschnitt 4.3.

4.1 Featurekonsolidierung

Im Kapitel Analyse wurden eine Reihe an Features gesammelt, die mit dem System realisiert werden sollen. In Tabelle 4.1 werden diese in Kategorien gruppiert dargestellt. Die so definierten Teilsysteme bilden die Grundlage für die später in diesem Kapitel folgende, detailliertere Konzeption. Dabei wird der Fokus zunächst auf die Features in den Gruppen "Grundlegende Interaktion" sowie "Karte und Navigation" gelegt. Die Optionen und Hilfefunktionen werden nur am Rande behandelt und die Sicherheitsaspekte sowie Zusatzfunktionen bleiben vorerst außen vor.

4.2 Ein- und Ausgabegeräte

Als Ein- und Ausgabegeräte werden ausschließlich die bereits in Abschnitt 3.1.1 beschriebenen Komponenten verwendet. Das sind der 7 Zoll große Bildschirm, 2 Knöpfe sowie ein 2-Achsen-Joystick mit einem weiteren integrierten Knopf. Außerdem soll das Fahrzeug über einen NFC-Reader verfügen. Einer der Knöpfe wird am rechten Lenkergriff verbaut. Dieser ist somit als einziger Knopf während der Fahrt zugänglich. Mit diesem lassen sich die vier Ansichten Anzeige, Navigation, Hilfe und Einstellungen durchschalten, von denen die letzten beiden jedoch nur im Stand aufgerufen werden können. Zusätzlich lässt

4 Konzeption

Kategorie	Features	Beschreibung
Grundlegende Interaktion	F1, F3, F8	Nötige Features für die grundlegende Interaktion mit dem System
Karte und Na- vigation	F6, F7, F9, F13, F17	Features für die Interaktion mit der Karte und dem Navigationssystem
Optionen und Hilfe	F10, F11, F14, F15, F18	Anpassbare Einstellungen sowie Hilfefunktionen.
Sicherheits- aspekte	F4, F12	Features, die die Sicherheit des späteren Systems ge- währleisten sollen.
Zusatzfunk- tionen	F2, F5, F16	Weitere Funktionen, die weit über die grundlegende Interaktion mit dem System hinausgehen.

Tabelle 4.1: Featurekategorien

sich durch längeres Drücken des Knopfes (etwa 3 Sekunden) jederzeit zwischen einer Tagund Nachtansicht umschalten.

Der zweite Knopf wird rechts unten neben dem Display verbaut. Mit dem Knopf lassen sich je nach Menü verschiedene Aktionen durchführen, die der Benutzer jeweils der unteren rechten Ecke des Displays entnehmen kann. Dies sind unter anderem das Durchschalten der verschiedenen Kilometerstände, das Aufrufen des Navigationsmenüs und das zurück-Navigieren in oder Abbrechen von Dialogen.

Der Joystick soll ebenfalls rechts des Displays, allerdings auf mittiger Höhe und damit oberhalb des zweiten Knopfes angebracht werden. Durch Kippen des Joysticks entlang der zwei Achsen lässt sich in Auswahlfenstern zu den einzelnen Einträgen navigieren. Die Auswahl wird in dem Fall durch das Drücken des Joysticks bestätigt. Zusätzlich dient der Joystick der Veränderung der Kartenansicht mit den zuvor auszuwählenden Funktionen. Das Hineindrücken des Joysticks sollte in diesem Fall den Kartenausschnitt auf den Ausgangszustand zurücksetzen.

Um komplexere Interaktionen während der Fahrt von vorneherein nicht zuzulassen, werden der zweite Knopf und der Joystick deaktiviert. Diese können nur bei stehendem Fahrzeug verwendet werden. Damit kann eine größere Ablenkung durch etwa die Eingabe eines Navigationsziels vermieden werden. Auch wird nicht zum einhändigen Fahren und dem damit einhergehenden Kontrolldefizit eingeladen.

4.3 Interface Design

Durch alle Anzeigen zieht sich die Menüleiste an der linken Displayseite, die jederzeit Aufschluss über die aktuelle Position im System geben soll. Die einzelnen Ansichten lassen sich mit dem Knopf am rechten Griff durchschalten. Beim Wegschalten von geöffneten Dialogfenstern werden diese nicht geschlossen, sondern sind beim nächsten Durchlauf durch das Menü wieder sichtbar. Über den Menübutton soll zudem der Wechsel zwischen einer Tag- und Nachtansicht ermöglicht werden.



4.3.1 Anzeige

Abbildung 4.1: Mockup des Anzeigebildschirms

Dies ist die standardmäßig eingestellte Ansicht des Displays. Die Gestaltung orientiert sich an der von Janis Feye implementierten Version. (Feye, 2015) Im Mittelpunkt stehen weiterhin der runde Balken und die großen Ziffern für die Geschwindigkeitsanzeige. Im Sinne einer besseren Lesbarkeit wird die 7-Segement-Anzeige jedoch durch eine einfache Zahlendarstellung ersetzt. Das Gleiche gilt für den Kilometerzähler, der zudem weiter am Rande des Displays platziert wird, da diesem keine allzu große Bedeutung zukommt. Stattdessen wird die Anzeige für den Akkustand weiter in die Mitte gerückt. Zudem wird

4 Konzeption

nicht mehr der Ladestand in Prozent, sondern die voraussichtliche Restreichweite in Kilometern angegeben. Auch die Anzeige für den Entladungsgrad wird mittiger platziert, sodass der Benutzer alle während der Fahrt besonders relevanten Anzeigen mit einem Blick erfassen kann. Hierdurch wird der von den Anzeigeinstrumenten eingenommene Platz auf dem Display stark reduziert. Durch die dynamische Anzeige der Fehler- und Statusleuchten kann weiterer Platz gespart werden. Auf diese Weise entsteht Raum, der für die Anzeige weitere Informationen genutzt werden kann. Unter anderem können das die Abbiegeinformationen aus dem Navigationssystem sein. Zudem sollen in GreenNav weitere Dienste wie Wetter- und Verkehrsinformationen integriert werden, die an dieser Stelle platziert werden könnten. Die verschiedenen Kilometerstandsanzeigen werden unten rechts am Display untergebracht, so dass der Zusammenhang zwischen der Anzeige und dem Knopf daneben verdeutlicht wird.



4.3.2 Navigationssystem

Abbildung 4.2: Mockup der Navigationsansicht

In der Ansicht für das Navigationssystem nimmt die Karte samt der für die Zielführung notwendigen oder hilfreichen Informationen den Großteil der Anzeige ein. Die für die Fahrt relevanten Anzeigeinstrumente befinden sich sämtlich am unteren Bildschirmrand. Durch die großflächige Anzeige der Karte müssen seitens des Fahrers viele zusätzliche visuelle Informationen verarbeitet werden. Um die kognitive Beanspruchung zu reduzieren, soll eine möglichst große Konsistenz zwischen der Anzeige- und der Navigationsansicht gewährleistet werden. Der Tacho befindet sich daher in der gleichen Bildschirmhälfte und besteht auch weiterhin aus dem runden Balken und den darin platzierten Ziffern. Aus Platzgründen ist der runde Balken jedoch kürzer und um 90° im Uhrzeigersinn gedreht, außerdem befinden sich die Ladestands- und Entladungsanzeige rechts daneben. Alle weiteren Anzeigen für die Navigationsführung sollten nur sichtbar sein, wenn sie benötigt werden. Auch die digitale Beschriftung der Bedienelemente wird während der Fahrt, wenn diese ohnehin nicht verwendet werden können, ausgeblendet. Im Stand können mit diesen verschiedene Aktionen ausgeführt werden. Über den zweiten Knopf lässt sich ein Optionsmenü aufrufen, von dem aus mittels des Joysticks zwischen den Modi Zoom, Bewegen und Kippen für die Manipulation des Kartenausschnitts ausgewählt werden kann. Außerdem kann je nach Systemzustand ein Ziel oder ein Zwischenziel eingegeben oder die Zielführung gestoppt werden. Mittels des multifunktionalen Knopfes kann zur Karte zurückgekehrt werden.



Abbildung 4.3: Mockup des Optionsmenüs

4 Konzeption

Zielwahl

Wird im Optionsmenü die Eingabe eines (Zwischen-)Ziels ausgewählt, so kann im darauf folgenden Menü zwischen der Angabe einer Adresse, eines Point of Interest oder einer Position auf einer Karte ausgewählt werden. Außerdem lassen sich auf den Verlauf, zuvor vom Benutzer gespeicherte Favoriten oder im System hinterlegte Standorte von Ladesäulen oder Carsharing-Stationen zugreifen. Im Falle der Eingabe der Adresse wird zunächst die Stadt abgefragt. Hierbei ist der Bildschirm in Zwei Hälften unterteilt: Auf der linken Seite ist eine Liste zu sehen, die die nächstgelegenen Orte aufsteigend nach ihrer Entfernung vom aktuellen Standort auflistet. Auf der rechten Seite befindet sich eine Tastatur, mittels derer die im Navigationssystem gespeicherten Städte durchsucht werden können. Dabei bezieht sich die Suche auf das über der Liste angegebene Land, dessen Voreinstellung in diesem Fall Deutschland ist.



Abbildung 4.4: Mockup der Zielartauswahl

Mit Auswahl des ersten Buchstabens erfolgt die Sortierung in der Liste alphabetisch. Außerdem werden unter der Verwendung von Patricia-Tries die nicht mehr sinnvoll verwendbaren Buchstaben der Tastatur dynamisch ausgeblendet. Sobald die gesuchte Stadt in der linken Bildschirmhälfte zu sehen ist, kann diese mittels des Joysticks ausgewählt werden, um zum nächsten Menü fortzuschreiten. Zurücknavigiert wird bei Bedarf nach wie vor mittels des Multifunktionsknopfes. Außerdem kann durch einen längeren Druck

die Zieleingabe abgebrochen und komplett zur Navigationsansicht zurückgekehrt werden. Die Eingabe des Landes, der Straße und der Hausnummer erfolgen analog, wobei erstere nicht zwangsläufig aufgerufen werden muss und die letzteren bei Bedarf übersprungen werden können. Außerdem wird bei der Eingabe der Hausnummer in der Tastatur statt des Alphabets ein Ziffernblock angezeigt. Erfolgt die Zielwahl über einen Point of Interest, so kann über verschiedene Kategorieren und eine Suche auf die dafür in Green-Nav hinterlegten Einträge zugegriffen werden. Für die Auswahl einer Position auf der Karte wird die Kartenansicht aufgerufen, auf der mittels des Joysticks eine Markierung gesetzt werden kann. Nach der Zielwahl werden die Routenvorschläge ausgegeben. Da die Darstellung dieser Routen stark von der Umsetzung in GreenNav abhängt, die zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht genau bekannt ist, wird hier auf eine genauere Beschreibung verzichtet. Es sollten jedoch Warnmeldungen vorgesehen werden, für den Fall dass die Restreichweite den Berechnungen nach nicht mehr für die gewählte Route ausreicht.



Abbildung 4.5: Mockup der Adresseingabe

4.3.3 Hilfe

Dieses Menü kann nur im Stand aufgerufen werden. Es bietet dem Nutzer Informationen über das Fahrzeug, über das Carsharing, speziell auf den jeweiligen Anbieter bezogen und über die relevanten Besonderheiten von Elektrofahrzeugen. Außerdem können im

4 Konzeption



Abbildung 4.6: Mockup des Hilfemenüs

Störungsfall oder bei anderen Problemen über dieses Menü eine Meldung an den Betreiber geschickt oder Kontaktdaten des Supports angezeigt werden. Bei der Realisierung der Benutzungsschnittstelle sollte zudem eine Option vorgesehen werden, mittels derer Neukunden beim ersten Benutzen des Systems eine optionale Kurzeinführung auf dem Hilfebildschirm angeboten wird. Zudem sollte auch eine einfache spätere Ergänzung des Hilfesystems ermöglicht werden.

4.3.4 Einstellungen

Über das ebenfalls nur im Stand aufrufbare Einstellungsmenü lässt sich das System in geringem Maße vom Benutzer individualisieren. So kann die Liste der Favoriten angepasst, die Anzeigesprache geändert und die Oberfläche personalisiert werden.

4.3.5 Tag- und Nachtmodus

Das System bietet die Möglichkeit zum Umschalten zwischen einem Tag- und einem Nachtmodus an. Dabei werden alle Anzeigen insoweit angepasst, dass im Tagmodus dunkle Schriften auf hellem Untergrund und im Nachtmodus helle Schriften auf dunklem Untergrund verwendet werden. Damit soll erreicht werden, dass die Anzeigen bei Helligkeit und Sonnenschein möglichst gut lesbar sind, während der Fahrer bei Dunkelheit nicht

4.3 Interface Design



Abbildung 4.7: Mockup des Einstellungsmenüs

zu sehr durch ein stark leuchtendes Display abgelenkt wird. Die Umschaltung zwischen den Modi kann über einen neu zu integrierenden Helligkeitssensor oder manuell erfolgen. Gegenwärtig ist für die manuelle Umschaltung eine lange Betätigung des Knopfes am rechten Griff vorgesehen. Hier muss sich jedoch zeigen, inwiefern dies notwendig ist und ob diese Belegung des Knopfes stattdessen möglicherweise eher für die Umschaltung der Zusatzinformationen bei der Ansicht für die Anzeigeinstrumente verwendet wird.

5 Realisierung

Zum Zeitpunkt der Implementierung wird das GreenNav-Projekt grundlegend um- beziehungsweise neugeschrieben. Da die Benutzungsschnittstelle an vielen Punkten von der Realisierung GreenNavs abhängt, erscheint die vollumfängliche Programmierung des Konzepts gegenwärtig nicht sinnvoll. Eine auf die Bedienelemente des Rollers angepasste Benutzungsschnittstelle zur Eingabe von Adressen wird jedoch in jedem Fall notwendig sein. Zudem erfordert dieser Teil die komplexesten Interaktionsmuster mit dem System. Daher konzentriert sich dieser Abschnitt der Bachelorarbeit auf die Umsetzung der dafür nötigen Programmbestandteile als Proof of Concept um diese bei der anschließenden Evaluation hinsichtlich der gestellten Anforderungen überprüfen zu können.

5.1 Proof of Concept

Das ursprüngliche Programm bestand ausschließlich aus der Ansicht der Anzeigeinstrumente. Janis Feye, der als studentische Hilfskraft des Instituts ebenfalls an diesem Projekt beschäftigt ist, hat diese unter Verwendung von Google Polymer bereits neugeschrieben, wodurch im Vergleich mit der vorherigen Version eine deutliche verbesserte Performanz erzielt werden konnte. Auf Grundlage des in Kapitel 4 vorgestellten Konzepts wurde durch ihn ebenfalls bereits das vertikal angeordnete Menü und die eigentliche Karte der in Abschnitt 5.1.1 beschriebenen Kartenansicht realisiert. Darauf aufbauend wurde in dieser Arbeit die Kartenansicht erweitert sowie die in Abschnitt 5.1.2 und 5.1.3 erläuterten Ansichten für die Art der Zielwahl und die Adresseingabe implementiert. Der im Rahmen dieser Arbeit dafür geschriebene Code befindet sich dabei in den im Anhang beigefügten Dateien eroller-navigation.html, eroller-menucard.html und dummy-cities.json sowie zu einem sehr geringen Anteil in der index.html.

5 Realisierung

5.1.1 Kartenansicht

Die bereits von Janis Feye implementierte Kartenansicht wurde um den aufklappbaren Optionen-Dialog und einen Platzhalter für die Anzeige des gegenwärtig gesetzten Ziels erweitert. Im Optionsmenü sind auschließlich die Einträge "Ziel eingeben" und "Ziel löschen" mit Funktionalität versehen. Sie werden zudem deaktiviert, abhängig davon, ob ein Ziel gesetzt ist oder nicht. In Abbildung 5.1 befindet sich der Platzhalter für die Zielanzeige teilweise hinter dem Optionsdialog. Die für die Realisierung verwendeten Polymer-Komponenten im Material Design mussten hierfür gestalterisch nur minimal angepasst werden. Auf die im Konzept vorhandene digitale Beschriftung des Joysticks wurde verzichtet, auch um in der späteren Evaluation herauszufinden, ob hierfür überhaupt eine Notwendigkeit besteht.



Abbildung 5.1: Kartenansicht mit aufgeklapptem Optionsmenü und gesetztem Ziel

5.1 Proof of Concept



Abbildung 5.2: Menü für die Wahl der Zielart

5.1.2 Menü für die Wahl der Zielart

Die Realisierung des Menüs für die Wahl der Zielart entspricht weitestgehend dem vorgestellten Konzept. Die einzelnen Menüeinträge sind in diesem Fall Instanzen eines eigens erstellten Elements, das die bestehenden Paper-Cards von Polymer um das Feature der Auswählbarkeit erweitert. Dies ist ein schönes Beispiel für die richtige Verwendung von Polymer. Bis auf ausgeklammerte weitere HTML Imports und die Stylesheets bildet der in Listing 5.1 gezeigte Code das komplette Element. Dessen DOM besteht einzig aus dem Tag <paper-card> und den darin beinhalteten Tags. Die Klassenzuweisungen der Kindelemente sorgen in dem Fall dafür, dass die Elemente dem entsprechenden Code im vorhandenen Paper-Card-Element zugewiesen werden. Um ein solches Element zu erzeugen, genügt jetzt der folgende beispielhafte Code: <eroller-menucard content="Adresse" card-icon="home">//eroller-menucard>. Im Script-Teil erfolgen bei der Registrierung als Polymer-Element nur die Deklarierungen, dass das Element die paper-card beerbt und das IronSelectableBehavior implementiert. In dem in in Abbildung 5.2 gezeigten Menü sind alle Karten anwählbar, aber nur die erste

5 Realisierung

birgt Funktionalität.

```
Listing 5.1: eroller-menucard.html
```

```
<link rel="import" href="bower_components/polymer/polymer.html">
1
2
   [...]
   <dom-module id="eroller-menucard">
3
       <template>
4
           <style>
5
           [...]
6
            </style>
7
            <paper-card>
8
                <iron-icon class="card-header" icon="[[cardIcon]]"></iron-icon>
9
                <div class="card-content">[[content]]</div>
10
            </paper-card>
11
       </template>
12
   </dom-module>
13
   <script>
14
       Polymer({
15
           is: 'eroller-menucard',
16
           inherits: 'paper-card',
17
           behaviors: [Polymer.IronSelectableBehavior]
18
       })
19
   </script>
20
```

5.1.3 Adresseingabe

Die Fenster für die Adresseingabe sind im Vergleich mit dem Konzept an einigen Punkten leicht angepasst. So gibt es nun eine Suchzeile, damit der aktuelle Suchbegriff jederzeit transparent sichtbar ist. Zudem ist das Tastaturlayout nun aufgeräumter und die Liste der Städte und Straßen ist auch aus technischen Gründen auf 6 Einträge begrenzt. Bisher nicht realisiert ist die Möglichkeit, die Eingabe einer Straße zu überspringen oder das Land zu wechseln.

Die Daten für die Listen der Städte und Straßen stammen aus einer JSON-Datei, die über eine Polymer-Komponente dynamisch eingebunden wird. Hierin liegen als Testdaten eine Reihe von Städten der näheren Umgebung als JSON-Objekte in einem Array vor, die jeweils wiederum einen Array von Straßenobjekten beinhalten. In den Stadt-Objekten ist zudem auch ein Wert für die Entfernung vom aktuellen Standort hinterlegt. Ist im Suchfeld kein Begriff eingegeben, so werden die Städte aufsteigend nach diesem Wert sortiert. Sobald ein Suchbegriff eingegeben wird, erscheinen dann die entsprechenden Städte in alphabetischer Reihenfolge. Die Straßen werden von vornherein alphabetisch sortiert. Das Fortschreiten zum nächsten Menü erfolgt durch die Auswahl eines Listenelements. Das im Konzept vorgesehene Verhalten, dass Buchstaben der Tastatur ausgegraut werden, wenn das Anfügen des entsprechenden Buchstaben an den Suchbegriff eine leere Ergebnismenge zur Folge hätte, ist bislang nicht umgesetzt.



Abbildung 5.3: Ansicht für die Eingabe der Stadt

Die Eingabe der Hausnummer erfolgt mittels eines einfachen Ziffernblocks. Für die Realisierung als Proof of Concept wird dies ausreichen. Sofern der Bedarf bestehen sollte, können die Straßen-Objekte allerdings auch um einen Array von Hausnummern der entsprechenden Straße erweitert werden, um die Eingabe der Hausnummer an die beiden vorherigen Eingabemenüs anzugleichen. Mit dem Druck auf "Bestätigen" werden die Hausnummer und eine Variable, die das System über die erfolgte Zieleingabe informiert,

5 Realisierung

gesetzt.

,	Straße wählen						
	In Lübeck	Ra					
	Ratzeburger Allee	а	b	C	d	е	f
		g	h	i	j	k	Ι
		m	n	0	р	q	r
		s	t	u	V	w	x
		У	z	ä	Ö	ü	ß
		•					-
							71

Abbildung 5.4: Ansicht für die Eingabe der Straße

Die Realisierung der Adresseingabe gestaltete sich etwas komplizierter. Aufgrund der Tatsache, dass sich die Ansichten für die Eingabe der Stadt, der Straße und der Hausnummer dem Konzept nach zum Großteil gleichen, wäre es sinnvoll gewesen, ein entsprechendes eigenes Polymer-Element zu schreiben, das dann mehrfach verwendet werden könnte. In Anbetracht dessen, dass diese Arbeit mein erstes umfangreicheres Projekt mit Polymer und auch mit HTML, Javascript und CSS ist, erschien die Realisierung als Element zu komplex, insbesondere auch aufgrund der daraus resultierenden Erschwernisse hinsichtlich der Umsetzung der Navigation mit den Buttons.

5.1.4 Buttons

Die Werte der in Abschnitt 4.2 bereits erläuterten Buttons werden ebenso wie alle anderen Daten des eRollers vom Datenserver über Websockets bereitgestellt. Im von Janis Feye progammierten Element eroller-data.html werden diese Werte ausgelesen und in einem Datenobjekt gespeichert, das über die verschiedenen Ebenen bis zur eroller-

5.1 Proof of Concept



Abbildung 5.5: Ansicht für die Eingabe der Hausnummer

navigation.html durchgereicht wird. Der für die Durchschaltung durch die Menüs zuständige Button ist auf der Ebene der index.html angelegt und auf diese Weise in jedem Systemzustand funktionsfähig. Für die Navigation innerhalb der Kartenansicht wurde die Funktionalität der Buttons in der Datei eroller-navigation.html realisiert. Die Navigation mittels der Tastatur wird von Polymer mittels entsprechender Elemente und Behaviors zwar unterstützt, jedoch nicht in dem Umfang, wie es für eine möglichst effiziente Interaktion mittels eines Joysticks nötig wäre. Insbesondere bei den Fenstern für die Auswahl der Stadt und der Straße galt es sicherzustellen, dass ein Bewegen des Joysticks in eine Richtung auch die Auswahl des nächstgelegenen Elements in der entsprechenden Richtung zur Folge hat. Die Realisierung erfolgte dafür als einfachste Lösung über die Verschachtelung mehrerer Switch-Case-Anweisungen.

6 Evaluation

Die Evaluation ist ein wichtiges Instrument um anhand eines Prototypen die Gebrauchstauglichkeit des sich in der Entwicklung befindlichen Systems zu messen. Dieses Kapitel widmet sich der Evaluation des im vorherigen Kapitel implementierten Prototypen. Dafür wird ein Usability Test durchgeführt, bei dem eine Zahl von Probanden unter Beobachtung eine Reihe von vorher festgelegten Aufgaben erledigen. In Abschnitt 6.1 wird dabei zunächst der Testaufbau beschrieben. Es folgen die Durchführung in Abschnitt 6.2 sowie die Präsentation der Ergebnisse in Abschnitt 6.3. In der abschließenden Auswertung in Abschnitt 6.4 werden die Ergebnisse eingeordnet sowie Handlungsempfehlungen benannt.

6.1 Testaufbau

Der Usability-Test erforderte einen geeigneteren Testaufbau. So war es nötig, insbesondere den mehrfach belegten Button direkt neben dem Display zu positionieren. Zudem musste der Joystick stabilisiert werden, damit die Bedienung auch mit nur einer Hand erfolgen kann. Dafür wurde aus Pappe, Klebeband und Klebstoff eine entsprechende Konstruktion gefertigt (siehe Abbildung 6.1). Der Joystick und auch die anderen Knöpfe ließen sich auf diese Weise mühelos betätigen. Die Pappkonstruktion gab dabei nur in geringem Maße nach. Einzig der Kontext des Elektrorollers wurde durch den Prototypen nicht sofort ersichtlich, zudem ist der Menü-Knopf in deutlich geringerem Abstand zum Rest des Systems montiert, als vom Konzept vorgesehen. Als erster funktionaler Prototyp für die komplexere Interaktion mit dem eRoller-System hat dieser jedoch schon eine relativ große Nähe zum vorgesehenen System.

6 Evaluation



Abbildung 6.1: Aufbau für den Usability-Test

6.2 Durchführung

Die Durchführung des Usability Tests mit den Probanden fand über zwei Tage verteilt im Diplomandenraum des Instituts für Softwaretechnik und Programmiersprachen statt. Nach einer kurzen Begrüßung erhielten die Probanden jeweils das Aufgabenblatt, auf dem die Aufgaben auch während des Tests jederzeit nachgelesen werden konnten. Die Probanden wurden darum gebeten, sich zunächst die erste Aufgabe durchzulesen und Bescheid zu geben, wenn sie bereit sind und ebenfalls Bescheid zu geben, wenn sie meinen, mit der Aufgabe fertig zu sein. Auf die Weise wurde mit den weiteren Aufgaben verfahren, mit Ausnahme der vorletzten Aufgabe, die nur mündlich nach der Auswahl der "St. Pauli Hafenstraße" im Rahmen der vorherigen Aufgabe mitgeteilt wurde. Bei den Aufgaben handelte es sich um die folgenden:

- Aufgabe 1: Setze für die Navigation das Ziel: Hansestraße 50, Lübeck.
- Aufgabe 2: Stoppe die Zielführung.
- Aufgabe 3: Setze als Navigationsziel die St. Pauli Hafenstraße 36, Hamburg.

- (Aufgabe 3b: Brich die Zieleingabe jetzt ab.)
- Aufgabe 4: Wechsle zur Ansicht der Instrumententafel.

Dabei wurde die für jede einzelne Aufgabe benötigte Zeit gestoppt. Zudem wurden die Probanden bei der Interaktion mit dem System beobachtet, um Notizen bei Problemen oder anderen Auffälligkeiten anzufertigen. Fragen wurden nicht beantwortet und auch sonst wurde es vermieden, in irgendeiner Weise in den Test einzugreifen. Im Anschluss an den Usability-Test wurden die Probanden gebeten, einen abschließenden Fragebogen auszufüllen. Neben dem Eintragen weniger allgemeiner Angaben zur Person, sollten die Probanden beurteilen, wie gut sie auf einer siebenstufigen Bewertungsskala zwischen "Überhaupt nicht" und "Perfekt" mit der Bedienung zurechtgekommen sind. Weiterhin wurde danach gefragt, ob und wie oft andere Geräte und Programme verwendet werden, bei denen eine Zieleingabe erfolgt, um welche es sich dabei handelt und wie gut die Bedienung des getesteten Geräts im Vergleich bewertet wird. Abschließend konnten in einem Freitext-Feld zudem noch Verbesserungsvorschläge oder besondere Kritikpunkte notiert werden. Der gesamte Vorgang erforderte jeweils nur wenige Minuten Zeit.

6.3 Testergebnisse

In diesem Abschnitt werden zunächst die Testergebnisse des Usability-Tests aufgeteilt auf die einzelnen Bestandteile vorgestellt. Die Auswertung samt der Einordnung der Ergebnisse folgt im anschließenden Abschnitt

6.3.1 Allgemeine Angaben

Der Usability-Test wurde mit insgesamt 14 Probanden durchgeführt. Davon waren 4 weiblich und die restlichen 10 männlichen Geschlechts. Nur zwei der Probanden befinden sich nicht mehr im Studium, sondern in einem Arbeitsverhältnis. Die Studenten waren dabei sowohl im Durchschnitt als auch zur größten Zahl im 8. Semester. Das Durchschnittsalter aller Probanden liegt bei 24,7 Jahren, was angesichts des hohen Studentenanteils nicht verwunderlich ist.

6 Evaluation

6.3.2 Testbezogene Angaben

Im zweiten Teil des Fragebogens gaben 13 von 14 Probanden an, dass sie gut oder sehr gut mit der Bedienung des Geräts zurechtgekommen sind. Dabei scheint es den Zahlen nach unerheblich zu sein, wie oft sie andere derartige Geräte oder Programme verwenden jedoch setzten auch nahezu alle Probanden das entsprechende Kreuz bei den Optionen "gelegentlich" oder "häufig". Unter den genannten Programmen befand sich in 12 Fällen Google Maps, etwa halb so oft wurden Navigationssysteme und nur vereinzelt OsmAnd, DB Navigator und Fahrkartenautomat genannt. Die Frage nach dem Vergleich des Systems mit anderer entsprechender Hard- und Software wurde nur von 12 Probanden beantwortet. Davon bewerteten 2 die Bedienung als "besser", 7 als "genauso gut" und 3 als "schlechter".

Die Anmerkungen im Freitextfeld beziehen sich fast ausschließlich auf die Bedienung mit den Joysticks und der Buttons. Mehrfach wurde der Wunsch geäußert, mittels des Joysticks zwischen den Menü-Tabs wechseln zu können. Auch wurde kritisiert, dass die Auswahl mal mit dem neben dem Display verorteten Button und mal mit dem hineindrücken des Joysticks vorgenommen wird und auf die Möglichkeit des Drückens des Joysticks nicht hingewiesen wird. Jeweils einmal kamen die Vorschläge, den Joystick durch Pfeiltasten und einen OK-Button zu ersetzen oder im Sinne einer Verkürzung der Lernzeit die Buttons und die Einträge auf dem Bildschirm mit den gleichen Symbolen zu versehen. Auch gab es einmal Bedenken, ob ältere Leute mit dem Joystick zurecht kommen würden. Der Wunsch nach einer eindeutigen Beschriftung wurde sowohl direkt als auch indirekt wiederum mehrfach geäußert. Als Anmerkung mit ausschließlichem Bezug auf das grafische Interface wurde genannt, dass nicht ganz klar ist, wie die Liste der Städte genau zustande kommt. Eine Person hat sich zudem ein QWERTZ-Tastaturlayout gewünscht, eine andere würde es bevorzugen, wenn beim Nummernblock standardmäßig die Taste "5" statt des Bestätigungsbuttons fokussiert wäre. Es wurde zudem vorgeschlagen, eine Taste nur mit Zurück- und Abbrechen-Funktionen zu belegen und die Bestätigungen und die generelle Navigation ausschließlich mit dem Joystick auszuführen

6.3.3 Gemessene Zeiten

Bei jedem Probanden wurde mittels einer Stoppuhr die für die Bearbeitung der einzelnen Aufgaben notwendige Zeit gestoppt. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass die erste Aufgabe mit durchschnittlich 54 Sekunden die meiste Zeit beansprucht hat. Hierin ist auch die Zeit enthalten, die die Probanden für die erste Erkundung des Systems benötigten. Der Maximalwert von 02:06 ist dabei ein einzelner Ausreißer, der zweithöchste Wert liegt mit 01:12 weit darunter. Die insgesamt zweitmeiste Zeit wurde von Aufgabe 3 beansprucht, bei der ebenfalls ein Ziel eingegeben werden sollte. Im Durchschnitt wurde hierfür 37 Sekunden gebraucht. Die Aufgaben 2, 3b und 4 erforderten im Vergleich dazu nur sehr wenige Handlungen, die im Schnitt im Durchschnitt 8, nochmals 8 und 4 Sekunden erforderten. Die gestellten Aufgaben konnten von nahezu allen Probanden erfüllt werden. Die einzige Ausnahme bildet hierbei die Aufgabe 3b, bei der vereinzelt einfach in ein anderes Menü gewechselt wurde, anstatt wie vorgesehen mittels des "Zurück"-Knopfes zur Kartenansicht zurückzukehren.



Abbildung 6.2: Für die Bearbeitung der Aufgaben benötigte Zeit

6 Evaluation

6.3.4 Beobachtungen und Anmerkungen

An dieser Stelle sollen Auffälligkeiten dokumentiert werden, die während des Usability-Tests beobachtet werden konnten. Generell war festzustellen, dass das System meist erst einmal durch das Drücken sämtlicher Buttons erkundet wurde. Am Auffälligsten war dabei, dass kein einziger Proband auf Anhieb den Menü-Knopf für das Wechseln zwischen den Tabs verwendet hat. Stattdessen wurde meist zuerst versucht, dies mittels Kippens des Joysticks zu erreichen. Das Öffnen des Optionsdialogs gelang dagegen in den überwiegenden Fällen sofort. Für die Auswahl des Eintrags "Ziel eingeben" wurden jedoch fast immer erst die beiden normalen Buttons gedrückt, statt des in den Joystick integrierten dritten Buttons. Ab dem Menü für die Wahl der Zielart verlief die Interaktion jedoch vergleichsweise reibungslos. Die Probanden hatten jedoch häufig Schwierigkeiten festzustellen, dass das Ziel nach der Eingabe der Hausnummer als gesetzt gilt. Auf der Suche nach dem standardmäßig nicht in der Städteliste sichtbaren Hamburg wurde teilweise zunächst ans Ende der Liste navigiert, vermutlich in der Hoffnung, durch weitere Einträge durchscrollen zu können. Auffällig war auch, dass knapp die Hälfte bei Aufgabe 3 als Suchbegriff für die "St. Pauli Hafenstraße" zunächst "H" bzw. "Ha" eingaben, was keine Treffer zur Folge hatte. Auch gelang es nicht immer sofort, einen Bezug zwischen der unten rechts im Display angezeigten Beschriftung und dem sich daneben befindlichen Knopf herzustellen. Zudem war nicht allen sofort klar, dass es sich bei dem Display nicht um einen Touchscreen handelt. Nach Abschluss der einzelnen Tests gab es von einigen Testpersonen noch weitere Anmerkungen. Unter anderem wurde geäußert:"Wenn ich das System noch 3x benutzt hätte wäre das sicher kein Problem mehr.". Ein anderer betonte, dass ihm der Roller als Kontext des Systems erst im Nachhinein klar geworden ist. Zudem wurde von einem Proband festgestellt, dass der Platz im Display noch besser ausgenutzt werden könnte.

6.4 Auswertung

Die Stichprobe ist mit 14 Teilnehmern nur sehr gering. Zudem handelt es sich dabei um eine sehr homogene Gruppe von nahezu ausschließlich Studenten zwischen 23 und 26

	labelle 6.1: verbesserungsvorschlage bezuglich der Buttons
Nr.	Beschreibung
V1	Durchschalten durch die Menü-Tabs mittels des Joysticks realisieren.
V2	Aufrufen des Optionsdialoges mittels des Joystick-Knopfes.
V3	Hinweis auf den Joystick-Knopf realisieren, ggf. als einmalige Info zu Beginn.
V4	Die Belegung eines Knopfes mit verschiedenen Funktionen vermeiden.
V5	Vorsehen eines Knopfes einzig für das Zurücknavigieren oder Abbrechen von Aktionen.

TT 1 11 (1 TV 1 1 1... .. 1. 1 1 1 n ...

Jahren. Daher lassen sich besonders aus den Ergebnissen der Befragung keine Aussagen hinsichtlich der Eignung des Systems für die gesamte Zielgruppe ableiten. Trotzdem konnten mittels der Evaluation zum Teil größere Probleme bei der Interaktion mit dem eRoller-System aufgedeckt werden.

Das Größte davon ist die Belegung der Knöpfe und des Joysticks in der Hauptansicht. Die Tastenbelegung sollte überarbeitet werden, um den Benutzern den schnellen Einstieg in das System zu erleichtern. Im Falle der weiteren Verwendung der gegenwärtigen Hardware sollten dabei insbesondere die in Tabelle 6.1 aufgeführten Punkte beachtet werden. Zusätzlich erscheint es sinnvoll zu prüfen, ob das Ersetzen des Joysticks durch Pfeiltasten und einen mittigen Bestätigungsknopf möglicherweise eine bessere Alternative darstellt. Hierbei ist insbesondere zu beachten, dass das System später potenziell auch von älteren Benutzern verwendet wird, die mit dem Joystick gegebenenfalls größere Probleme haben könnten. Eine Reihe von kleineren aufgezeigten Problemen betrifft die Realisierung des grafischen Interfaces. Hierzu werden in Tabelle 6.2 Empfehlungen abgegeben, die eine Verbesserung des Benutzungserlebnisses zur Folge haben sollten.

Trotz der Probleme sind die Probanden den Fragebögen nach gut bis sehr gut mit der Bedienung des Systems zurechtgekommen zu sein. Vergleicht man zudem die für Aufgabe 1 und Aufgabe 3 benötigten Zeiten, so fällt auf, dass für Aufgabe 3 sowohl im Mittelwert, im Minimum und im Maximum zum Teil deutlich weniger Zeit aufgewandt wurde - und das, obwohl hierbei sowohl nach der Stadt, als auch nach der Straße zunächst gesucht werden musste. Auch erforderte die Bearbeitung von Aufgabe 4 meist nur sehr wenig

6 Evaluation

	Tabelle 6.2: Verbesserungsvorschläge bezüglich des grafischen Interface
Nr.	Beschreibung
V6	Deutlichere Information nach dem Setzen oder Löschen eines Ziels.
V7	Scrollfunktion für die Listen der Städte und Straßen implementieren.
V8	Das Zustandekommen der Liste der Städte transparenter machen, ggf. durch Angeben der Einheit der Entfernung.
V9	Das Suchen nach Bestandteilen von Stadt- und Straßennamen ermöglichen.
V10	Den Fokus beim Aufrufen des Nummernblocks standardmäßig auf die mittig gelegene Taste "5" setzen.
V11	Besseres Ausnutzen des vorhanden Platzes im Interface.

Zeit, da die Funktion des Menü-Buttons zu dem Zeitpunkt bereits klar war. Dies spricht dafür, dass sich das System zumindest hinsichtlich der in der Evaluation vertretenen Nutzerschaft durch eine gute Erlernbarkeit auszeichnet. Dazu kommt, dass, wie ein Proband sinngemäß äußerte, bei der Bedienung "nichts kaputt gemacht" werden könne, was zum Ausprobieren einlade. Positiv hervorzuheben ist auch, dass nur in sehr geringem Maße

Kritik an Bestandteilen der grafischen Oberfläche geübt wurde.
7 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wird die bisherige Arbeit abschließend nochmals zusammengefasst. Dafür wird im Abschnitt 7.1 zunächst ein Fazit gezogen. In Abschnitt 7.2 werden noch offene Punkte benannt und ganz am Ende in Abschnitt 7.3 noch ein Ausblick gewagt.

7.1 Fazit

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Benutzungsschnittstelle für die Interaktion mit dem Bordcomputer des eRoller-Systems entwickelt. Nach der Klärung einiger Grundlagen wurde hierfür eine umfangreiche Analyse durchgeführt, mittels derer Anforderungen an das zu entwickelnde System definiert werden konnten. In dieser Phase wurde insbesondere auch davon Abstand genommen, die nahezu vollumfängliche Interaktion mit dem System während der Fahrt ermöglichen zu wollen. Diese und weitere Entscheidungen hinsichtlich der Wahl und Positionierung der Bedienelemente wurden in der anschließenden Konzeptionsphase ausgefeilt. Zusammen mit den Überlegungen für das grafische Interface bildeten diese die Basis für die ersten Mockup-Zeichnungen. Im Kapitel Realisierung wurde wiederum mit den Mockups als Vorlage ein erster Prototyp implementiert. Dessen Funktionsumfang ist verglichen mit dem Konzept vergleichsweise gering, hinsichtlich der Komplexität der für die Bedienung nötigen Handlungen befinden sich Konzept und Prototyp jedoch auf dem gleichen Level. Insbesondere wurde auch die Möglichkeit der Eingabe von Text realisiert, die im Vorfeld für die komplexeste Interaktionsform gehalten wurde. Der dahinterstehende Gedanke war, dass keine größeren Probleme hinsichtlich der Bedienung mehr zu erwarten sein sollten, sofern sich der Prototyp als Proof of Concept bewähren sollte. In der darauffolgenden Evaluation zeigten sich dort jedoch keine Probleme, sondern stattdessen bei der Navigation im übrigen System. Auch wenn sich die Probanden im entsprechenden Usability-Test schnell an

7 Zusammenfassung

die Bedienung des Systems gewöhnten, sollten die aufgezeigten Probleme im Sinne der Verkürzung der Lernzeit in späteren Arbeiten ausgebessert werden.

7.2 Offene Punkte

Vom ursprünglichen Konzept wurde bisher nur ein kleiner Bestandteil in Form des Proof of Concepts realisiert. Die Ansicht der Instrumententafel wurde dabei nicht dem vorgestellten Design angepasst, auch die eigentliche Navigationsansicht wurde nicht realisiert. Als Ziel für die Navigation kann zudem bisher nur eine Adresse gewählt werden, die anderen vorgesehenen Eingabemöglichkeiten, etwa mittels der Wahl aus Points of Interest sind sämtlich noch zu implementieren. Das Gleiche gilt für das Hilfe- und das Einstellungsmenü und die Idee des Tag- und Nachtmodus'. Zudem deckte die durchgeführte Evaluation Probleme bei der Bedienung des Systems in der aktuellen Version auf. In Abschnitt 6.4 wurden dazu bereits Verbesserungsvorschläge vorgestellt, deren Umsetzung geprüft werden sollte.

7.3 Ausblick

Mit dieser Arbeit wurde der Schritt hin zu einer komplexeren Benutzungsschnittstelle für den eRoller vollzogen. Gleichwohl gibt es noch immer viele Punkte, an denen weitere Arbeit in das Gesamtprojekt investiert werden muss. Das ist zum Einen die Komplettierung der hier konzeptionierten Benutzungschnittstelle, zum Anderen wird unter anderem mit ZeLiM, GreenNav und dem System für den digitalen Fahrzeugschlüssel parallel dazu an weiteren Projekten gearbeitet, die einmal in den eRoller integriert werden sollen. Insbesondere von der Entwicklung GreenNavs hängt die Realisierung einiger Komponenten der Benutzungsschnittstelle stark ab. Darüber hinaus muss auch weiterhin eine neue Abdeckung für den Rollerlenker entworfen werden, die das Display und die Bedienelemente aufnimmt.

A Verzeichnisse

Literatur

- ADAC. (2015). ADAC: Ablenkung ähnlich gefährlich wie Alkohol. Zugriff auf https://presse.adac.de/meldungen/verkehr/adac-ablenkung -aehnlich-gefaehrlich-wie-alkohol.html (Online, abgerufen am 30.06.2016)
- Antipov, I., Klötzl, F., Krause, J., Usenko, V. & Schikora, P. (2014). *Erweiterung eines Systems zur Integration und zum Monitoring von Elektrokrafträdern im Carsharing Betrieb* (Projektbericht). Universität zu Lübeck.
- Blankenburg, M. (2013). Entwicklung eines Systems zur Integration und zum Monitoring von Elektrokrafträdern im Carsharing Betrieb (Masterarbeit). Universität zu Lübeck.
- Bundesverband CarSharing e.V. (2016). CarSharing-Jahresbilanz 2015: Wachstum und Konsolidierung im deutschen CarSharing-Markt. Zugriff auf http://www .carsharing.de/bcs-jahrespressekonferenz-2016-0 (Online, Abgerufen am 11.04.2016)
- Feye, J. (2015). *Refactoring und Erweiterung der Hard- und Software-Architektur des eRoller-Systems* (Bachelorarbeit). Universität zu Lübeck.
- Globale Erwärmung. (2016). Globale Erwärmung Wikipedia, die freie Enzyklopädie. Zugriff auf https://de.wikipedia.org/wiki/Globale_Erwärmung# Der_wissenschaftliche_Konsens_zum_Klimawandel (Online; abgerufen am 14.02.2016)

A Verzeichnisse

Hahn, C. (2015). *Eine CarSharing-Zielgruppenanalyse der großen SrV-Vergleichsstädte* (Masterarbeit). Technische Universität Dresden.

A.1 Abkürzungen

A.1 Abkürzungen

- **CAN(-Bus)** Controller Area Network Bussystem
- **CSS** Cascading Style Sheets
- **DOM** Document Object Model
- **HTA** Hierachical Task Analysis
- **NFC** Near Field Communication
- **POI** Point of Interest
- **REST** Representational State Transfer
- **JSON** JavaScript Object Notation

Abbildungsverzeichnis

A.2 Abbildungsverzeichnis

2.1	Carsharing-Entwicklung in Deutschland (Quelle: bcs)	3
3.1	Linker Griff der BMW K1600 GTL	10
3.2	Multifunktionsdisplay der BMW K1600 GTL	11
3.3	Multifunktionsdisplay des BMW C Evolution (Handbuchauszug)	12
3.4	Lenker mit iPhone in Docking-Station des MINI Scooter E	13
3.5	OsmAnd	15
3.6	OsmAnd - Navigationsanweisungen	16
3.7	Google Maps	17
3.8	BMW Navigator V - Gerät in Halterung	18
3.9	BMW Navigator V - Startbildschirm	19
3.10	BMW Navigator V	20
3.11	Hierachical Task Analysis (HTA) bezüglich der Bedienung eines Navigati-	
	onssystems	23
3.12	Johanna Lange	26
3.13	Peter Seidel	27
3.14	Markus Neumann	28
4.1	Mockup des Anzeigebildschirms	37
4.2	Mockup der Navigationsansicht	38
4.3	Mockup des Optionsmenüs	39
4.4	Mockup der Zielartauswahl	40
4.5	Mockup der Adresseingabe	41
4.6	Mockup des Hilfemenüs	42
4.7	Mockup des Einstellungsmenüs	43
5.1	Kartenansicht mit aufgeklapptem Optionsmenü und gesetztem Ziel	46
5.2	Menü für die Wahl der Zielart	47
5.3	Ansicht für die Eingabe der Stadt	49

A.3 Tabellenverzeichnis

5.4	Ansicht für die Eingabe der Straße	50
5.5	Ansicht für die Eingabe der Hausnummer	51
6.1	Aufbau für den Usability-Test	54
6.2	Für die Bearbeitung der Aufgaben benötigte Zeit	57

A.3 Tabellenverzeichnis

3.1	In GreenNav hinterlegte Fahrzeuginformationen	9
3.2	Ort und Belegung der Knöpfe der K1600 GTL	11
3.3	Belegung der Knöpfe des C Evolution	13
3.4	Featureliste Interaktion mit dem Bordsystem	14
3.5	Featureliste Interaktion mit dem Navigationssystem	21
3.6	Featureliste Straßenverkehr	21
3.7	Featureliste Szenario 1	31
3.8	Featureliste Szenario 2	33
3.9	Featureliste Szenario 3	34
4.1	Featurekategorien	36
6.1	Verbesserungsvorschläge bezüglich der Buttons	59
6.2	Verbesserungsvorschläge bezüglich des grafischen Interface	60

B Anhang

B.1 Beiliegende DVD-ROM