

ECO.SHARE

Energieoptimiertes Corporate Carsharing von Elektrofahrzeugen in Schleswig-Holstein

Abschlussbericht

Beteiligte Autor:innen: Markus Gödker, Bjoern Emkes, Anne Ciara Tichy, Elise Banach, Florian Vierkant, Prof. Dr. Thomas Franke

Lübeck, 31.12.2024

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Zusammenfassung	2
Schlüsselwörter	3
1. Einleitung	4
2. Hauptteil	4
2.1. Arbeitspakete	5
2.1.1. AP1 Forschungsumfeldanalyse	5
2.1.2. AP2 Unternehmensansprache	7
2.1.3. AP3 Synthese und Entwicklung von EcoSharing Enablern	8
2.1.3.1. Entwicklung EcoSharing Enabler	9
Enabler 1: Corporate E-Carsharing Booking & Info “Insights”	9
Enabler 2: HowTo E-Carsharing	12
Enabler 3: Corporate & E-Carsharing - is it a match?	14
Enabler 4: Langstrecken-Assistenz	14
Enabler 5: Tipps zur Planung und Durchführung von Langstreckenfahrten	15
Enabler 6: Nachvollziehbares EcoDriving Feedback im E-Carsharing	16
Enabler 7: Golden Rules of EcoDriving	16
2.1.3.2. State-of-Charge Datenverarbeitung	19
2.1.4. AP4 Fokusfeld-1 Nutzerstudien in ReNuBiL	21
2.1.4.1. EcoDriving ReNuBiL-Feldstudie	21
2.1.4.2. Evaluation Langstreckentipps	25
2.1.5. AP5 Fokusfeld-2 Stakeholder-Interviews EcoSharing Enabler	26
2.1.5.1. Stakeholder Interview zur Evaluation “Insights”	27
2.1.5.2. Stakeholder-Interviews zur Entwicklung Enabler 3 “Corporate & E-Carsharing - is it a match?”	27
2.1.6. AP6 Transfersicherung	28
2.1.6.1. Transferplattform	29
2.1.6.2. ECO.SHARE Web-App	30
2.1.6.3. Wissenschaftliche Publikationen “Feeling Comfortable”	32
2.1.6.4. Weitere Transfertätigkeiten	32
3. Schluss	33
3.1. Allgemeine Zusammenfassung	33
3.2. Evaluation des Projekts	34
3.3. Ausblick	34
3.4. Danksagung	35
Literaturverzeichnis	36
Anhang	37
Anhang A	37
Anhang B	39

Zusammenfassung

Das Projekt ECO.SHARE erforschte die energieoptimierte Gestaltung von Corporate E-Carsharing durch die Adressierung psychologischer Nutzungshürden mithilfe digitaler Lösungsansätze. Diese Lösungsansätze gliederten sich in die drei EcoSharing Enabler (1) Auslastungsoptimierung, (2) EcoDriving und (3) EcoCharging. Im ersten Arbeitspaket konnte der virtuelle Beirat gegründet, das Forschungsfeld und die Forschungsmatrix erarbeitet und Meilenstein 1 dadurch erreicht werden. Im zweiten Arbeitspaket wurde eine Strategie erstellt und eine strukturierte Ansprache von Unternehmen durchgeführt. Die Identifizierung, Selektion und Entwicklung der EcoSharing Enabler fand im dritten Arbeitspaket statt. Mithilfe eines Workshop, halb-strukturierten Interviews und dem Austausch mit dem virtuellen Beirat wurden sieben EcoSharing Enabler definiert, die weiterverfolgt werden sollten. Meilenstein 2 galt damit als abgeschlossen.

Es wurden insgesamt 7 EcoSharing Enabler und deren technische und theoretische Voraussetzungen entwickelt. Die Entwicklung eines Enablers (6) wird sich im Rahmen einer Masterarbeit noch über die Projektlaufzeit hinaus ziehen. Die Qualität und Relevanz der Enabler konnte durch die Zusammenarbeit mit StattAuto im Planungs- und Entwicklungsprozess anhand dessen Alltagserfahrungen überwacht werden und sind daher häufig an dem konkreten Anwendungsbeispiel "StattAuto Lübeck" ausgerichtet. Sie erheben aber gleichzeitig den Anspruch, darüber hinaus offen, transferier- und weiterentwickelbar zu sein.

Einige Nutzer- und Stakeholderinterviews und -umfragen wurden durchgeführt (AP4 und AP5), darunter eine große Realfahrstudie innerhalb des ReNuBiL Labors. Meilenstein 3 wurde damit erreicht. Für die Transfersicherung (AP6) wurde eine Web-App für StattAuto Nutzer:innen und die Transferplattform für die interessierte Öffentlichkeit konzipiert, entwickelt und veröffentlicht und damit auch der letzte Meilenstein (4) erfolgreich erreicht.

Das Projekt ECO.SHARE wurde aus personal-vertraglichen Gründen bereits zum 01.09.22 statt zum 01.10.22 gestartet. Wegen Verzögerungen in der Unternehmensansprache und in den technischen Voraussetzungen für die EcoSharing Enabler Entwicklung wurde die Projektlaufzeit bis zum 31.12.2024 verlängert. Die Meilensteine wurden in diesem geänderten Projektplan erfolgreich erreicht und die Arbeitspakete abgearbeitet. Die zentralen Ziele und die meisten Ziele der einzelnen Arbeitspakete des Projekts ECO.SHARE wurden erreicht und das Projekt somit erfolgreich abgeschlossen.

Schlüsselwörter

Unternehmensflotten, Corporate Carsharing, Elektromobilität, EcoDriving, Laden, Psychologie

1. Einleitung

Viele Unternehmen in Schleswig-Holstein stellen ihren Fuhrpark von Verbrennerfahrzeugen auf Elektromobilität um. Kauf- und Nutzungsentscheidungen in Firmenflotten haben meist direkte Auswirkungen auf eine größere Fahrzeuganzahl und stellen damit eine wirksame Stellschraube der Mobilitätswende dar. In vielen Systemen im Kontext Energie und Klimaschutz entscheidet das Nutzerverhalten (Akzeptanz und Systeminteraktion) darüber, inwieweit das technische Potenzial dieser Systeme im Alltagsbetrieb realisiert werden kann (siehe z.B. <https://youtu.be/m1Qp4ynpCVE?t=227>). Aus diesem Grund ist es für die wirkungsvolle Weiterentwicklung solcher Systeme zentral, den Faktor Mensch in den Fokus zu nehmen und Systeme zielgerichtet nutzerzentriert weiterzuentwickeln und damit die Usability dieser Systeme zu maximieren, also die optimale Nutzung so einfach wie möglich zu machen. Das Ziel des Projekts ECO.SHARE war es, ein genaues Verständnis der nutzerbezogenen Stellschrauben für ein energieoptimiertes Corporate E-Carsharing in Schleswig-Holstein zu erlangen und mit entsprechenden nutzerzentrierten Assistenzansätzen zu adressieren.

Diese Assistenzansätze (EcoSharing Enabler) betreffen die Corporate-E-Carsharing Optimierungs-Bausteine (1) Auslastungsoptimierung, (2) EcoCharging-Optimierung, und (3) EcoDriving-Optimierung und bilden einen umfassenden Ansatz für energieoptimiertes E-Carsharing. Dabei nutzte das Projekt ECO.SHARE intensiv die ReNuBiL Laborinfrastruktur (www.renubil.de) und baute diese gemeinsam mit weiteren Laborpartner-Projekten aus.

Mit dem Projekt ECO.SHARE sollte damit direkt anwendbares bzw. leicht transferierbares Handlungswissen entwickelt werden, mit dem die positiven Beiträge von Corporate E-Carsharing im Kontext Energie und Klimaschutz durch die Realisierung von EcoSharing Enablern wirksam gesteigert werden können. Eine zentrale Leitfrage war: Wie können wir die Einführung und Nutzung eines energieoptimierten Corporate E-Carsharing mit bestmöglicher Umsetzung von EcoSharing Enablern für (potenzielle) Nutzer:innen so einfach wie möglich machen?

Das Projekt ECO.SHARE war jedoch kein reines anwendungszentriertes Forschungs- und Transfervorhaben. Es sollte vielmehr auch transferierbares Grundlagenwissen im Bereich der Nutzer-Energie-Interaktion generiert werden. Neben den direkt nutzbaren Projektergebnissen für Stakeholder im Bereich E-Carsharing in Schleswig-Holstein trug das Projekt damit auch insgesamt zum Kompetenzaufbau im Bereich der nutzerzentrierten Forschung im Kontext Energie- und Klimaschutz in Schleswig-Holstein bei.

2. Hauptteil

Das Projekt ECO.SHARE wurde aus personal-vertraglichen Gründen bereits zum 01.09.22 statt zum 01.10.22 gestartet. Wegen Verzögerungen in der Unternehmensansprache und in den technischen Voraussetzungen für die EcoSharing Enabler Entwicklung wurde die Projektlaufzeit bis zum 31.12.2024 verlängert. Im Projekt ECO.SHARE wurden alle Meilensteine MS1 (Detail-Forschungsfragen abgestimmt), MS2 (zu testende ECO.SHARE-Enabler definiert), MS3 (Nutzerstudien & Stakeholderinterviews abgeschlossen)

und MS4 (Materialien zur Transfersicherung finalisiert) erreicht. Die Personalmittel konnten wie geplant abgerufen und genutzt werden. Die Tätigkeiten haben sich teilweise als arbeitsintensiver herausgestellt, sodass mehr studentische Hilfskräfte aus der Medieninformatik und Informatik eingestellt wurden. Leider wurde für längere Zeit keine studentische Hilfskraft aus dem Bereich Psychologie gefunden, was die Planung der Nutzerstudien verzögerte. Darüber hinaus gab es Verzögerungen bei der Ansprache von Unternehmen (AP2), da die Rückmeldungen der Unternehmen unter der Erwartung blieben und nicht genügend potenzielle Teilnehmer-Unternehmen akquiriert wurden. Aus diesen Gründen wurden abweichend vom ursprünglichen Projektplan (Abbildung 1) die Tätigkeiten zur Transfersicherung im Projektplan vorgezogen und der Schwerpunkt der empirischen Studien mehr auf Nutzerstudien (AP4) als auf Stakeholder-Interviews (AP5) verlagert.

Abbildung 1 - ECO.SHARE Projektzeitplan

AP Titel	PM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
AP1 Problemfeldanalyse	1,00	0,35	0,35	0,30																					
AP2 Unternehmensansprache	1,00	0,30	0,30	0,30	0,10																				
AP3 Synthese & Entwicklung von ECO.SHARE-Enablern	4,00		0,05	0,55	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,15														
AP4 Fokusfeld-1 Nutzerstudien ECO.SHARE-Enabler in ReNuBiL	5,00									0,50	0,65	0,65	0,65	0,65	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,15					
AP5 Fokusfeld-2 Stakeholder-Interviews ECO.SHARE-Enabler	2,00													0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,40	0,10				
AP6 Transfersicherung	2,50																					0,55	0,65	0,65	0,65
MS Meilensteine																									
MS1 Detail-Forschungsfragen abgestimmt			MS1																						
MS2 Zu testende ECO.SHARE-Enabler definiert									MS2																
MS3 Nutzerstudien & Stakeholderinterviews abgeschlossen																					MS3				
MS4 Materialien zur Transfersicherung finalisiert																								MS4	
Gesamtworkload	15,50	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,55	0,65	0,65	0,65

Die Kooperation mit StattAuto lief über die gesamte Projektzeit hinweg reibungslos. Zum Austausch mit StattAuto gab es über den Großteil der Projektlaufzeit einen kurzen zweiwöchigen Regeltermin unter den Mitarbeiter:innen und ein Präsenz-Projekttreffen mit allen Beteiligten alle 2 Monate. Die bisherigen Tätigkeiten und Ergebnisse, auch in Bezug auf die Erreichung der Meilensteine, werden im Folgenden anhand der Arbeitspakete detailliert beleuchtet.

2.1. Arbeitspakete

2.1.1. AP1 Forschungsumfeldanalyse

Im Rahmen des AP1 wurde eine Forschungsumfeldanalyse durchgeführt. Ein Schritt in dieser Phase war die Etablierung eines kompakten virtuellen Beirats, der insgesamt 9 Mitglieder umfasste. Die Auswahl und Ansprache dieser Mitglieder erfolgte über bestehende Kontakte von StattAuto sowie durch die Arbeitsgruppe von Prof. Franke. Zur Informationsvermittlung und als Unterstützung bei der Ansprache wurden sowohl Info-Flyer als auch persönliche Gespräche genutzt, um den Zweck des Beirats klarzumachen und um Unterstützung zu werben. Es fanden insgesamt drei virtuelle Beiratstreffen statt (09.03.2023,

15.11.2023 und 08.08.2024). In diesen wurden die aktuellen Fortschritte des Projekts vorgestellt und in einer anschließenden Diskussionsrunde Feedback und Anregungen des Beirats aufgenommen.

Zu Beginn des Projekts wurde an der Entwicklung einer Forschungsfragenmatrix (Abbildung 2) gearbeitet. Um Forschungsfragen sowie mögliche EcoSharing Enabler zu identifizieren und zu erarbeiten, wurde ein Workshop durchgeführt. Dieser Workshop, der intern mit Projektmitarbeitenden stattfand, wurde in Form einer Webkonferenz abgehalten und durch ein vorbereitetes Miroboard unterstützt. Das Board war im Vorfeld in verschiedene Aufgabenbereiche aufgeteilt. Der Workshop selbst wurde in zwei Hauptphasen unterteilt: eine Phase konzentrierte sich auf die Forschungsfragen und die andere auf die EcoSharing Enabler.

Abbildung 2 - Screenshot aus Workshop "Forschungsfragenmatrix"

	Auslastungsoptimierung	EcoDriving	EcoCharging	Allgemein
Endnutzer	<ul style="list-style-type: none"> Welche Mobilitätsanforderungen und Bedürfnisse an E-CarSharing Fahrzeuge gibt es? Wie ist die Einstellung von Endnutzern zur Elektromobilität? Was sind die Anforderungen für eine Buchungssapp im Corporate E-CarSharing? 	<ul style="list-style-type: none"> Welches Wissen und welche Unsicherheiten haben Fahrer:innen über das energieeffiziente Fahren von E-CarSharing Fahrzeugen? Wie kann man Wissen zum energieeffizienten Fahren aufbauen? (Physikalisches Wissen) Wie kann man die Motivation zum energieeffizienten Fahren erhöhen? Was muss bei der Gestaltung von EcoDriving Assistenz beachtet werden? 	<ul style="list-style-type: none"> Wie können Fahrer:innen motiviert werden, EcoCharging zu unterstützen? Wie können Nutzer:innen den Einfluss von Corporate E-CarSharing auf die Netzdienlichkeit verstehen? Wie genau ist die Schätzung der benötigten Reichweite und welche Einflüsse auf die Genauigkeit gibt es? Wie können Fahrer:innen in der Ladeplanung unterstützt werden? 	
Stakeholder	<ul style="list-style-type: none"> Welche Anforderungen an E-CarSharing Fahrzeugflotten gibt es? Welche Entscheidungskriterien werden an die Fahrzeugauswahl bei Flottenmanagern angelegt? Welche Hürden sehen Unternehmen beim Wechsel der Flotte zu Elektrofahrzeugen? Was sind die Anforderungen für eine Buchungssapp im Corporate E-CarSharing? Welche Betriebsmodelle lassen sich identifizieren? (Kombination versch. Nutzerkreise etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> Welches Interesse haben Stakeholder am EcoDriving der Fahrenden? 	<ul style="list-style-type: none"> Wie kann der Energiebedarf einer Fahrt für die Ladeplanung genau vorhergesagt werden? Welche Hürden sehen Unternehmen bei der Anschaffung von eigener Ladeinfrastruktur? (Vorteile) Wie kann man Normal- und Schnellladen vergleichen? Welche Vor- und Nachteile gibt es? Wo spielt bidirektionales Laden eine Rolle? Welche Rolle spielt Eigenstrom? 	<ul style="list-style-type: none"> Wo liegen besonders wirkungsvolle Synergien, wo unterscheiden sich die Ziele? (CarSharer & Unternehmen) Wie kann der Match von Anforderungen und Corporate E-CarSharing an Flottenmanager vermittelt werden? Welche Ziele verfolgen Unternehmen mit Corporate E-CarSharing? Welche Vorgehalte der Flottenmanager:innen gibt es gegenüber Corporate E-CarSharing? Welche Hürden sehen Unternehmen beim Wechsel der Flotte zu CarSharing Fahrzeugen?

Darüber hinaus wurde eine gründliche Literatursuche durchgeführt, was zum Aufbau einer digitalen Literaturdatenbank führte. Ein Austausch mit relevanten Forscher:innen im spezifischen Themenfeld wurde durch die Teilnahme an der Human Factors Summer School¹ ermöglicht.

Die Ergebnisse der Forschungsumfeldanalyse zeigten, dass die grundsätzliche Ausrichtung des Projekts kohärent ist. Interessanterweise war es nicht notwendig, die Detail-Forschungsfragen zu stark zu spezifizieren. Stattdessen wurde beschlossen, einen Pool an möglichen Forschungsfragen zu erstellen, der dann bei der Entwicklung der EcoSharing Enabler als Ressource dient. Durch diesen Ansatz wurde eine Vielzahl von Themenfeldern identifiziert, die als offene Fragen bereits erkannt wurden. In den folgenden Phasen war das Ziel, die Forschungsfragen individuell einzugrenzen. Mit diesen Fortschritten

¹ <https://summerschoolhumanfactors.wordpress.com/>

konnte der Meilenstein 1 als erreicht betrachtet werden. Es existierte von da an ein umfangreicher Pool an potenziellen Forschungsfragen.

2.1.2. AP2 Unternehmensansprache

Im Arbeitspaket AP2 wurde die Unternehmensansprache durchgeführt, um potenzielle Teilnehmer:innen für das Projekt zu gewinnen. Hierfür wurden spezifische Firmenansprache- und Teilnehmerrekrutierungsstrategien entwickelt. Diese beinhalteten zunächst die Identifikation bestimmter Unternehmens- und Nutzergruppeneigenschaften (Abbildung 3).

Abbildung 3 - Unternehmens- und Nutzergruppeneigenschaften

Unternehmensgruppen-Dimensionen	Nutzergruppen - Dimensionen
1. Nähe ReNuBiL (m)	1. Selbst fahrend (km pro Woche)
2. Nähe StattAuto Station (m)	2. Geschäftsleitungs-/Vorstandsaufgaben (j/n)
3. Anzahl Fahrende (n)	3. Flottenmanager:innen (j/n)
4. Fahrzeugbedarf (n)	4. Dienstreisestelle (j/n)
5. Besitz eigene Fahrzeuge (n)	5. StattAuto Kund:innen (j/n)
6. Besitz eigene E-Fahrzeuge (n)	6. ReNuBiL Nutzer:innen (j/n)
7. StattAuto Kunde (j/n)	
8. Öffnung eigener Fahrzeuge (j/n)	

Für die Rekrutierungsstrategie wurde eine Unternehmensliste erstellt. Im Hinblick darauf, dass das Projekt ECO.SHARE primär in Lübeck durchgeführt und in Schleswig-Holstein (SH) implementiert wurde, wurde der Fokus zunächst auf Unternehmen des Technikzentrum Lübeck (TZL) gerichtet. Dies beruhte auf der langjährigen Kooperation zwischen der Universität zu Lübeck und diesen Unternehmen. Darüber hinaus wurden 54 weitere Unternehmen aus Lübeck mittels einer geographischen Analyse ausgewählt. Für diese Analyse wurden die Postleitzahlen in Lübeck herangezogen, in denen sich die E-Fahrzeuge von StattAuto befinden. Anschließend wurden Unternehmen identifiziert, die in denselben Postleitzahlen ansässig sind.

Die Unternehmensansprache erfolgte dann in zwei Schritten:

1. **Ansprache per E-Mail:** Hierfür wurde speziell für die TZL-Unternehmen eine E-Mail formuliert, die nach Absprache mit den Verantwortlichen über den TZL-Verteiler versandt wurde. Für die weiteren ausgewählten Unternehmen wurde eine separate Anfrage-E-Mail erstellt und über die Universitäts-E-Mailadresse verschickt. Aufgrund mangelnder Rückmeldungen wurden zusätzlich Gutscheine für die kostenlose Nutzung der ReNuBiL Elektrofahrzeuge als Anreiz für die Teilnahme angeboten und die E-Mails erneut versendet. Daraus resultierten drei Antworten, von denen jedoch nur eine positiv war.
2. **Ansprache per Post:** Für diese Methode wurde ein offizielles Anschreiben von Prof. Thomas Franke, basierend auf einer Vorlage der Universität zu Lübeck, verfasst.

Dieses enthielt eine Kurzbeschreibung des Projekts ECO.SHARE sowie den Zweck des Anschreibens. Zusätzlich wurden ein Informationsflyer und ein Antwortbogen beigelegt. Adressaten hatten zudem die Möglichkeit, über einen QR-Code Feedback zu geben.

Zusätzlich zu diesen Ansätzen gab es erste Kontaktaufnahmen und Interviews mit Unternehmen wie dem Fraunhofer Institut und den Stadtwerken Lübeck, die bereits enge Verbindungen zu StattAuto oder der Universität zu Lübeck hatten. Teilnahmen an Veranstaltungen, wie dem Forum Elektromobilität der WTSH oder der Messe HUSUM WIND, boten zudem Gelegenheiten, weitere Unternehmen anzusprechen.

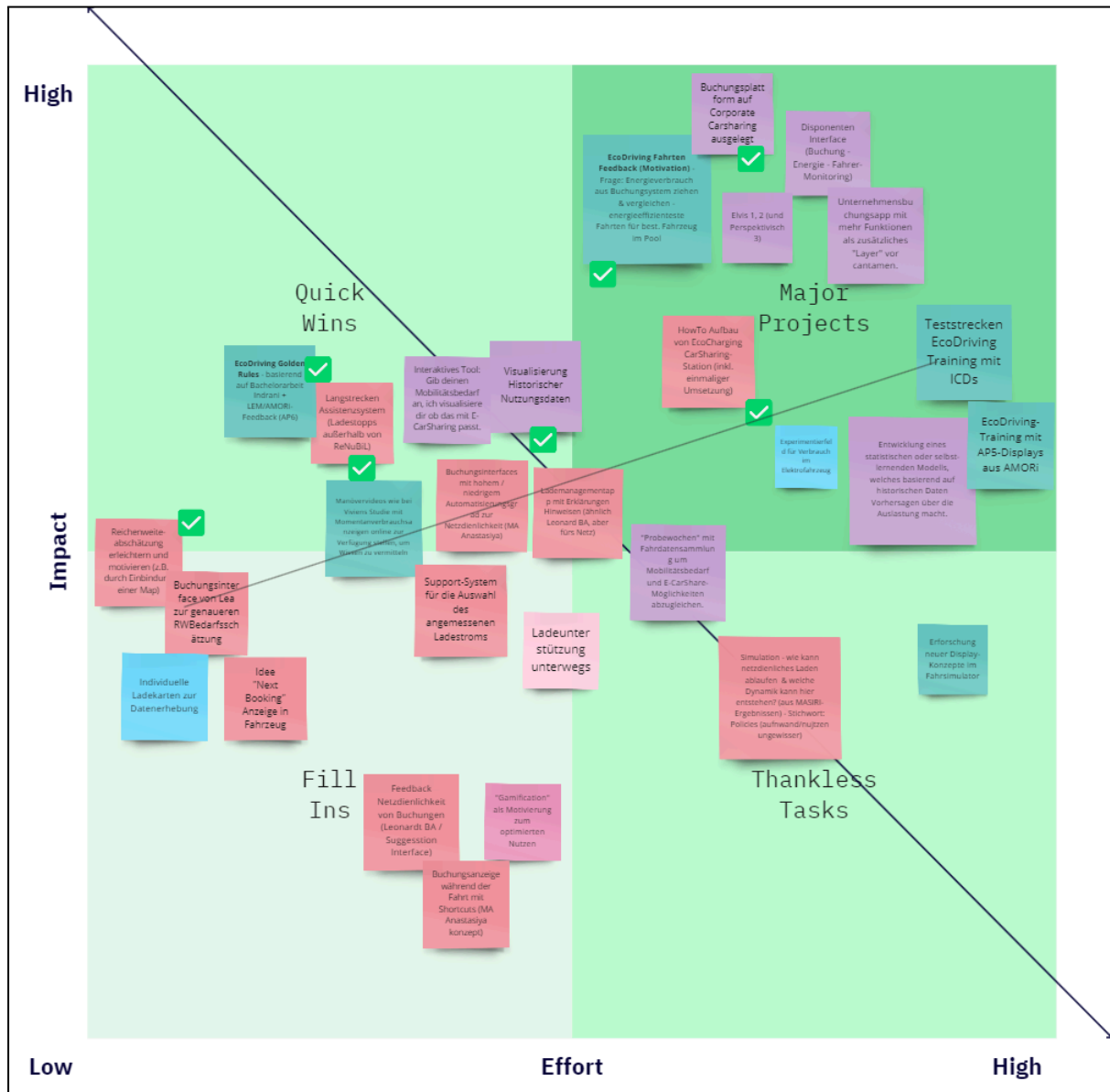
2.1.3. AP3 Synthese und Entwicklung von EcoSharing Enablern

Im Rahmen des AP3 lag der Fokus auf der Synthese und Entwicklung von EcoSharing Enablern. Das primäre Ziel bestand darin, die konkreten EcoSharing Enabler für die bevorstehenden Untersuchungen in AP4 und AP5 zu sammeln und zu priorisieren.

Ein essentieller Schritt in dieser Phase war das Durchführen von Workshops. Diese wurden mit internen Forscher:innen, StattAuto und dem virtuellen Beirat organisiert. Die zweite Phase des bereits im AP1 erwähnten Workshops wurde speziell für das Erarbeiten der EcoSharing Enabler genutzt. Außerdem wurden halbstrukturierte Interviews mit Mitarbeiter:innen von StattAuto zu aktuellen Hürden im Corporate E-Carsharing geführt. Nach Abschluss des Workshops und der Interviews wurden die Ergebnisse in enger Zusammenarbeit mit StattAuto und dem virtuellen Beirat besprochen und diskutiert. Aus diesen Diskussionen heraus wurden die Enabler angepasst und verfeinert. Um die Enabler systematisch zu kategorisieren und besser bewerten zu können, wurden sie in drei sogenannte EcoSharing Enabler Sphären eingeteilt: (1) Auslastungsoptimierung, (2) EcoDriving und (3) EcoCharging. Innerhalb dieser Sphären wurde jeder Enabler hinsichtlich seiner Priorität und des zu erwartenden Aufwands eingeordnet (Abbildung 4). Diese Einteilung ermöglichte es, sicherzustellen, dass keine der Sphären übersehen wurde. Gleichzeitig diente sie dazu, die Machbarkeit und den potenziellen Nutzen jedes Enablers besser einschätzen zu können.

Nach dieser Sammlung wurden insgesamt sieben EcoSharing Enabler als besonders relevant identifiziert und definiert, an denen in den nächsten Phasen primär gearbeitet werden sollte. Damit konnte Meilenstein 2 als abgeschlossen betrachtet werden. Es ist zu beachten, dass diese Auswahl im Verlauf des Projekts weiter angepasst wurde. Einerseits wurden Anpassungen aus inhaltlichen Gründen vorgenommen, z.B. auf Anraten des Beirats, andererseits haben technische Voraussetzungen gefehlt. Die EcoSharing Enabler Planung mit den sieben EcoSharing Enabler, die als Ergebnis der Synthese hervorging, befindet sich im Anhang A. Die finalen sieben EcoSharing Enabler werden in diesem Abschnitt beschrieben.

Abbildung 4 - Screenshot aus Workshop EcoSharing Enabler Sammlung und Kategorisierung



2.1.3.1. Entwicklung EcoSharing Enabler

Die Qualität und Relevanz der Enabler konnte durch die Zusammenarbeit mit StattAuto im Planungs- und Entwicklungsprozess anhand dessen Alltagserfahrungen überwacht werden und sind daher häufig an dem konkreten Anwendungsbeispiel "StattAuto Lübeck" ausgerichtet. Sie erheben aber gleichzeitig den Anspruch, darüber hinaus offen, transferierbar und weiterentwickelbar zu sein.

Enabler 1: Corporate E-Carsharing Booking & Info "Insights"

Im Corporate E-Carsharing spielen Flottenmanager:innen eine bedeutende Rolle. Deswegen wurde zusammen mit einer Medieninformatik Masterarbeit (Jona Knoblich) eine

Informationsplattform für das Flottenmanagement von Elektrofahrzeugen im Corporate E-Carsharing entwickelt. Das Hauptproblem, das dadurch angegangen werden sollte, ist die Unterstützung von Unternehmen bei der anfänglichen Nutzung von Corporate E-Carsharing. Das Ziel bestand darin, eine gebrauchstaugliche Plattform zu entwickeln, die Flottenmanager:innen bei der Verwaltung und Überwachung von Elektrofahrzeug-Flotten unterstützt. Dieses System wurde in die ECO.SHARE Web-App (Kapitel 2.1.6.2) integriert. Die Arbeit zielte darauf ab, die Elektromobilität zu fördern und die Akzeptanz des Corporate E-Carsharing zu steigern. Die Forschungsfragen konzentrierten sich auf die Bedürfnisse der Flottenmanager:innen, die Anpassbarkeit und Wiederverwendbarkeit der Plattform und die technischen Voraussetzungen dafür. In einem partizipativen Designprozess wurden dafür zunächst Befragungen mit Flottenmanager:innen durchgeführt, um die Bedürfnisse hinsichtlich Informationen und Funktionen zu identifizieren. Daraus wurden Anforderungen an die Plattform abgeleitet und erste Design-Entwürfe erstellt (Abbildung 5).

Diese Designentwürfe wurden in einem weiteren Interview mit einer Flottenmanagerin diskutiert, um mögliche bestehende Probleme zu identifizieren und alle präsentierten Informationen auf Relevanz abzugleichen. Anschließend wurde der finale EcoSharing Enabler, der nun als "Insights" benannt ist, entwickelt. Der finale Entwicklungsstand umfasst eine Vielzahl an Funktionen, die auf die Bedürfnisse von Nutzer:innen zugeschnitten sind und eine verbesserte Informationsbereitstellung sowie Analysemöglichkeiten bieten.

Die **Stationsübersicht** (Abbildung 6) ermöglicht es, Carsharing-Stationen in der Umgebung über eine interaktive Karten- und Listenansicht anzuzeigen. Zu den bereitgestellten Informationen zählen der Standort der Stationen, die Anzahl verfügbarer Elektrofahrzeuge, deren Ladezustand sowie spezifische Details wie Modell, Reichweite und Verbrauch. Mit Hilfe der Funktion können Nutzer:innen Fahrzeuge basierend auf den Anforderungen ihrer Fahrten auswählen und die Nutzung effizient planen.

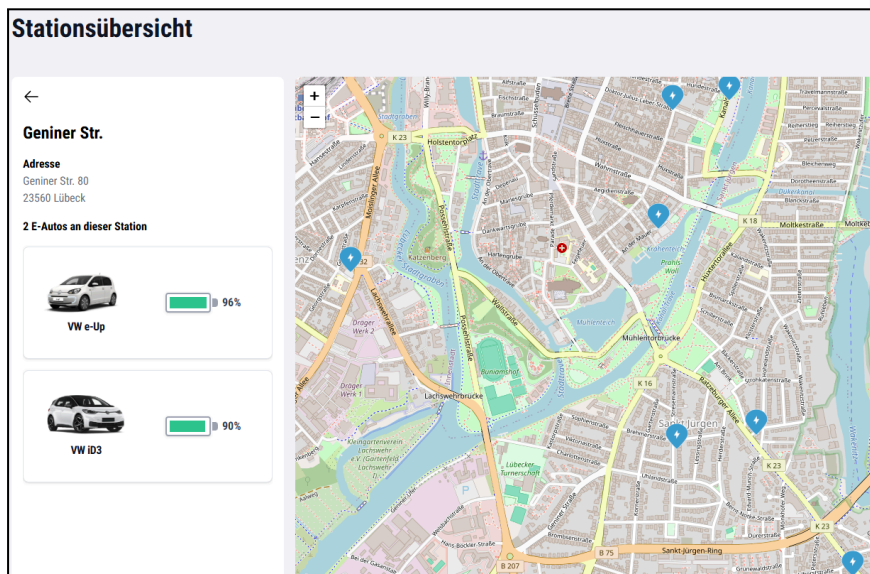
Für die Analyse von Buchungs- und Flottennutzungsmustern stellt der Enabler umfassende **Nutzungsstatistiken** bereit. Diese umfassen Diagramme zu Kostenentwicklungen, der Anzahl getätigter Buchungen, häufig genutzten Fahrzeugen und Stoßzeiten der Nutzung. Mit diesen Daten können Unternehmen die Effizienz ihrer Carsharing-Nutzung bewerten, Trends identifizieren und strategische Entscheidungen treffen, beispielsweise zur Optimierung von Buchungsmanagement oder Kosten. Hierzu wurde eine Authentifizierungsoption entwickelt, die nur autorisierten Nutzer:innen den Zugang zu den Nutzungsdaten ihres Unternehmens ermöglicht. Die Daten werden durch verschlüsselte Übertragung geschützt. Eine einfache Anmeldung mit Stattauto-Nutzerdaten erlaubt es, die personalisierten Analysen zu nutzen.

Abbildung 5 - Designentwürfe ECO.SHARE Informationshub



Zusätzlich wurde das System so gestaltet, dass es auf mobilen und Desktop-Endgeräten gleichermaßen nutzbar ist. Eine intuitive Benutzeroberfläche, interaktive Visualisierungen und gezielte Filteroptionen tragen zur Benutzerfreundlichkeit bei und erleichtern die Integration in den Arbeitsalltag. Der Enabler bildet eine zentrale Schnittstelle zwischen den Flottenmanager:innen und den Carsharing-Daten und fördert die datenbasierte Entscheidungsfindung sowie die Effizienzsteigerung im Corporate E-Carsharing.

Abbildung 6 - Insights - Stationsübersicht



Enabler 2: HowTo E-Carsharing

In vielen Unternehmen gibt es Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die bisher keine oder nur wenig Erfahrung mit Elektrofahrzeugen haben. Auch die Nutzung eines Carsharing-Dienstes ist für einige neu. Um diesem Umstand entgegenzuwirken, sollte eine Informations-App entwickelt werden, um das Wissen und die Akzeptanz in Bezug auf diese Themen zu fördern. Um die größten Hürden für diejenigen zu identifizieren, die bisher wenig Erfahrung mit Carsharing haben, wurden vorab Interviews mit Personen durchgeführt, die bisher keine Erfahrung mit E-Carsharing hatten. Besonders wurden die Themen Reichweite, Fahrzeugtyp und das Laden im Allgemeinen genannt. Zusätzlich wurden Regeln zum energieeffizienten Fahren gesammelt, die eine energieeffiziente Fahrweise fördern und somit den Energieverbrauch und Umweltbelastung der Elektrofahrzeuge minimieren und gleichzeitig die Reichweite der Fahrzeuge erhöhen.

Zusammen mit einer Medieninformatik Bachelorarbeit (Bennet Hut) wurde der Enabler 2 entwickelt, um die erstmalige Nutzung von Corporate E-Carsharing sowie das energieeffiziente Fahren von Elektrofahrzeugen zu unterstützen. Ziel war es, Einstiegsbarrieren zu identifizieren und durch eine nutzerfreundliche Webanwendung abzubauen. Die Anwendung richtet sich insbesondere an Mitarbeitende von Unternehmen, die keine Vorerfahrung mit Carsharing oder Elektrofahrzeugen haben.

Der Enabler umfasst drei Hauptbereiche:

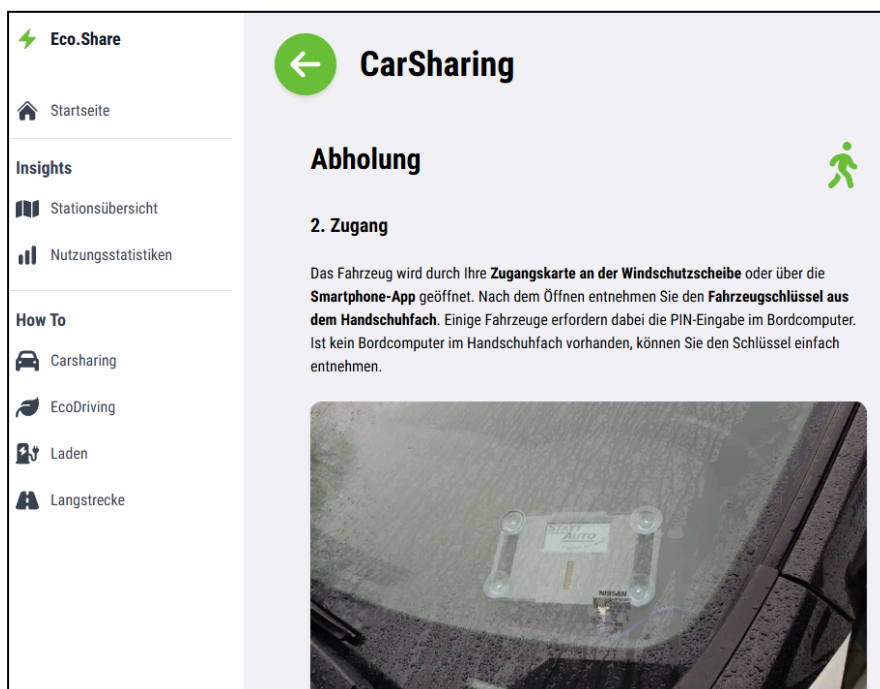
- **Carsharing-Anleitung:** Dieses Modul bietet eine Schritt-für-Schritt-Einführung in den Ablauf von Corporate E-Carsharing. Es enthält Unterkapitel zu Themen wie Buchung, Abholung, Unterbrechung und Rückgabe (siehe Abbildung 7). Alle Informationen wurden auf Grundlage von FAQs verschiedener Carsharing-Dienste sowie spezifischer Unternehmensleitfäden erstellt und durch visuelle Elemente wie Bilder

ergänzt. So können Nutzende den gesamten Prozess leicht nachvollziehen und Unsicherheiten abbauen.

- **EcoDriving-Regeln:** Dieser Bereich liefert praktische und technische Handlungsempfehlungen zur energieeffizienten Fahrweise mit Elektrofahrzeugen. Die EcoDriving-Regeln basieren auf wissenschaftlich fundierten Ansätzen und wurden an die Anforderungen des Projekts angepasst. Jede Regel wird mit prozeduralem und deklarativem Wissen vermittelt, um sowohl direkt anwendbare Handlungsanweisungen als auch technisches Hintergrundwissen bereitzustellen. Diese Inhalte wurden im späteren Verlauf des Projekts mehrfach überarbeitet, neu formuliert und psychologisch weiterentwickelt (siehe Enabler 7).
- **Laden von Elektrofahrzeugen:** Dieses Modul adressiert zentrale Hürden beim Laden von Elektrofahrzeugen. Es bietet Informationen zu Themen wie Ladestecker-Typen, der Suche nach Ladestationen, Bezahlungsmöglichkeiten, Ladekosten und beispielhaften Ladezeiten. Besonders für die Erstnutzung wurden praktische Hinweise integriert, um die Nutzung von Ladeinfrastruktur zu erleichtern und das Verständnis für den Ladeprozess zu fördern.

Die Benutzeroberfläche des Enablers wurde im responsiven Design entwickelt, um sowohl auf mobilen Geräten als auch auf Desktop-Bildschirmen intuitiv nutzbar zu sein. Funktionen wie farbliche Hervorhebungen zur Fortschrittsanzeige und eine klare Menüstruktur unterstützen eine einfache Navigation. Die abschließende Evaluation zeigte, dass der Enabler die Zielgruppe effektiv anspricht und wichtige Barrieren abbaut. Kritikpunkte wie zu lange Textabschnitte wurden berücksichtigt und durch gezielte Änderungen in der finalen Version behoben. Der Enabler trägt somit wesentlich dazu bei, die Akzeptanz und Nutzung von Corporate E-Carsharing zu fördern.

Abbildung 7 - Enabler 2 ECO.SHARE HowTo App (Ausschnitt)



Enabler 3: Corporate & E-Carsharing - is it a match?

Der EcoSharing Enabler 3 wurde als interaktives Online-Tool zusammen mit einer Masterarbeit im Studiengang Entrepreneurship in digitalen Technologien (Almubarak Abunijim) entwickelt, das die Unsicherheiten von Unternehmen hinsichtlich der Nutzung von Corporate E-Carsharing adressierte. Das Tool zielte darauf ab, Unternehmen bei der Entscheidungsfindung zu unterstützen und Barrieren durch eine strukturierte Frage- und Antwortstruktur abzubauen. Es richtete sich primär an Führungskräfte und Flottenmanager:innen.

Das interaktive Tool bestand aus mehreren zentralen Funktionalitäten:

- **Fragen-Antwort-System:** Die häufigsten Unsicherheiten von Unternehmen, wie Kosten, Ladeinfrastruktur und Mitarbeiterakzeptanz, wurden durch eine klar strukturierte Frage- und Antwortlogik angesprochen. Nutzer:innen konnten durch Klicken auf Fragen die entsprechenden Antworten ansehen, die auf den in der Nutzerstudie ermittelten Unsicherheiten basierten.
- **Informationsbereitstellung:** Das Tool bot detaillierte Informationen zu Themen wie technischer Ausstattung, Datenschutz, Nutzungskosten und den ökologischen Vorteilen von Corporate E-Carsharing. Die Inhalte waren so aufbereitet, dass sie leicht verständlich sind und spezifische Unternehmensfragen adressierten.
- **Integration mit StattAuto-Webseite:** Das Tool enthielt eingebettete Links zu relevanten Unterseiten von StattAuto, beispielsweise für Fahrzeugdetails oder die Anmeldung als Geschäftskunde. Dies erleichterte den Zugang zu weiteren Informationen und die Kontaktaufnahme.

Die Benutzeroberfläche wurde responsiv gestaltet, um eine optimale Nutzung auf verschiedenen Endgeräten zu ermöglichen. Ein intuitives Design mit klarer Navigation unterstützt die Nutzerfreundlichkeit und förderte die Interaktion mit den bereitgestellten Inhalten. Die visuelle Gestaltung orientierte sich an der Corporate Identity des ECO.SHARE-Projekts, um einen einheitlichen Auftritt zu gewährleisten.

In der abschließenden Evaluation konnte das Tool die meisten Unsicherheiten adressieren, jedoch wurden umfassende Verbesserungsvorschläge identifiziert. Dazu gehören die Integration weiterführender Informationsquellen und die Möglichkeit einer direkten Kontaktaufnahme mit Expert:innen. Das interaktive Tool bildete eine Grundlage für die Unterstützung von Unternehmen beim Übergang zu nachhaltiger Mobilität und stellte einen wesentlichen Baustein zur Förderung von Corporate E-Carsharing dar. Die Website war als Prototyp entwickelt und daher nicht mehr online zu erreichen.

Enabler 4: Langstrecken-Assistenz

Der vierte Enabler wurde zusammen mit einer Medieninformatik Bachelorarbeit (Rico Lorenz) entwickelt und fokussiert die Unterstützung von Langstreckenfahrten. Ziel war die Entwicklung eines Systems zur Unterstützung von Langstreckenfahrten mit Elektroautos im Carsharing-Kontext, da dies als eine aktuelle und sehr relevante Herausforderung bei der Nutzung von Elektromobilität im Unternehmenskontext durch den Beirat an uns

herangetragen wurde. Der Fokus lag darauf, Nutzende bei der Planung und Durchführung solcher Fahrten besser zu unterstützen, da diese besondere Herausforderungen wie Reichweitenplanung, Ladeinfrastruktur und Fahrzeioptimierung mit sich bringen. Um den Nutzungskontext zu analysieren, wurden eine umfassende Literaturrecherche und zwei Kurzfragebögen durchgeführt, die potenzielle Nutzende ausfüllten. Zusätzlich wurden bestehende Apps untersucht, die teilweise ähnliche Funktionen bieten. Auf Basis dieser Analysen wurden die Hauptfunktionen des Systems definiert:

- **Ladestationssuche:** Nutzende können Ladestationen an beliebigen Orten finden und mithilfe von Filtern spezifische Anforderungen wie Anschlusstyp, Ladeleistung oder Zahlungsmethoden berücksichtigen. Häufig genutzte Ladestationen können als Favoriten gespeichert werden, um schnellen Zugriff zu ermöglichen. Jede Ladestation bietet zudem Detailinformationen wie Adresse, Ladeleistung und Zahlungsmöglichkeiten.
- **Streckenplanung:** Die Route wird unter Berücksichtigung des Ladestands und der Reichweite des Fahrzeugs geplant. Notwendige Ladepausen werden automatisch in die Route integriert. Eine Live-Routenführung reagiert dynamisch auf Staus oder Änderungen bei der Verfügbarkeit von Ladestationen.
- **Benutzerfreundlichkeit:** Die Planung erfolgt über eine intuitive Benutzeroberfläche, die es Nutzenden erlaubt, Start- und Zielorte sowie Zwischenstopps einzugeben. Dabei werden Ladepausen effizient in die Reiseroute integriert.

Das System wurde als klickbarer Prototyp umgesetzt, der erste Einblicke in die Nutzbarkeit des Konzepts ermöglichte. Die Evaluation zeigte, dass das System in seiner aktuellen Form noch nicht gebrauchstauglich ist. Jedoch wurden einzelne programmierte Funktionen entwickelt, die eine solide Grundlage für zukünftige Weiterentwicklungen bieten und das Potenzial eines solchen Systems verdeutlichen.

Enabler 5: Tipps zur Planung und Durchführung von Langstreckenfahrten

Anknüpfend an die Analyse für Enabler 4 kann festgehalten werden, dass Langstreckenfahrten von Nutzer:innen als große Hürde für die Nutzung von E-Mobilität angesehen werden. Ein Interview mit E-Carsharing-Nutzer:innen (Plöbst, 2020) zeigte auf, dass unter anderem die Ladeplanung auf der Langstrecke noch eine sehr große Herausforderung für Nutzer:innen darstellt. Angeführte Themen sind beispielsweise Unsicherheiten über den optimalen Zeitpunkt zum Laden, die Vielzahl von Ladetarifen und die Unübersichtlichkeit über nutzbare Ladepunkte. Insbesondere im E-Carsharing müssen sich Nutzer:innen immer wieder neu über die Steckertypen und die Reichweiten der Fahrzeuge informieren. Zusätzlich wurde ein Experteninterview mit einem Mitarbeiter des Carsharing Anbieters StattAuto geführt, woraus hervorging, dass es bisher noch zu wenige Ressourcen gibt, um die Nutzer:innen in der Vorbereitung auf Langstreckenfahrten zu unterstützen.

Aus diesem Grund wurden im Rahmen eines Psychologie Master-Praktikums (Anne Tichy) Tipps für Langstreckenfahrten mit Elektroautos von StattAuto entwickelt, die die Unsicherheiten vor einer solchen Fahrt verringern sollen. Mithilfe dieser Tipps soll zusätzlich

der Einstieg in das E-Carsharing vereinfacht sowie reibungslose und angenehme Langstreckenfahrten ermöglicht werden, indem die Nutzenden ein Verständnis dafür entwickeln, was bei der Vorbereitung und Durchführung von Langstreckenfahrten beachtet werden sollte.

Eine qualitative Inhaltsanalyse von deutschsprachigen Webseiten und Internetforen sollte Aufschluss über folgende Fragen geben:

- Welche Herausforderungen und Hindernisse werden in Bezug auf Langstreckenfahrten mit Elektrofahrzeugen geäußert?
- Was sind häufig gestellte Fragen?
- Welche Tipps gibt es bereits zu Langstreckenfahrten mit Elektroautos?

Entwickelt wurden die Tipps auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse und gesammelten Inhalte der oben genannten qualitativen Inhaltsanalyse. Durch ein iteratives Vorgehen im Rahmen von Feedback-Prozessen mit Experten sowie verschiedenen Personen der potentiellen Nutzergruppe wurden die Tipps auf Korrektheit, Verständlichkeit und Nützlichkeit geprüft und inhaltlich weiterentwickelt. Die entstandenen Tipps umfassen die Bereiche Allgemeines, Reichweite, Ladestationen und Ladeplanung und beinhalten Handlungsanweisungen mit zusätzlichen Erläuterungen (Tippliste siehe Anhang B). Nach der Entwicklung der Tipps wurden diese evaluiert. Die Beschreibung der Evaluation befindet sich in Abschnitt 2.1.4.2.

Enabler 6: Nachvollziehbares EcoDriving Feedback im E-Carsharing

Um als Nutzer:in von Carsharing-Fahrzeugen die eigene Fahrweise sowie die Vorteile des EcoDriving nachvollziehen zu können, benötigen diese Feedback zu ihrer Fahrweise, welches über die Dauer und die gefahrenen Kilometer hinausgeht. Mithilfe eines eigens entwickelten Scoringsystems, welches die Art der Fahrt (Stadtfahrt, Autobahnfahrt) berücksichtigt, soll den Nutzenden ein EcoDriving-Score präsentiert werden, mit dem diese unterschiedliche Fahrten miteinander vergleichen können. Um eine nachvollziehbare Bewertung zu garantieren, wird das Scoringsystem, sowie die spätere Darstellung, iterativ mit Nutzenden menschenzentriert entwickelt. Anschließend wird das Tool in der Eco Sharing Enabler App integriert. Dafür ist eine Anbindung an die Cantamen API geplant, um die Fahrdaten individuell bereitstellen zu können. Durch Verzögerungen beim Bereitstellen der State-of-Charge Daten, befindet sich dieser EcoShare Enabler noch in Fertigstellung.

Enabler 7: Golden Rules of EcoDriving

Zur Entwicklung des EcoSharing Enablers 7 wurden zusammen mit einer Masterarbeit Psychologie (Elise Banach) Tipps zum energieeffizienten Fahren psychologisch fundiert weiterentwickelt. Hierzu wurde auf die bisherigen Tipps (siehe Enabler 2) aufgebaut. Angelehnt an die Studie von Sureth et al. (2019) wurden außerdem die Manuale von gängigen Elektrofahrzeugherstellern nach Verhaltensregeln oder Tipps zum Ecodriving durchsucht. Es wurden die Fahrzeugmodelle einbezogen, welche im aktuellen Jahr die meisten Neuzulassungen verzeichneten und von denen die Manuale frei zugänglich waren. Hierbei handelte es sich um die Manuale der Modelle Tesla Model Y und Modell 3,

Volkswagen ID.3 und ID.4, MG4, Skoda Enyaq, Fiat 500e, Dacia Spring, Volvo EX40, und BMW i4. Außerdem wurde das Manual vom Nissan Leaf einbezogen, da dieses Fahrzeug in einer Realfahrzeug-Feldstudie (siehe Abschnitt 2.1.4.1) genutzt wurde. Basierend auf technischem Hintergrundwissen zu Elektrofahrzeugen, welches aus den Manualen sowie dem Wissen der beteiligten Experten gewonnen wurde, sowie unter Berücksichtigung der Tipps aus der Studie von Sureth et al. (2019), wurden spezifische Tipps für verschiedene Fahrmanöver erarbeitet. Insgesamt waren fünf Expert:innen aus dem Bereich der Elektromobilität und Ingenieurpsychologie beteiligt. Diese Expert:innen haben die initialen Entwürfe der Tipps in mehreren Korrekturschleifen hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit und technischer Genauigkeit eingeschätzt und verfeinert. Die Korrekturen führten letztlich zu einem finalen Set aus sieben Ecodriving-Tipps für BEV, die in zwei verschiedenen Formulierungsvarianten zusammengestellt wurden. Bei der ersten Formulierungsvariante handelte es sich um eine standardmäßige, kontextfreie Formulierung, die üblicherweise in Fahrzeugmanualen verwendet wird und damit den gegenwärtigen Standard repräsentiert. Die zweite Formulierung (als sogenannte "Golden Rules" bezeichnet) wurde analog zu Sureth et al. (2019) unter Einbezug von „know how“ und „know-why“ (technisches Systemwissen) als Implementierungsintentionen formuliert (analog zu Sureth et al., 2019). Die Golden Rules wurden in einer umfassenden Feldstudie im ReNuBiL Labor evaluiert (siehe Abschnitt 2.1.4.1) und wurden dann ebenfalls ins Produktivsystem der ECO.SHARE Web-App integriert. Die Tipps lauten wie folgt:

Generische Formulierung:

1. Beschleunigen Sie moderat.
2. Bremsen Sie frühzeitig und vermeiden Sie starkes Bremsen.
3. Bremsen Sie im hohen Geschwindigkeitsbereich (ab 60 km/h) leicht.
4. Bei niedrigen Geschwindigkeiten (oder wenn ein leichte Bremsung zu stark ist), gleiten Sie im Neutralbereich.
5. Versuchen Sie möglichst oft im Neutralbereich zu gleiten.
6. Vermeiden Sie es unnötig zu beschleunigen oder zuvor aufgebaute Geschwindigkeit (Schwung) "wegzubremsen".
7. Halten Sie im hohen Geschwindigkeitsbereich Ihre Geschwindigkeit so niedrig wie möglich.

Psychologische Formulierung:

1. Wenn Sie aus dem Stand oder auf höhere Geschwindigkeiten beschleunigen möchten, dann drücken Sie das Fahrpedal konstant und moderat, bis Sie Ihre Wunschgeschwindigkeit erreicht haben. Dadurch erreichen Sie ein optimales Verhältnis des Geschwindigkeitsgewinns pro Energieverbrauch und der Elektromotor befindet sich somit im optimalen Wirkungsgrad. Dieser optimale Beschleunigungsgrad beim Elektroauto weicht möglicherweise von dem ab, was Sie vom Verbrennerfahrzeug kennen.
2. Wenn Sie Ihre Geschwindigkeit verringern wollen, dann vermeiden Sie es möglichst, das Bremspedal stark zu drücken und so die mechanische Bremse zu verwenden. Bei stärkerem Druck auf das Bremspedal wird zusätzlich zur Rekuperation die

mechanische Bremse aktiviert. Damit wird die Schwungenergie letztendlich in Wärme umgewandelt und geht somit vollständig verloren.

3. Wenn Sie im hohen Geschwindigkeitsbereich (ab 60 km/h) Ihre Geschwindigkeit verringern wollen, dann drücken Sie zunächst das Bremspedal leicht, so dass Sie rekuperieren. Mit der Rekuperation kann zumindest ein Teil der abzubauenen Schwungenergie in die Batterie zwischengespeichert werden. Gerade bei hohen Geschwindigkeiten ist die Strecke zum Ausrollen im Neutralbereich sehr lang und Sie sollten daher zunächst Geschwindigkeit mit der Rekuperation abbauen, bis Sie im niedrigen Geschwindigkeitsbereich sind.
4. Bei niedrigen Geschwindigkeiten oder wenn Sie bemerken, mit Rekuperation zu früh zum Stillstand zu kommen, versuchen Sie im Neutralbereich zu gleiten, indem Sie so weit vom Gaspedal gehen, dass weder Energie verbraucht, noch zurückgewonnen wird. Das aktive Einsetzen der Rekuperation bei niedrigeren Geschwindigkeiten sollten Sie vermeiden, da es bei der Speicherung von Schwungenergie (Bewegungsenergie) in die Batterie zu Umwandlungsverlusten kommt und so nur ein Teil des Schwungs wirklich zwischengespeichert werden kann.
5. Wenn Sie freie Fahrt haben, dann versuchen Sie möglichst oft im Neutralbereich (ohne Rekuperation) zu gleiten, indem Sie so weit vom Gaspedal gehen, dass weder Energie verbraucht noch zurückgewonnen wird. Dies wechseln Sie mit konstanten, moderaten Beschleunigungen ab, sodass Sie im Durchschnitt Ihre gewünschte Geschwindigkeit erzielen. Am effizientesten ist es im Neutralbereich zu gleiten, da hierbei die einmal aufgebaute kinetische Energie optimal zur Fortbewegung genutzt wird, da weitere Umwandlungsverluste beim Rekuperieren und Beschleunigen vermieden werden. Durch den Wechsel zwischen Gleiten im Neutralbereich und moderaten Beschleunigungen nutzt man den Vorteil des neutralen Gleitens und hält durch Beschleunigungen im Optimalbereich die Geschwindigkeit am besten aufrecht.
6. Wenn Sie Ihre Geschwindigkeit häufig anpassen müssen (z.B. Stop and Go oder vor einer Kurve), fahren Sie durch vorausschauendes Fahren möglichst mit konstanter niedriger Geschwindigkeit, sodass Sie weder unnötig beschleunigen noch ihre aufgebaute Geschwindigkeit (Schwung) "wegbremsen". Jede Beschleunigung (Aufbau von Schwung) kostet Energie. Daher können Sie besonders dadurch Energie sparen, dass Sie Bewegungsenergie, die Sie nicht unbedingt brauchen, erst gar nicht aufbauen. Bei jedem Abbau von Geschwindigkeit geht vorher aufgebaute Bewegungsenergie (Schwung) verloren.
7. Wenn Sie auf Straßen mit einem Tempolimit von 60 km/h oder höher fahren, dann halten Sie Ihre Geschwindigkeit so niedrig wie möglich. Bei hohen Geschwindigkeiten wird der Energieverbrauch hauptsächlich durch den Luftwiderstand bestimmt, da die Fahrgeschwindigkeit quadratisch in den Luftwiderstand eingeht.

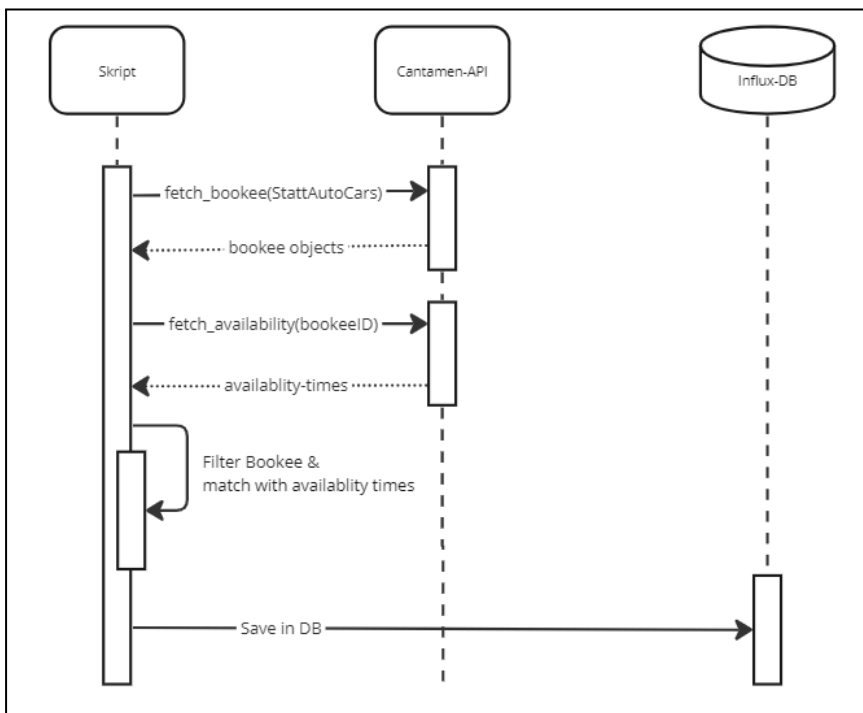
2.1.3.2. State-of-Charge Datenverarbeitung

Neben den konkreten Enabler-Entwicklungen wurde an technischen Voraussetzungen für die restlichen Enabler gearbeitet, insbesondere die State-of-Charge (SOC) Datenverarbeitung der Elektrofahrzeug-Flotte von StattAuto.

Um eine zusätzliche Quelle von SOC Daten zu erschließen, wurde ein Skript entwickelt, welches in regelmäßigen Abständen den aktuellen SOC sämtlicher von StattAuto betriebenen Elektrofahrzeuge abfragt. Die Abfrage erfolgt mit Hilfe der Cantamen API, welche die Daten für die StattAuto Buchungsseite verarbeitet. Die erfassten Daten werden im Anschluss in einer Datenbank gespeichert (siehe Abbildung 8).

Die Wahl der Datenbank fiel auf die Open-Source Datenbank InfluxDB². Diese ist besonders gut für die Speicherung von Zeitreihendaten geeignet, wie sie hier vorliegen. Zusätzlich bietet InfluxDB eine Weboberfläche, welche die erhobenen Daten grafisch darstellen kann. Die Weboberfläche ermöglicht einen einfachen Zugang zu den erfassten Daten und kann zudem ohne das Erlernen einer Datenbankabfragesprache angefragt werden. Außerdem ist ein Datenexport über die Weboberfläche möglich.

Abbildung 8 - SOC Datenverarbeitung Systemarchitektur



Das Skript fragt in regelmäßigen Abständen die Bookee-Objekte aller von StattAuto betriebenen Elektrofahrzeuge ab. Die Bookee-Objekte enthalten den SOC jedes Fahrzeugs, welcher zum aktuellen Zeitpunkt bei Cantamen vorliegt. Der ermittelte SOC wird daraufhin mit dem Buchungszeitraum des entsprechenden Fahrzeugs abgeglichen, um festzustellen,

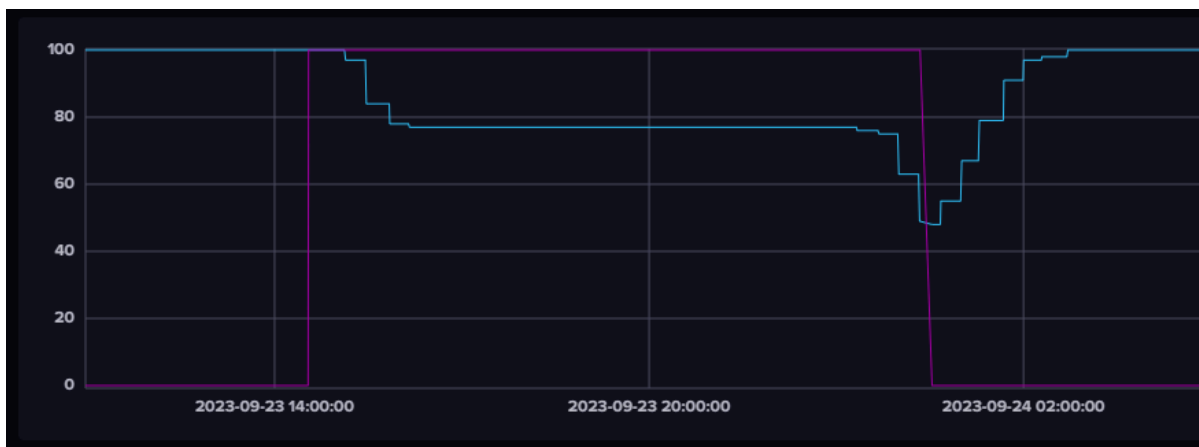
² <https://github.com/influxdata/influxdb>

ob sich das Fahrzeug aktuell in einer laufenden Buchung befindet. Die erfassten Daten werden im Anschluss an die Datenbank geschickt.

In der Weboberfläche können die Daten nach Fahrzeugen selektiert und grafisch angezeigt werden. Abbildung 9 zeigt eine Fahrt mit einem der ReNuBiL Elektrofahrzeuge. Die blaue Kurve zeigt dabei den Verlauf des sich ändernden SOC an. Die lila Kurve repräsentiert den Buchungsstatus eines Fahrzeuges, wobei der Wert 100 dafür steht, dass das Fahrzeug aktuell gebucht ist. In der Grafik ist zu erkennen, dass der SOC bei Cantamen nicht in Echtzeit vorliegt. Um ein besseres Verständnis für die Genauigkeit der Daten zu erlangen und festzustellen, zu welchem Zeitpunkt der SOC bei Cantamen aktualisiert wird, wurden mehrere Validierungsfahrten durchgeführt.

Die erfassten Daten wurden dabei mithilfe eines selbst eingebauten Fahrdatenloggers und anhand des SOC-Displays im Fahrzeug überprüft. Die ersten Validierungen konnten zeigen, dass neue SOC Werte in unregelmäßigen Abständen bei Cantamen vorliegen (16-36 min). Wenn ein neuer Wert bei Cantamen vorliegt, gibt es eine maximale Abweichung von einem Prozent im Vergleich zum Display im Fahrzeug. Beim Logger ist die Abweichung bei voller Batterie größer (3%). Dies liegt vermutlich daran, dass die Batterie bereits an Leistung verloren hat, dies jedoch nicht auf dem Display angezeigt wird.

Abbildung 9 - Ausschnitt SOC Daten des ReNuBiL Nissan LEAF



Für die weiteren Validierungen besteht zudem die Option, den SOC von der Cantamen API zusammen mit den Buchungsdaten zu verschicken. Dabei wird zum Start und zum Ende einer Buchung der aktuelle SOC des Fahrzeugs mitgeliefert, um den gesamten Verbrauch einer Fahrt zu bestimmen. Weiterhin werden durch die Kooperation mit StattAuto deren interne Buchungsdaten des Buchungssystems bereitgestellt. Hierfür wurde in regelmäßiger und enger Abstimmung von Cantamen das Feature entwickelt, für den Eintrag einer Fahrt in der Datenbank neben Fahrzeugart, gefahrenen Kilometern, Start- und Endzeit und Kundennummer auch den SOC-Wert zu überliefern. Durch die größere Anzahl an Werten lassen sich die SOC-Daten so weiter validieren.

2.1.4. AP4 Fokusfeld-1 Nutzerstudien in ReNuBiL

2.1.4.1. EcoDriving ReNuBiL-Feldstudie

Die EcoDriving-Feldstudie fand in enger Zusammenarbeit mit den Mitarbeitenden des Projekts HI.Lübeck statt. Im Projekt HI.Lübeck wurde das ReNuBiL Labor für die spezifischen Anforderungen dieser Studie vorbereitet. Dazu mussten Datenlogger im Fahrzeug überarbeitet und zusätzliche Messinstrumente installiert werden. Aufbauend auf den Überlegungen zum EcoSharing Enabler 7 (Golden Rules of EcoDriving), wurde eine EcoDriving Feldstudie im ReNuBiL konzipiert, um die Wirksamkeit und Umsetzbarkeit der Tipps zu evaluieren. Die Studie wurde zusammen als Teil einer psychologischen Masterarbeit (Elise Banach) durchgeführt.

Frühere Studien haben gezeigt, dass visuelle, bordeigene Informationen oft ablenken (Tu et al., 2022), während Trainings im Fahrsimulator oder in realen Umgebungen hohe Lerneffekte erzielen (Barkenbus, 2010). Besonders einfach anwendbare Maßnahmen, wie unmittelbar vor der Fahrt gegebene Anweisungen, haben sich als effektiv erwiesen, um energiesparendes Fahren zu fördern (Pampel et al., 2017). Eine vielversprechende Strategie zur Unterstützung von Ecodriving ist daher die Vermittlung von Tipps, die technisches Hintergrundwissen über die Energiedynamik des Fahrzeugs enthalten ("know-why"). Diese fördern eine bessere Anpassung der Fahrstrategien an dynamische Umgebungen und ermöglichen mentale Simulationen vor der Handlungsausführung (Carroll & Olson, 1987; Arend et al., 2019). Studien zeigen, dass diese Ansätze eine Reduktion des Energieverbrauchs um bis zu 4% bewirken können (Sureth et al., 2019). Ziel der ReNuBiL-Feldstudie war es, den Einfluss der entwickelten Ecodriving-Tipps auf die Energieeffizienz im Realfahrzeug und -verkehr zu testen.

Bei der Feldstudie handelte es sich um ein between-subject-Design mit dem Faktor Gruppe und den drei Faktorstufen: Kontrolle, generische Tipps (entnommen aus Fahrzeugmanualen als Vergleichsgruppe) und psychologische Tipps (die Golden Rules). An der Studie nahmen $N = 50$ Personen teil. Die Stichprobe hatte ein durchschnittliches Alter von $M = 32.0$ Jahren ($SD = 16.5$). 31 der Versuchspersonen waren männlich, 18 weiblich und eine Person hat kein Geschlecht angegeben. 40.0% ($N = 20$) verfügten über mindestens 50 km Fahrerfahrung mit vollelektrischen Fahrzeugen, 98.0% ($N = 49$) über mindestens 50 km mit Diesel oder Verbrennerfahrzeugen 16.0% ($N = 8$) verfügten über mindestens 50 km Fahrerfahrung mit Hybridfahrzeugen und 10.0% ($N = 5$) mit Plug-in-Hybridfahrzeugen. Für alle fahrdatenbezogenen Analysen wurden die Datensätze hinsichtlich ihrer Fahrdatenqualität geprüft und gefiltert. Dadurch wurden weitere 8 Datensätze entfernt, bei denen sich die Versuchspersonen verfahren haben, und weitere 4 Datensätze, bei denen der Datenlogger unvollständige Daten aufgezeichnet hat. Daraus resultiert die Sub-Stichprobe mit $N = 38$ Versuchspersonen.

Für die Studie wurde der batterieelektrische Nissan Leaf des ReNuBiL Labors verwendet. Zum Aufzeichnen der Fahrdaten wurde ein Datenlogger genutzt, welcher Fahrdaten wie die Geschwindigkeit, Beschleunigungsstärke und Positionen des Brems- und Gaspedals erfasst hat. Für die vorliegende Studie konzentriert sich die Auswertung auf den State of Charge (SoC). Der SoC ist die noch verfügbare Energie des Elektrofahrzeugs und wird in Prozent

angegeben. Anhand von diesem Wert konnte der Durchschnittsenergieverbrauch, also das EcoDriving, erfasst und berechnet werden. Dazu wurde eine Differenz des gemessenen SoC zu Beginn und am Ende der Fahrt pro Versuchsperson berechnet, und dieser durch die jeweils gefahrenen Kilometer geteilt. Zur Navigation wurde ein Smartphone (OnePlus 6) mit der Navigations-App OsmAND verwendet. Die App hat ebenfalls die GPS-Daten aufgezeichnet und die Versuchspersonen zudem auditiv auf eine Überschreitung der Geschwindigkeitsbegrenzung hingewiesen. Es wurden in einem Fragebogen noch einige demografische und psychologische Merkmale erfasst, u.a.:

- Affinity for Technology Interaction: Neigung von den Versuchspersonen mit verschiedenster Technologie zu interagieren (Skalenwerte zwischen 1 und 6 möglich).
- Bestehendes Wissen über Ecodriving: Subjektive Selbsteinschätzung, vor und nach der Fahrt gemessen (Skalenwerte zwischen 1 und 6 möglich).
- Unterstützung des mentalen Modells der Handlungsregulation: Inwieweit können die Informationen das mentale Modell im Kontext der Handlungsregulation unterstützen (Skalenwerte zwischen 1 und 6 möglich).
- Nutzung und Evaluation der Tipps: Verständlichkeit, Detailliertheit, Konkretheit, Umsetzbarkeit und Nützlichkeit (Skalenwerte zwischen 1 und 6 möglich).

Es wurde für die Feldstudie eine Route gewählt, auf der möglichst alle in den Tipps genannten Manöver (z.B. Abbremsen im hohen Geschwindigkeitsbereich) durchgeführt werden mussten. Start- und Endpunkt war die Carsharing Station am Audimax der Universität zu Lübeck (siehe Abbildung 10).

Abbildung 10 - Strecke der EcoDriving Feldstudie



(Google, n.d.)

Die Erhebung bestand aus zwei Teilen. Der erste Teil beinhaltete das Ausfüllen eines Fragebogens und ggf. das Lesen von Ecodriving-Tipps, sollte man einer der beiden Experimentalgruppen (Tippgruppen) zufällig zugeteilt worden sein. Im zweiten Teil am Erhebungstag wurde die vorgegebene Route von der jeweiligen Versuchsperson gefahren und ein weiterer Fragebogen wurde beantwortet. Die Erhebungsdauer inklusive beider Fragebögen und Fahrt im Fahrzeug betrug pro Versuchsperson etwa 1,25 Stunden, und die Versuchspersonen erhielten eine Aufwandsentschädigung in Form von 15€ oder wahlweise 1,5 Versuchspersonen-Stunden für Psychologie und Medieninformatik Studierende der Universität zu Lübeck.

Es zeigte sich, dass die psychologische Tippgruppe durchschnittlich die kleinste SoC-Differenz erreicht hatte ($M = 2.39$, $SD = 0.43$), jedoch unterschieden sich die SoC Differenzen der anderen Gruppen nur minimal (Standardtippgruppe: $M = 2.50$, $SD = 0.43$; Kontrollgruppe: $M = 2.40$, $SD = 0.35$). Betrachtet man den durchschnittlichen Energieverbrauch pro Kilometer, so erreichten die Kontroll- ($M = 0.22$, $SD = 0.03$) und die psychologische Tippgruppe ($M = 0.22$, $SD = 0.04$) den geringsten Verbrauch, mit geringem Unterschied zur Standardtippgruppe ($M = 0.23$, $SD = 0.03$). Der Kruskal-Wallis-Rangsummentest zur statistischen Überprüfung der Mittelwertsunterschiede zeigte keinen signifikanten Unterschied im durchschnittlichen Energieverbrauch zwischen den Gruppen ($\chi^2(2) = 0.54$, $p > .05$, $\eta^2 = .05$).

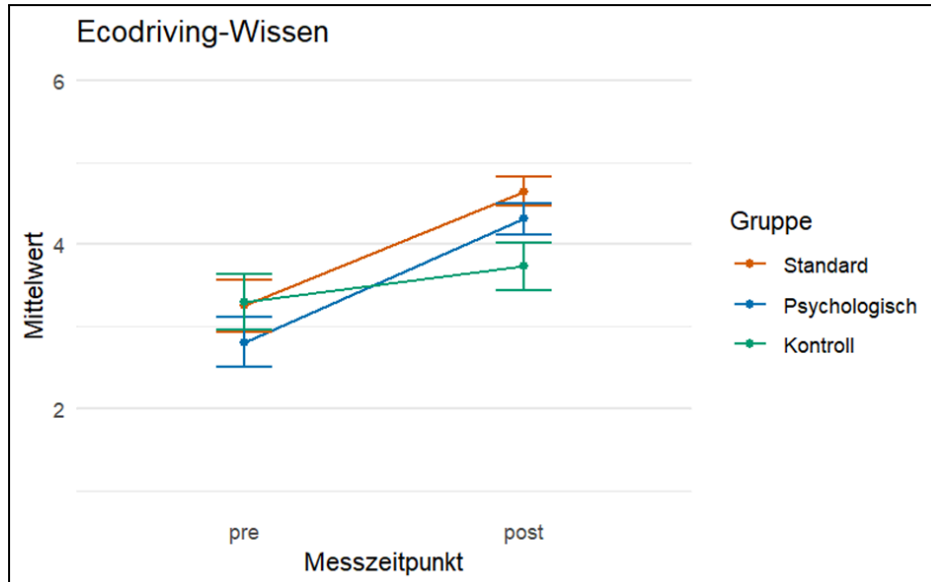
In Bezug auf die subjektiven Metriken wurden ebenfalls Mittelwertsunterschiede zwischen den Tippgruppen überprüft. Bei der Skala Unterstützung des mentalen Modells in der Handlungsregulation wurde ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt ($F(2,47) = 12.84$, $p < .001$, $\eta^2 = .35$). Eine post-hoc Analyse mit dem Tukey-Test ergab, dass u.a. die psychologische Tippgruppe ($M = 5.04$, $SD = 0.68$) auf dieser Skala einen signifikant höheren Mittelwert aufwies als die Kontrollgruppe ($M = 3.30$, $SD = 1.07$, $p < .001$). Beim selbsteingeschätzten Ecodriving Wissen konnte im prä-post Vergleich festgestellt werden, dass die Standard- und die psychologische Tippgruppe eine größere Veränderung aufweisen als die Kontrollgruppe (Abbildung 11, $F(2,47) = 4.88$, $p = .012$, $\eta^2 = .17$ für den Interaktionseffekt). Der subjektiv eingeschätzte Wissenszuwachs der psychologischen Tippgruppe war signifikant größer als in der Kontrollgruppe ($M_{diff} = 1.06$, $p = .016$).

Zur Analyse der Evaluation und Nutzung der Tipps ist zu beachten, dass auf diesen Items nur Angaben der Versuchspersonen aus den beiden Tippgruppen vorlagen, da lediglich diese beiden Gruppen Tipps erhalten haben. Aufgrund der schlechten internen Konsistenz der Skalen, wurden die Einzelitems in die Analyse einbezogen.

Die Mittelwerte aller Items sind größer als vier. Die höchsten Mittelwerte auf der Skala Nutzung weist das Item 2 („Ich habe mich bemüht, die Tipps während der Fahrt anzuwenden.“) in beiden Gruppen auf ($M_{Standard} = 5.63$, $SD = 0.85$; $M_{Psychologisch} = 5.72$, $SD = 0.46$). Auf der Skala Evaluation erreichte das Item 5 („Die Tipps waren nutzlos, um meinen Energieverbrauch zu senken.“ [invertiert]) die höchsten Mittelwerte ($M_{Standard} = 5.69$, $SD = 0.48$; $M_{Psychologisch} = 5.94$, $SD = 0.24$). In Abbildung 12 sieht man die gesamte Verteilung der Antworten beider Gruppen auf der sechsstufigen Likert-Skala. Aus der Verteilung geht hervor,

dass insgesamt nur ein kleiner Anteil der Versuchspersonen auf den Skalen Antwortoptionen unter vier ausgewählt hat und der Großteil die Tipps somit eher positiv evaluiert hat.

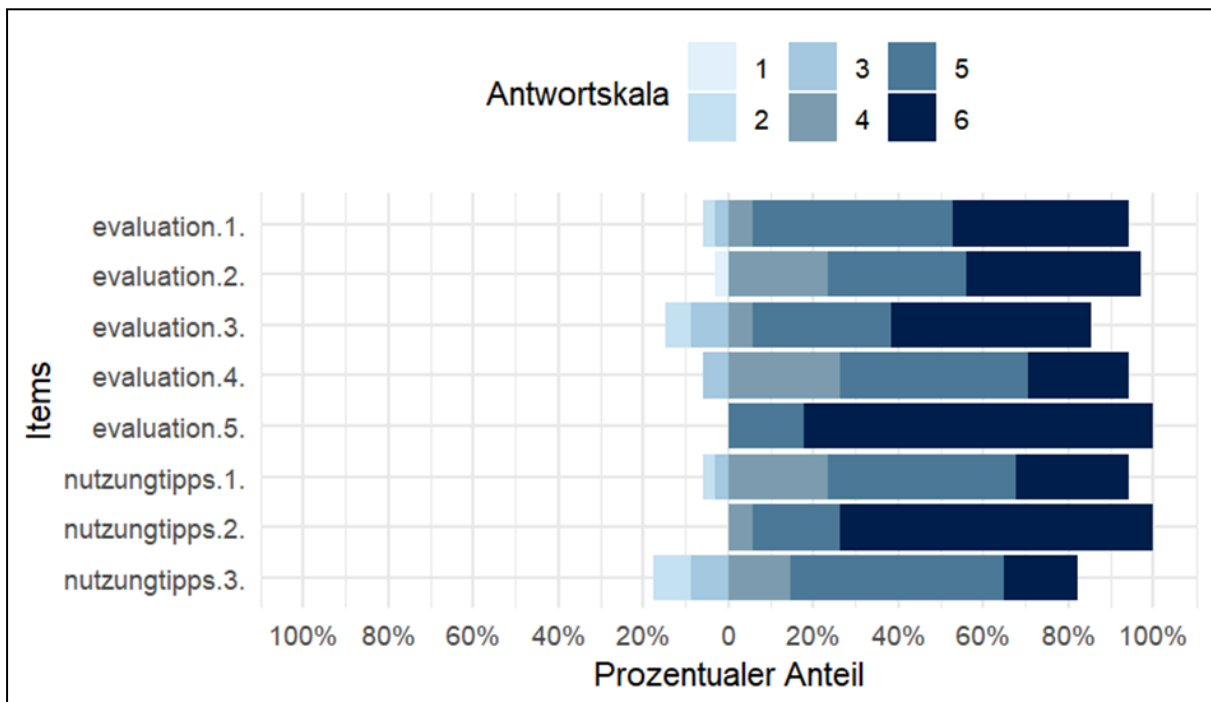
Abbildung 11 - Gruppenmittelwerte und Standardabweichungen Ecodriving-Wissen



Die EcoDriving-Feldstudie untersuchte, wie unterschiedliche Formulierungen von EcoDriving-Tipps den Energieverbrauch bei Fahrten mit batterieelektrischen Fahrzeugen (BEVs) beeinflussen. Während bei den objektiven Maßen keine signifikanten Unterschiede im Energieverbrauch zwischen den Gruppen festgestellt wurden, zeigten die subjektiven Maße deutliche Effekte. Insbesondere die psychologisch fundierte Tippgruppe erzielte signifikant höhere Werte bei der Unterstützung des mentalen Modells und der Handlungsregulation im Vergleich zur Kontrollgruppe und zur Standardtippgruppe. Dies deutet darauf hin, dass die psychologisch fundierten Tipps als hilfreicher wahrgenommen wurden, um das Ziel des energieeffizienten Fahrens zu erreichen.

Die Ergebnisse zur Unterstützung mentaler Modelle verdeutlichen, dass psychologisch fundierte Tipps eine gezielte Verbesserung der gedanklichen Handlungsplanung bewirken können. Die Proband:innen fühlten sich mit diesen Tipps eher in der Lage, relevante Informationen wahrzunehmen, Handlungsmöglichkeiten genau abzuleiten und ihr Verhalten optimal an das Ziel des EcoDriving anzupassen. Dies unterstreicht die Rolle solcher Tipps bei der Förderung energieeffizienten Fahrens. Allerdings zeigte sich, dass dieser Effekt auf die Unterstützung mentaler Modelle im Energieverbrauch noch nicht vollständig sichtbar wird. Dies könnte darauf hindeuten, dass die Tipps nicht tief genug internalisiert oder verinnerlicht wurden, was in zukünftigen Studien weiter untersucht werden sollte.

Abbildung 12 - Bewertung der Tipps (beide Gruppen zusammengefasst)



Die Studie hatte mehrere Einschränkungen, die die Interpretation der Ergebnisse beeinflussen können. Erstens könnte die relativ kurze Route dazu beigetragen haben, dass keine signifikanten Unterschiede im Energieverbrauch zwischen den Gruppen festgestellt wurden. Zweitens war die Stichprobe, insbesondere nach dem Ausschluss unbrauchbarer Daten, vergleichsweise klein. Eine größere Stichprobe hätte möglicherweise robustere Ergebnisse geliefert. Drittens könnten externe Faktoren wie der Einfluss von Wind oder die Qualität der Handyhalterung, die bei einigen Teilnehmenden Probleme bereitete, die Ergebnisse verfälscht haben. Zudem bleibt die Frage offen, wie nachhaltig die beobachteten Verhaltensänderungen sind, da diese Studie keine Langzeiteffekte untersuchen konnte.

Zukünftige Studien sollten eine größere Stichprobe und längere Untersuchungszeiträume einplanen, um Langzeiteffekte und die Nachhaltigkeit von Verhaltensänderungen zu evaluieren. Es wäre zudem sinnvoll, die langfristige Internalisierung von EcoDriving-Tipps und deren Einfluss auf mentale Modelle weiter zu untersuchen. Darüber hinaus könnten adaptive Systeme entwickelt werden, die individuelle Fahrstile analysieren und personalisierte Empfehlungen in Echtzeit bereitstellen. Ein weiterer Schwerpunkt könnte auf der Integration solcher Tipps in Fahrzeugmanuale oder fahrzeugintegrierte Systeme liegen, um die praktische Anwendbarkeit zu erhöhen und die Nutzung energieeffizienter Strategien im Alltag zu fördern.

2.1.4.2. Evaluation Langstreckentipps

Um den Mehrwert der für Enabler 5 entwickelten Langstreckentipps einschätzen zu können, wurden diese nach der Entwicklung evaluiert. Für die Evaluation wurde eine Online-Umfrage mit dem Tool LimeSurvey durchgeführt. Die Umfrage wurde über ein AStA-Forum der

Universität zu Lübeck an Studierende sowie per Mail an ReNuBiL-Interessierte gesendet. Als Anreiz für die Teilnahme wurden 2 x 30 € ReNuBiL-Fahrtgutscheine und 2 x 10 € als Auszahlung per Banküberweisung verlost. Insgesamt nahmen 38 Personen an der Evaluation teil, davon 22 männlich und 15 weiblich. Das durchschnittliche Alter lag bei dieser Stichprobe bei $M = 33.18$ ($SD = 15.25$) in der Spanne von 20 bis 68 Jahre.

Nach Angaben zu Geschlecht, Alter, StattAuto-Mitgliedschaft und Fahrerfahrung mit Elektrofahrzeugen füllten die Teilnehmenden Fragebögen zu ihrer Affinität zur Technologie-Interaktion, subjektiven Reichweitenkompetenz sowie ihren Unsicherheiten zu Langstreckenfahrten mit Elektrofahrzeugen vor und nach dem Lesen der Tipps aus. Sie hatten anschließend die Möglichkeit, offen gebliebene Fragen aufzuschreiben, andere Anmerkungen zu geben und einen eigenen, zusätzlichen Tipp zu formulieren.

Die Tipps wurden anhand der Kriterien Verständlichkeit, Konkretheit, Detailliertheit, Nützlichkeit und Umsetzbarkeit auf einer Antwortskala von "1 = *stimme ganz und gar nicht zu*" bis "6 = *stimme voll und ganz zu*" bewertet. Mit Ausnahme von Umsetzbarkeit wurden alle Kriterien im Durchschnitt signifikant über 3.5 (Mitte der Skala, Grenze zwischen Ablehnung und Zustimmung) bewertet.

Das Item "Nach dem Lesen der oben stehenden Tipps fühle ich mich gut vorbereitet auf eine Langstreckenfahrt mit einem Elektroauto von StattAuto." lag bei $M = 4.29$ ($SD = 1.83$). Um zu überprüfen, ob das Item signifikant über 3.5 bewertet wurde, wurde ein einseitiger t-Test durchgeführt. Das Item wurde signifikant über 3.5 bewertet ($t(37) = 4.11, p < .001$).

Es wurde ein gepaarter t-Test durchgeführt, um zu untersuchen, ob die Unsicherheiten bezogen auf Langstreckenfahrten mit Elektroautos sich vor und nach dem Lesen der Tipps unterscheiden. Die Unsicherheiten vor und nach dem Lesen der Tipps unterscheiden sich nicht signifikant ($t(37) = -0.18, p = .87$).

Zusammenfassend ergab die Evaluation, dass die Teilnehmenden die Tipps als verständlich, konkret, detailliert, hilfreich und umsetzbar wahrgenommen haben. Die Teilnehmenden gaben zudem tendenziell an, sich durch die Tipps gut vorbereitet auf eine Langstreckenfahrt zu fühlen. Unsicherheiten in Bezug auf Langstreckenfahrten mit Elektroautos konnten jedoch nicht reduziert werden.

2.1.5. AP5 Fokusfeld-2 Stakeholder-Interviews EcoSharing Enabler

Im Rahmen des AP5 und zur Bewertung der EcoSharing Enabler Entwicklungen wurden verschiedene Interviewstudien mit Stakeholdern geführt, also Geschäftsführer:innen, Flottenmanager:innen oder weitere Personen aus der Verwaltung von Unternehmen. Ein wesentlicher Bestandteil dieses APS war das qualitative Interview mit Prof. Daniel Görges (Leiter Fachgebiet Elektromobilität des Bereichs Elektrotechnik und Informationstechnik der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität Kaiserslautern-Landau), bei dem es insbesondere um die Ausarbeitung effizienter Fahrregeln für Elektrofahrzeuge ging (Enabler 2 und 7). Zusätzlich wurden Gespräche mit potenziellen Nutzer:innen geführt, die bisher weder Erfahrungen mit Elektrofahrzeugen noch mit Carsharing-Fahrzeugen gemacht haben. Durch diese Interviews sollten verschiedene Bedürfnisse und Unsicherheiten erfasst werden.

2.1.5.1. Stakeholder Interview zur Evaluation "Insights"

Zu Evaluation des Enablers 1 "Insights" (Masterarbeit Jona Knoblich) wurde ein Stakeholder-Interview inklusive eines Usability Test mit einer Verwaltungsleiterin im Fuhrparkmanagement durchgeführt, um die Gebrauchstauglichkeit des Systems unter realistischen Bedingungen zu bewerten. Die Testperson, die bereits in früheren Entwicklungsphasen durch Interviews und Analysen eingebunden war, führte Aufgaben durch, die typische Arbeitssituationen abbildeten. Der Test fand vor Ort statt und wurde auf einem Laptop durchgeführt. Während der Bedienung wurde die Testperson gebeten, ihre Gedanken laut auszusprechen, um detaillierte Einblicke in ihre Interaktionen und Eindrücke zu erhalten.

Im Test beschäftigte sich die Verwaltungsleiterin zunächst mit der Stationsübersicht. Sie verschaffte sich einen Überblick über die Carsharing-Stationen, suchte nach Fahrzeugen mit spezifischen Eigenschaften wie Schnellladeoptionen und analysierte Reichweiten- sowie Auslastungsdaten der Fahrzeuge. Die Kartenansicht wurde als übersichtlich und leicht verständlich wahrgenommen. Es wurden jedoch Verbesserungsvorschläge angemerkt, beispielsweise die Einführung eines Filters für spezifische Fahrzeugkriterien und eine alternative Darstellung der Marker-Icons für Schnellladeoptionen.

Anschließend nutzte die Testperson die Funktionalität der Nutzungsstatistiken. Nach dem Login mit einem StattAuto-Account analysierte sie Daten zu typischen Buchungszeiten, häufig genutzten Fahrzeugen sowie Kosten und Nutzungsmustern über verschiedene Zeiträume. Die Möglichkeit, durchschnittliche Buchungszeiten anzuzeigen, wurde als besonders hilfreich hervorgehoben, da sie Potenziale zur Kostenoptimierung erkennen lässt. Darüber hinaus äußerte die Testperson den Wunsch nach erweiterten Funktionen, wie beispielsweise Empfehlungen für passende Tarifmodelle auf Basis des individuellen Nutzungsverhaltens.

Die Evaluation zeigte, dass das System grundsätzlich gut auf die Bedürfnisse von Fuhrparkmanager:innen abgestimmt ist und positiv aufgenommen wurde. Der Usability-Test machte jedoch deutlich, dass bestimmte Bereiche weiter optimiert werden können. So könnten Filterfunktionen und eine verbesserte Darstellung spezifischer Fahrzeugmerkmale die Effizienz der Stationsübersicht weiter steigern. Ergänzende Daten, wie durchschnittliche Buchungszeiten und personalisierte Tarifempfehlungen, könnten der Nutzungsstatistik zusätzlichen Mehrwert verleihen.

2.1.5.2. Stakeholder-Interviews zur Entwicklung Enabler 3 "Corporate & E-Carsharing - is it a match?"

Zur Analyse der Bedürfnisse von Stakeholdern beim Umstieg auf Corporate E-Carsharing wurden von Unternehmen bezüglich des Umstiegs auf Corporate E-Carsharing untersucht (Masterarbeit Almubarak Abunijim). Im Rahmen der Methodik wurde eine Nutzerstudie mit halbstrukturierten Interviews verwendet, um psychologische und organisatorische Hürden zu analysieren.

Die Interviews zielten darauf ab, Entscheidungskriterien, Nutzensvorteile und Unsicherheiten im Umgang mit Corporate E-Carsharing zu erheben. Die Interviews wurden mit drei Führungskräften und Flottenmanager:innen aus mittelständischen Unternehmen durchgeführt, die in Schleswig-Holstein ansässig sind. Die Teilnehmer:innen repräsentierten Unternehmen unterschiedlicher Größen und Branchen, die keine bestehenden Kund:innen von StattAuto sind. Die Auswahl der Teilnehmenden erfolgte durch gezielte Kontaktaufnahme mittels E-Mail und postalischer Einladung, wobei die geringe Rücklaufquote zusätzliche Anstrengungen zur Rekrutierung erforderte. Die Ergebnisse der Interviews deuteten auf folgende Unsicherheitsfaktoren hin:

- **Kosten und Wirtschaftlichkeit:** Die Teilnehmer:innen äußerten Unsicherheiten hinsichtlich der Gesamtkosten von Corporate E-Carsharing, einschließlich der laufenden Strom- und Wartungskosten. Diese wurden als entscheidende Faktoren genannt, die den Umstieg erschweren könnten.
- **Mitarbeiterakzeptanz:** Eine zentrale Herausforderung bestand in der Akzeptanz der Mitarbeitenden gegenüber E-Carsharing. Die Skepsis resultierte vor allem aus der geringeren Reichweite der Fahrzeuge im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugen sowie aus Unsicherheiten bei der Handhabung von Ladeprozessen.
- **Technische Hürden:** Bedenken über die Zuverlässigkeit der Fahrzeuge und die Verfügbarkeit einer ausreichenden Ladeinfrastruktur waren weitere Themen. Unternehmen äußerten den Wunsch nach einer besseren Ladeinfrastruktur, insbesondere an Firmenstandorten.
- **Datenschutz:** Die Sicherheit von Nutzungsdaten und Abrechnungsinformationen wurde als wichtiges Thema hervorgehoben. Die Einführung sicherer IT-Systeme und transparenter Datenschutzrichtlinien wurde als wesentlich angesehen, um Vertrauen aufzubauen.
- **Ökologische Aspekte:** Trotz der Unsicherheiten erkannten die Teilnehmer:innen die positiven ökologischen Auswirkungen von Corporate E-Carsharing an. Der Beitrag zur Reduktion von Emissionen und die Möglichkeit, die Umweltbilanz des Unternehmens zu verbessern, wurden als motivierende Faktoren betrachtet.
- **Schulungsbedarf:** Die Notwendigkeit von Schulungsmaßnahmen zur Nutzung der neuen Technologien wurde ebenfalls diskutiert, insbesondere um eine reibungslose Einführung in Unternehmen zu gewährleisten.

Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung einer gezielten Kommunikation und Unterstützung für Unternehmen, um die identifizierten Unsicherheiten abzubauen. Sie flossen in die Entwicklung eines interaktiven Tools ein, das Unternehmen dabei unterstützt, Fragen zu klären und Bedenken zu adressieren.

2.1.6. AP6 Transfersicherung

Im Rahmen des Arbeitspakets AP6, konnten vielfältige Transfersicherungs-Tätigkeiten durchgeführt werden. Dies geschah im einzelnen z.B. durch eine aktive Teilnahme an Veranstaltungen wie dem watt_2.0-Forum auf der HUSUM WIND (Kurzvortrag und Teilnahme an der Podiumsdiskussion). Parallel dazu wurde eine Transferstrategie ausgearbeitet, die die

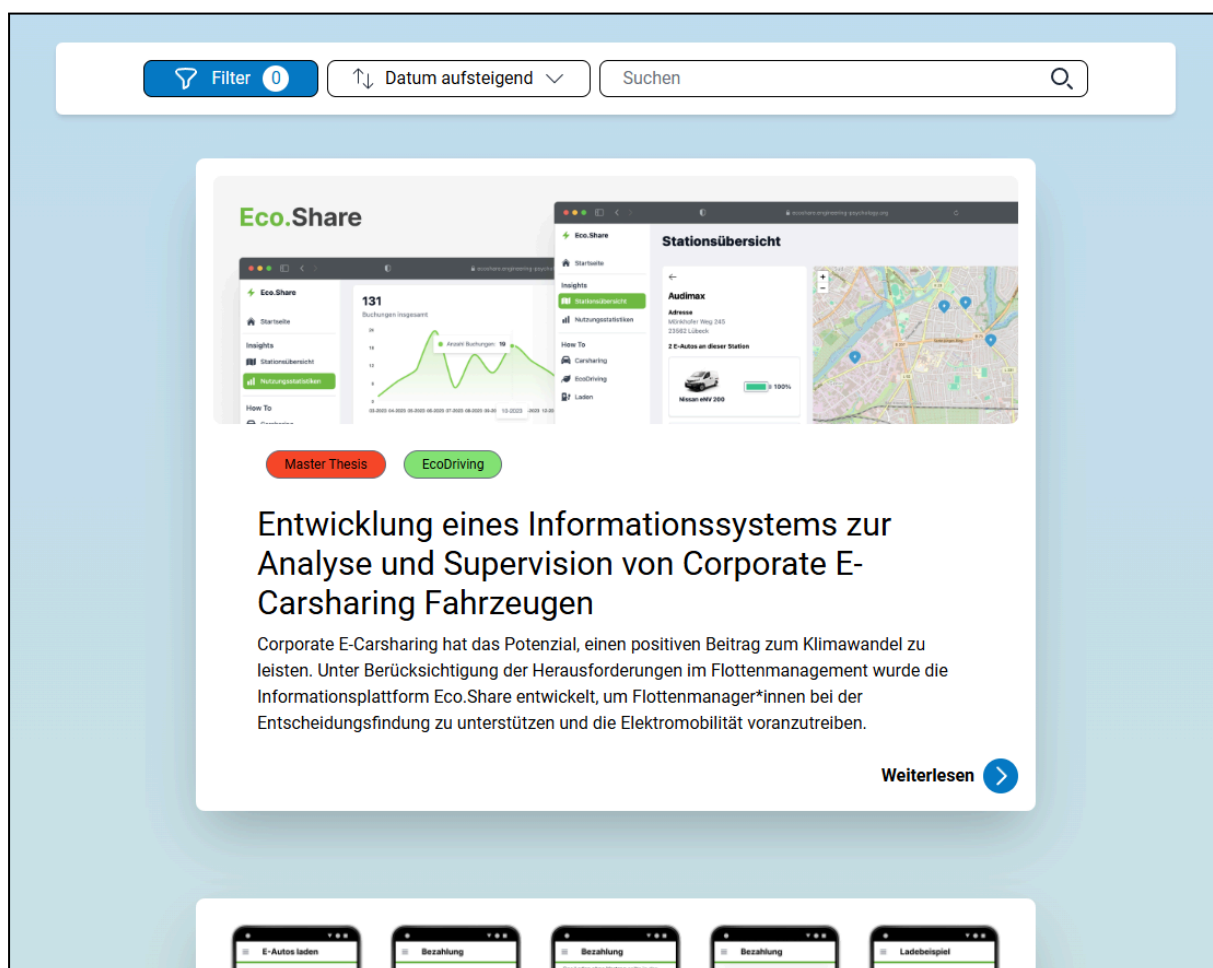
Konzeption einer Transferplattform für die interessierte Öffentlichkeit und einer Web-App für StattAuto-Nutzende vorsieht.

2.1.6.1. Transferplattform

Die Transferplattform ist als eine modulare Website konzipiert und über den Link <https://renubil.de/transfer> erreichbar. Ihr Hauptziel ist es, Forschungsergebnisse, einschließlich studentischer Abschlussarbeiten, verständlich und übersichtlich mit der breiten Öffentlichkeit zu teilen. Diese Ergebnisse werden in Form von Artikeln publiziert, die durch die Plattform leicht zugänglich gemacht werden. Nutzer:innen können so gezielt nach relevanten Artikeln suchen.

Die Struktur der Plattform ist zweigeteilt: Es gibt eine Übersichtsseite (Abbildung 13) und individuelle Artikelseiten. Die Übersichtsseite dient als zentrale Anlaufstelle, auf der Artikel in Form von Vorschaukarten mit kurzen Beschreibungen präsentiert werden. Jeder Artikel ist durch spezifische Labels kategorisiert, die Nutzer:innen die Möglichkeit bieten, gezielt nach bestimmten Themen zu filtern.

Abbildung 13 - Transferplattform Übersichtsseite

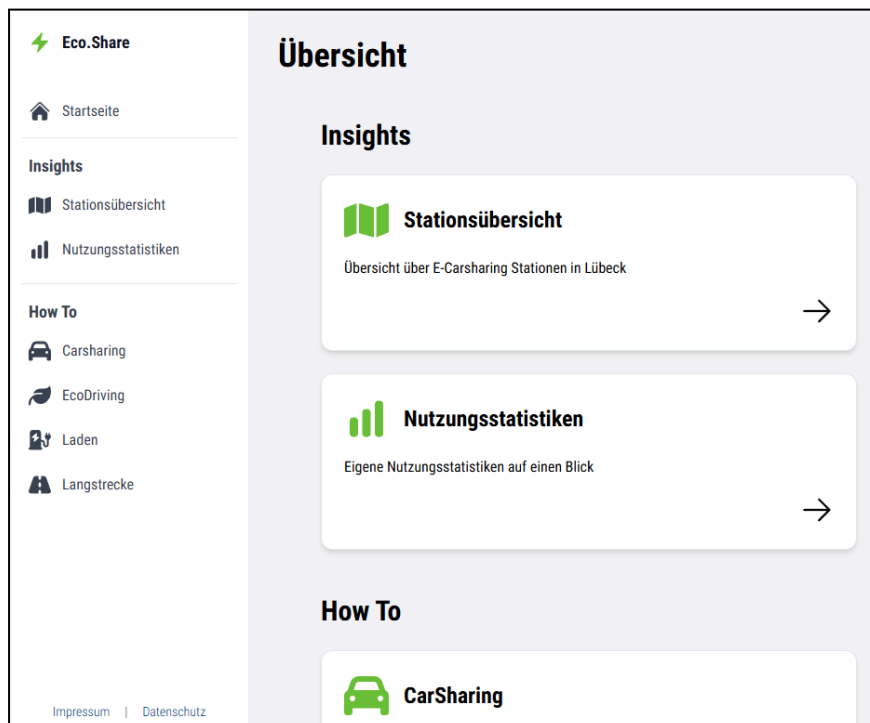


Die Artikelseiten wurden modular gestaltet und bieten Autoren die Flexibilität, ihren Inhalt nach Belieben zu gestalten. Um diesen Prozess zu vereinfachen, wurden die dynamischen Zonen³ des Content-Management-Systems Strapi⁴ gewählt. Autor:innen können mittels Strapi verschiedene Bausteine auswählen und anordnen, um so den Inhalt ihrer Artikel zu strukturieren. Das Frontend der Übersichtsseite zeigt Vorschaukarten der Artikel, die nach Labels gefiltert werden können. Die individuellen Artikelseiten unterstützen die Darstellung von Basis-Bausteinen wie Textfeldern, YouTube-Videos und Bildern. Mit der Fertigstellung der Plattform wird eine effiziente Vermittlung und Verbreitung von Forschungsergebnissen ermöglicht.

2.1.6.2. ECO.SHARE Web-App

Die ECO.SHARE Web-App wurde speziell für die Nutzer:innen des Carsharing-Anbieters und Projektpartners StattAuto entwickelt. Über die Webseite von StattAuto können Kund:innen direkt auf die Web-App zugreifen, die selbst über <https://renubil.de/ecoshare> erreichbar ist (Abbildung 14). Die StattAuto-Nutzer:innen können hier die vielversprechendsten EcoSharing Enabler produktiv nutzen. Dadurch stellt die App nicht nur ein Demonstrationswerkzeug, sondern ein voll funktionsfähiges Transfersystem dar, das in den Alltagsgebrauch integriert ist.

Abbildung 14 - ECO.SHARE Web-App Übersichtsseite



3 <https://docs.strapi.io/dev-docs/api/entity-service/components-dynamic-zo>

4 <https://strapi.io/>

Die Web-App ermöglicht es den Nutzer:innen, ihre Erfahrungen mit Corporate E-Carsharing zu optimieren, indem sie konkrete Unterstützung in Bereichen wie energieeffizientem Fahren (EcoDriving), Flottenplanung (Auslastungsoptimierung), Reichweitenplanung und Ladeplanung (EcoCharging) erhalten. Insgesamt bietet die App praxisnahe Tipps und interaktive Tools, um Unsicherheiten und Hürden im Umgang mit Elektrofahrzeugen zu reduzieren. Besonders interessant für Unternehmenkund:innen von StattAuto ist die Nutzungsübersicht (Abbildung 15), die eine nutzerzentrierte und übersichtliche Darstellung der Fahrten und Kosten des Kundenaccounts visualisiert. Technisch basiert die App auf modernen Webtechnologien, die eine intuitive Nutzung auf verschiedenen Endgeräten ermöglichen.

Abbildung 15 - Nutzungsstatistiken



Die Veröffentlichung der Web-App war ein wichtiger Schritt für die Verbreitung der Erkenntnisse und Entwicklungen aus dem ECO.SHARE-Projekt. Die App stellt ein direkt anwendbares Ergebnis dar und trägt wesentlich dazu bei, die positiven Beiträge von Corporate E-Carsharing im Kontext Energie und Klimaschutz effektiv zu steigern.

2.1.6.3. Wissenschaftliche Publikationen "Feeling Comfortable"

Im Rahmen des Projekts wurde eine empirische Studie zu Persönlichkeitsmerkmalen und der Nutzung von Elektrofahrzeugen auf der global-internationalen Konferenz "Applied Human Factors and Ergonomic" als Konferenzpapier veröffentlicht, die wichtige Grundlagen für Corporate E-Carsharing liefert (Gödker, Moll & Franke, 2024). Die Publikation ist kostenfrei (open access) unter <https://doi.org/10.54941/ahfe1005220> verfügbar. Die Studie analysiert, wie technologiebezogene Persönlichkeitsmerkmale, wie die Affinität für Technologieinteraktion (ATI), sowie die subjektive Reichweitenkompetenz (SRC) das Verhalten und die Entscheidungen von Elektrofahrzeugfahrenden beeinflussen. Dabei wurde untersucht, wie diese Merkmale die Reichweiteninteraktion, das Ladeverhalten und die allgemeine Nutzung von Elektrofahrzeugen prägen.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass bei dieser Stichprobe eine höhere technologische Affinität (ATI) mit einer besseren Einschätzung der Energieeffizienz und einer höheren subjektiven Reichweitenkompetenz (SRC) einherging. Diese beiden Faktoren können dazu beitragen, dass Nutzende ihre Fahrzeugreichweite effektiver ausnutzen, weniger Reichweitenstress erleben und ihre Ladeentscheidungen gezielter treffen. Interessanterweise deutete die Studie darauf hin, dass Personen mit einem auf die verbleibende Ladung abgestimmten Ladeverhalten dazu neigten, die Batteriekapazität effizienter zu nutzen, was eine optimale Fahrzeugnutzung ermöglichte. Außerdem wurde festgestellt, dass Fahrende mit einem hohen Maß an Reichweitenkompetenz ein kleineres Sicherheitspolster benötigten, um sich beim Fahren wohl zu fühlen, was ihre Nutzungseffizienz weiter steigerte.

Diese Erkenntnisse sind für Corporate E-Carsharing von Relevanz, da sie zeigen, wie psychologische und persönliche Faktoren das Nutzungspotenzial von Elektrofahrzeugen beeinflussen. Unternehmen könnten diese Ergebnisse nutzen, um gezielte Maßnahmen zu konzipieren, wie etwa Schulungen zur Steigerung der Reichweitenkompetenz oder die Integration technischer Unterstützungssysteme, die Ladeverhalten und Reichweitennutzung optimieren. Solche Ansätze könnten nicht nur die Akzeptanz von Corporate E-Carsharing steigern, sondern auch die Betriebskosten durch eine effizientere Fahrzeugnutzung senken.

Obwohl die Datenerhebung dieser Studie nicht innerhalb des Projekts erfolgte, wurde die Auswertung, Analyse und Publikation der Ergebnisse aufgrund ihrer Relevanz von den Projektmitarbeitern unterstützt. Die Publikation liefert wertvolle Impulse für die Gestaltung energieeffizienter und nutzerzentrierter Lösungen im Bereich des Corporate E-Carsharing.

2.1.6.4. Weitere Transfertätigkeiten

Als weitere Transfertätigkeiten haben wir den ReNuBiL-Stand bei der Lab Tour der europäischen Internationalen Konferenz der Human Factors and Ergonomics Society Europe Chapter am 16. April 2024 in Lübeck unterstützt. Dabei präsentierten wir nicht nur die ReNuBiL-Infrastruktur, sondern auch die Forschungstätigkeiten des Projekts ECO.SHARE (Abbildung 16). Während der Veranstaltung hatten die Teilnehmer:innen die Möglichkeit, sich über die Ziele und Ergebnisse des Projekts zu informieren. In den Gesprächen mit den interessierten Teilnehmer:innen wurden sowohl die technischen als auch die

psychologischen Ansätze von ECO.SHARE erläutert und weiterführende Fragen zu energieeffizienter und menschenzentrierter Mobilität diskutiert.

Durch diese Transferaktivität konnte das Projekt einer breiten wissenschaftlichen Community nähergebracht und ein wertvoller Austausch mit Expert:innen aus den Bereichen Human Factors und Ergonomie angeregt werden. Dadurch konnten wir erste Erkenntnisse aus ECO.SHARE teilen und Anknüpfungspunkte für zukünftige Kooperationen schaffen.

Abbildung 16 - Stand auf der HFSE 2024 Konferenz



© Hanse Innovation Campus Lübeck – Julia Hüschelrath

3. Schluss

3.1. Allgemeine Zusammenfassung

Das Projekt ECO.SHARE hat sich erfolgreich mit den zentralen Herausforderungen des energieeffizienten Corporate E-Carsharing auseinandergesetzt. Im Mittelpunkt standen die Entwicklung und Umsetzung sogenannter EcoSharing Enabler, die dazu dienen, die Nutzung von Elektrofahrzeugen in Unternehmensflotten nachhaltiger und effizienter zu gestalten. Insgesamt wurden sieben Enabler konzipiert und teils prototypisch entwickelt oder bis zur produktiven Anwendung gebracht. Die ECO.SHARE-Web-App stellt dabei ein Highlight dar, da sie als direkter Zugang für StattAuto-Kund:innen fungiert und zentrale Funktionen der Enabler integriert. Darüber hinaus wurden wesentliche Erkenntnisse zu Nutzerverhalten, technischen Anforderungen und organisatorischen Rahmenbedingungen gesammelt und in Transferprodukte wie wissenschaftliche Publikationen und nutzerzentrierte Plattformen eingebunden.

Die Kombination aus nutzerorientierter Forschung, technologischen Innovationen und einem praxisnahen Ansatz ermöglichte es, die Projektziele zu erreichen. Gleichzeitig wurden

Grundlagen geschaffen, die über die direkte Projektlaufzeit hinaus wirken und weitere Entwicklungen im Bereich Corporate E-Carsharing inspirieren können. ECO.SHARE hat somit nicht nur wissenschaftliche, sondern auch praktische Impulse für die nachhaltige Wende in der Unternehmensmobilität geliefert.

3.2. Evaluation des Projekts

Rückblickend kann das Projekt als erfolgreich abgeschlossen bewertet werden. Es wurden alle geplanten Meilensteine erreicht, und die entwickelten Lösungen adressieren die identifizierten Hürden im Corporate E-Carsharing. Die Zusammenarbeit mit dem Projektpartner StattAuto und die Nutzung der ReNuBiL-Infrastruktur waren zentrale Erfolgsfaktoren. Insbesondere die Verknüpfung von psychologischen und technischen Ansätzen hat Potential zur Steigerung der Energieeffizienz im Corporate E-Carsharing durch gezielte Unterstützung der Nutzenden.

Im Vergleich zu den ursprünglichen Planungen konnten weniger wissenschaftliche Publikationen erstellt werden, was insbesondere darauf zurückzuführen ist, dass erhebliche Ressourcen in die Entwicklung der produktiven Systeme flossen. Zudem wurde der Bereich des EcoCharging im Projekt zu wenig adressiert. Dies lag primär an Machbarkeitsproblemen, da die Entwicklung komplexer Ladeinfrastruktur-Integrationen im Rahmen des Projektzeitraums und der verfügbaren Ressourcen nicht vollständig umsetzbar war. Trotz dieser Einschränkungen bilden die Ergebnisse von ECO.SHARE eine solide Basis für die Weiterentwicklung dieses Themenfeldes.

3.3. Ausblick

Die Ergebnisse von ECO.SHARE bilden eine fundierte Grundlage für weiterführende Forschungsarbeiten. Zukünftige Projekte könnten an die gewonnenen Erkenntnisse anknüpfen und insbesondere die Transformation in Unternehmen mit größeren Fahrzeugflotten intensiv untersuchen. Ein zentraler Forschungsbereich könnte die Integration von bidirektionalen Ladetechnologien sein, die es ermöglichen, Elektrofahrzeuge als Energiespeicher zu nutzen und in das Stromnetz einzubinden. Gleichzeitig bieten dynamische Strompreise spannende Potenziale, um Ladevorgänge ökologisch und wirtschaftlich zu optimieren. Eine Ausrichtung am aktuellsten Technologiestand in E-Fahrzeugen, Ladesäulen und Software ist dabei unabdingbar.

Ein relevanter Aspekt ist die stärkere Verknüpfung von Elektrofahrzeugen mit erneuerbaren Energiequellen wie Solar- und Windenergie. Hier könnten innovative Systeme entwickelt werden, die eine direkte Integration dieser nachhaltigen Energiequellen mit der Fahrzeugflotte ermöglichen. Dies würde nicht nur die Nachhaltigkeit der Fahrzeuge erhöhen, sondern auch die Betriebskosten senken.

Die Mensch-KI-Interaktion bietet in diesem Kontext ebenfalls spannende Ansatzpunkte. Intelligente Agenten könnten in zukünftigen Projekten eine Schlüsselrolle spielen, indem sie die Planung und Optimierung von Energieflüssen übernehmen. Solche Systeme könnten Fahrenden nicht nur Ladeentscheidungen abnehmen, sondern auch eine effiziente Routen-

und Energieplanung sicherstellen, während sie dynamisch auf externe Faktoren wie Verkehr und Energiepreise reagieren.

In all diesen Bereichen ist es essentiell, die verschiedenen Nutzergruppen, von Flottenmanager:innen bis hin zu den Fahrenden, aktiv einzubeziehen. Die Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse und Anforderungen ist entscheidend, um die Akzeptanz neuer Technologien zu fördern und eine effiziente Nutzung zu gewährleisten. Zukünftige Entwicklungen haben das Potenzial, Corporate E-Carsharing zu einer noch zentraleren Komponente der Mobilitätswende zu machen und den Übergang zu einer nachhaltigeren Unternehmensmobilität zu beschleunigen.

3.4. Danksagung

Das Autorenteam bedankt sich bei allen, die an dem Projekt ECO.SHARE mitgewirkt und dem Projekt zum Erfolg verholfen haben. Dies sind neben den genannten Autoren dieses Berichts insbesondere alle Mitglieder des virtuellen Projektbeirats, die (ehemaligen) Mitarbeitenden von StattAuto Luisa Eichhorn, Hinrich Kählert, Steffen Thiemann, Julian Hans und Killian Boy, die (ehemaligen) Studierenden Jona Knoblich, Almubarak Abunijim, Bennet Hut und Rico Lorenz, alle Interview- und Studienteilnehmer:innen, sowie die Mitarbeitenden von Cantamen GmbH, des Fraunhofer IMTE Lübeck und des Projekts HI.Lübeck. Wir danken der EKSH GmbH für die Förderung und die vertrauensvolle Begleitung und Unterstützung des Projekts.

Literaturverzeichnis

- Breider, I. (2021). *Ecodriving Tipps als Post-Manöver-Feedback zum Training einer energieeffizienten Fahrweise in Elektrofahrzeugen* [unveröffentlichte Bachelorarbeit, Universität zu Lübeck].
- Google (n.d.). [Google Maps Routenplaner für eine Fahrt vom Audimax Uni Lübeck nach St. Jürgen und zurück ans Audimax der Uni Lübeck, DE].
- Gödker, M., Moll, V., & Franke, T. (2024). Feeling comfortable? Exploring the relation between personality, competence, and range interaction in electric vehicles. *Advances in Human Factors of Transportation*, 148(148).
- Plöbst, L. (2020). *Möglichkeiten und Schwierigkeiten von E-Carsharing im ländlichen Raum am Beispiel der Steiermark* [unveröffentlichte Masterarbeit, Karl-Franzens-Universität Graz].
- Sureth, A., Moll, V., Nachtwei, J., & Franke, T. (2019). The golden rules of ecodriving? The effect of providing hybrid electric vehicle (HEV) drivers with a newly developed set of ecodriving-tips. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 64, 565–581. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2019.07.003>
- Watermann, L. S. (2023). *Buchungsinterface für akkurate und nutzerzentrierte Reichweitenangaben im bidirektionalen E-CarSharing* [unveröffentlichte Bachelorarbeit, Universität zu Lübeck].

Anhang

Anhang A

Ursprüngliche Planung der EcoSharing Enabler vor Entwicklung der Enabler. Wir haben die Planung in ihrem ursprünglichen Wortlaut übernommen. Im Laufe des Projekts haben sich Änderungen bei der Ausgestaltung von Enablern und der Auswahl ergeben.

Enabler 1: elvis Corporate E-Carsharing Booking & Info

Die Nutzung von E-Carsharing Fahrzeugen in einem Unternehmenskontext hat andere Anforderungen als in einem privaten Kontext (bspw. wechselnde Fahrzeuge, keine Routine in Reichweitenplanung, Dienstanforderungen, Blockierbuchungen, Abobuchungen oder Reservierungen). Um die Nutzung für Unternehmen zu erleichtern, ist hier der Enabler-Ansatz eine digitale Buchungsplattform mit speziellen Funktionen für Fuhrparkmanager:innen und Mitarbeiter:innen zu realisieren. Dafür kann auf Vorarbeiten (elvis, elvis2, Buchungsplattform ReNuBiL) aufgebaut werden.

Enabler 2: Golden Rules of EcoDriving + HowTo E-Carsharing

Um die Energieeffizienz und die Kosten optimieren zu können, ist das Wissen, wie dies gelingt, notwendig, welches vielen Fahrer:innen von elektrischen Carsharing Fahrzeugen fehlt. Hierbei kann mit Hinweisen und Informationen unterstützt werden. Dabei können zwei Varianten als Enabling-Ansatz verfolgt werden:

1. Eine globale Implementierung (über die StattAuto App) mit Interviews und Auswertungen zum Verbrauch (dabei ist eine Vorarbeit von cantamen oder eine Art Tagebuch notwendig)
2. Eine Implementierung eines Assistenzsystems im ReNuBiL-Fahrzeug und Übungsfahrten mit Mitarbeiter:innen und ReNuBiL Nutzer:innen

Zusätzlich kann aus den Informationen eine HowTo Nutzungsanleitung für E-Carsharing Autos erstellt werden. Als Vorarbeit steht eine Publikation (Sureth et al., 2019) und eine Qualifizierungsarbeit (Breider, 2021) zur Verfügung

Enabler 3: Corporate & E-Carsharing - is it a match?

Damit Flottenmanager:innen und CEOs sich für ein Corporate E-Carsharing System entscheiden können, brauchen diese die Sicherheit, dass ihre Mobilitätsanforderungen von dem System erfüllt werden. Dafür macht es Sinn, ein interaktives Tool zu entwickeln, das einen Abgleich zwischen Anforderungen und Möglichkeiten macht, eine Analyse der Entscheidungskriterien vollzieht und eine Visualisierung von historischen Fahrdaten bereitstellt. Für die Entwicklung dieses Enablers kann auf Arbeiten zu Mobilitätsbedürfniserhebungen in den Projekten MASIRI und in2Lübeck zurückgegriffen werden.

Enabler 4: Langstrecken-Assistenz

Bei der Verwendung von E-Carsharing Angeboten fahren Mitarbeitende von Unternehmen häufig längere Strecken als Privatnutzende. Dadurch entstehen zusätzliche Herausforderungen wie Ladeplanung, Zeitmanagement, Reichweite und Abrechnung der Fahrt. Hierfür kann eine App und/oder HowTos zur Unterstützung der Planung und Durchführung von Langstreckenfahrten nach einer Erhebung der Anforderungen als Enabler entwickelt werden. Als Vorarbeiten stehen die elvis-Plattform, die ReNuBiL Buchungsplattform und externe Tools zur Verfügung.

Enabler 5: Assistenz für realistische Reichweiteschätzungen

Um die Energie- und Auslastungsplanung von Corporate E-Carsharing Fahrzeugen zu optimieren und dadurch ein stressfreies Nutzungserlebnis zu ermöglichen sind realistische Reichweiteschätzungen bei der Buchung wichtig. Nutzende sind dabei allerdings nicht besonders genau. Hier kann ein Enabling-Ansatz in der Form einer App zur Unterstützung der Einschätzung des Reichweitenbedarfs innerhalb der Buchungsplattform helfen, die Genauigkeit zu verbessern. Als Vorarbeiten dienen die ReNuBiL-Buchungsplattform sowie eine Bachelorarbeit zu dem Thema (Watermann, 2023).

Enabler 6: EcoDriving Feedback

Bei geteilten Fahrzeugen gibt es für die Fahrenden eine geringere Motivation, energieeffizient zu fahren und weiterhin wenig Tools, um die eigene Energieeffizienz einzuschätzen. Um dieses Feedback zu geben, können zwei Varianten realisiert werden. Zum einen kann eine Verbrauchserhebung über mehrere Stationen hinweg stattfinden, die ein aggregiertes Feedback zur Gamifizierung anbietet. Zum anderen können die Logging Daten in ReNuBiL mit einem ReNuBiL Profil verknüpft werden, um so ein individuelles Feedback zu erstellen. Bei der Entwicklung kann auf die ReNuBiL Buchungsplattform, die Datenlogger vom ReNuBiL Projekt und verschiedene Feedback Arbeiten zurückgegriffen werden.

Enabler 7: Handlungsleitfaden Nutzerfreundliche Corporate E-Carsharing Station

Für den Aufbau einer Corporate E-Carsharing Station zur Unterstützung des netzdienlichen Ladens fehlt es Flottenmanager:innen und CEOs an Erfahrung und Handlungswissen. Um hier anzusetzen, besteht die Möglichkeit ein HowTo Dokument oder eine interaktive Plattform (z.B. Website) zu erstellen. Die Inhalte können durch die Begleitung von einem echten Aufbau, Sammlung der Erfahrung aus dem ReNuBiL Aufbau und Interviews mit Experten erstellt werden. Als Vorbereitung kann hier der Aufbau der ReNuBiL Station und die dazugehörigen Materialien genutzt werden.

Anhang B

Tipps für die Langstrecke im E-Carsharing mit StattAuto (Enabler 5):

Allgemeines

Tipps: Machen Sie sich vor Ihrer ersten Langstreckenfahrt auf einer kürzeren Fahrt ohne Zeitdruck mit Elektroautos generell und dem Ablauf beim Carsharing mit StattAuto vertraut.

Erklärung: Das Fahrgefühl in Elektroautos unterscheidet sich deutlich von dem in Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Zum Beispiel sind Elektroautos mit einem Automatikgetriebe ausgestattet, was für manche Fahrer:innen ungewohnt sein kann. Zudem ist es wichtig, sich mit den verschiedenen Steckertypen und dem Ladevorgang vertraut zu machen. Darüber hinaus ermöglicht Vorerfahrung im Carsharing einen reibungslosen Ablauf beim Ausleihen und Zurückgeben.

Tipps: Entscheiden Sie sich eher für den Langstreckentarif, wenn Sie einen geringen Durchschnittsverbrauch (z.B. durch eine sparsame Fahrweise) und/oder geringe Ladekosten (z.B. durch einen eigenen Tarif oder private Lademöglichkeiten) zu erwarten haben. Beachten Sie, dass ohne Nutzung der PUMP App (nur für iOS/Apple Geräte) der Normaltarif mit höherem organisatorischen Aufwand einhergeht.

Erklärung:

Beim Langstreckentarif ist der Kilometerpreis niedriger als beim Normaltarif. Dafür werden die Ladungen nicht von StattAuto übernommen (d.h. die Nutzung des im Fahrzeug befindlichen Ladechips zum Freischalten der Ladesäulen ist nicht gestattet), sondern müssen privat gezahlt werden. Um den Langstreckentarif nutzen zu können, müssen Sie Nutzer:in des Mobil- oder Premium-Tarifs sein. Wenn Sie ins Ausland fahren möchten, ist der Langstreckentarif verpflichtend.

Der Langstreckentarif gibt Ihnen die Möglichkeit, selbst zu entscheiden, bei welchem Anbieter und mit welchem Tarif Sie laden möchten. Das ist sinnvoll, wenn Sie

1. nicht mit PUMP laden möchten und sich nicht um die Einreichung der Ladekosten kümmern möchten oder
2. Ihren Durchschnittsverbrauch und die Ladekosten gering halten können und damit Kosten sparen möchten.

Beim Normaltarif können Sie mit dem im Fahrzeug vorhandenen Chip an für PUMP freigeschalteten Ladesäulen laden oder im Notfall die Rechnung für eine Ladung an einer anderen Säule einreichen. Der Normaltarif ist sinnvoll, wenn Sie die PUMP App nutzen können und möchten. Da PUMP aktuell nur eine App für iOS anbietet, ist die Routenplanung ohne iOS Gerät etwas umständlicher.

Für den Kostenvergleich zwischen Normal- und Langstreckentarif kann der Preisrechner von StattAuto unterstützen: <https://www.stattauto-hl.de/preise/#preisrechner>. Ob sich der Langstreckentarif am Ende wirklich bezahlt macht, hängt von vielen individuellen Einflussfaktoren ab, die man nicht immer genau voraussehen kann. Dazu gehören der Durchschnittsverbrauch und die Ladekosten. Bei einer sparsamen Fahrweise, warmen Temperaturen und evtl. sogar privaten Lademöglichkeiten wird sich der Langstreckentarif sehr wahrscheinlich lohnen.

Reichweite

Tip: Wählen Sie ein Fahrzeug mit einer Batteriekapazität von mind. 50 kWh und der Möglichkeit zum Schnellladen.

- Hier ist eine Auflistung der betreffenden Fahrzeuge von StattAuto:
Renault Zoe ZE50, Opel e-Corsa, Renault Megane e-Tech, VW iD3, Nissan Leaf
- Und hier finden Sie eine Übersicht der E-Carsharing Stationen in Lübeck:
<https://ecoshare.engineering-psychology.org/insights/stations>

Erklärung:

Batteriekapazität: Verschiedene Fahrzeuge haben unterschiedlich große Batteriekapazitäten und damit auch Maximalreichweiten. Für eine Langstreckenfahrt sollte das Fahrzeug bestenfalls mindestens 200 km am Stück mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von maximal 120 km/h fahren können, was durch eine Batteriekapazität von 50 kWh normalerweise gewährleistet ist.

Schnellladen: Die Länge der Ladepausen beeinflusst die Gesamtreisezeit. Je mehr kW Ladeleistung, desto schneller ist man am Ziel.

Faustformel für eine Ladung: $\text{Ladezeit} = \text{Batteriekapazität} / \text{Ladeleistung}$

Achtung: Ab einer Ladeleistung von 50 kW gilt diese Fausformel nur für Batteriestände zwischen 10% und 80%.

Beispiele für eine Aufladung von 10% auf 80%:

Batteriekapazität	Ladeleistung	Ladezeit
55 kWh (70% = 38,5 kWh)	11 kW	3,5 h
55 kWh (70% = 38,5 kWh)	22 kW	1,75 h
55 kWh (70% = 38,5 kWh)	50 kW	46 min
55 kWh (70% = 38,5 kWh)	100 kW	23 min

Tipp: Buchen Sie das gewünschte Fahrzeug zusätzlich für die Stunde vor Ihrer geplanten Abfahrtszeit, damit es in dieser Zeit noch laden kann.

Erklärung: Es kann vorkommen, dass die Person, die das Fahrzeug vor Ihnen gebucht hat, dieses mit sehr wenig Restreichweite zurückgibt. Wenn Ihr Buchungszeitraum direkt daran anschließt, werden Sie sehr schnell nach der Abfahrt das erste Mal laden müssen. Mit einer zusätzlichen Stunde Buchungszeit vor Abfahrt wird sichergestellt, dass das Fahrzeug in dieser Stunde ungenutzt laden kann und Sie für die erste Etappe Ihrer Fahrt eine möglichst große Reichweite haben.

Tipp: Beachten Sie, dass die Reichweite auf der Langstrecke (v.a. auf der Autobahn) geringer ist als im Stadtverkehr und zusätzlich durch Wetterbedingungen verringert werden kann.

Erklärung:

Der Verbrauch steigt mit der Geschwindigkeit. Sehr energieeffizient ist ein Tempo von 90 km/h.

Beispiele für den Renault Zoe ZE 50 bei normalem Fahrstil und 20 Grad Außentemperatur:

Geschwindigkeit	Reichweite
90 km/h	372 km
100 km/h	331 km
110 km/h	295 km
120 km/h	264 km

Hier können Sie sich beispielhaft weitere Reichweiten ausrechnen lassen: <https://efahrer.chip.de/reichweitenrechner>. Äußere Einflüsse wie niedrige Temperaturen, starke Winde oder auch eine höhere Luftdichte können die Reichweite weiter reduzieren. Im Winter kann die Reichweite um bis zu ein Drittel sinken.

Tipp: Als Orientierungshilfe für eine realistische Reichweiteneinschätzung für ein spezifisches Fahrzeug können beispielsweise Erfahrungsberichte aus Internetforen dienen.

Erklärung: Herstellerinformationen zur Reichweite sind zwar in den Fahrzeugunterlagen oder im Internet zu finden, jedoch sind diese Reichweitenschätzungen meist sehr optimistisch. Eine gute Übersicht bietet zum Beispiel diese Seite: <https://ev-database.org/>.

Tipp: Klimatisieren Sie das Fahrzeug vor, während es noch am Strom angeschlossen ist.

Erklärung: Die Klimatisierung der Fahrzeugkabine kann Reichweite kosten, wobei das bei langen Fahrten nicht so stark ins Gewicht fällt wie auf kurzen Strecken. In den ersten 15 Minuten wird jedoch am meisten Energie dafür verbraucht.

Tipp: Fahren Sie vorausschauend und vermeiden Sie zu starkes Be- und Entschleunigen, um die Reichweite zu erhöhen.

Erklärung: Starkes Be- und Entschleunigen und eine ruckartige Fahrweise wirken sich unter anderem negativ auf die Reichweite aus. [EcoDriving](#) hingegen kann die Reichweite erhöhen.

Ladestationen

Tipp: Bei Nutzung des Normaltarifs gilt: Nutzen Sie die PUMP App (nur iOS) oder Website, um Ladestationen zu finden. Mit der App können Sie zusätzlich Ihre Route planen und sich navigieren lassen.

Erklärung: StattAuto hat eine Kooperation mit „PUMP“ für das Aufladen an fremden Ladesäulen. PUMP hat Verträge mit unterschiedlichen Ladesäulenbetreibern, was das Laden an den Säulen dieser Betreiber ermöglicht. Für das Freischalten der Säulen kann der im Fahrzeug am Schlüsselbund befindliche blaue Chip genutzt werden. Dieser funktioniert wie eine Ladekarte. Die Abrechnung erfolgt dann direkt zwischen PUMP und StattAuto. Eine Übersicht der nutzbaren Ladesäulen gibt es in der PUMP App (im Moment nur iOS) oder hier: <https://app.pumpapp.co/laden>. In der PUMP App ist sowohl das Finden von Ladestationen als auch die Routenplanung und Navigation möglich.

Tipp: Falls Sie die PUMP App nicht nutzen können oder möchten: Nutzen Sie andere Anwendungen, um Ihre Route zu planen und sich navigieren zu lassen.

- z.B.: A Better Route Planner (Routenplanung + Navigation), Google Maps (Routenplanung + Navigation), Going Electric (Routenplanung)

Erklärung: Die Apps der meisten Ladedienste ermöglichen nur das Finden von Ladestationen. Um die Route zu planen und sich navigieren zu lassen, sind andere Anwendungen nötig. Bei vielen Routenplanern kann direkt nach bestimmten Ladediensten, Anschlüssen und mehr gefiltert werden.

Tipp: Registrieren Sie sich bei ein bis zwei Ladediensten, die möglichst weitreichend und flächendeckend verfügbar sind.

- z.B.: enBW Mobility+, Maingau Autostrom, Shell Recharge, Plug Surfing

Erklärung:

Ein Ladedienst ermöglicht den Zugang zur Ladeinfrastruktur unterschiedlicher Ladesäulenbetreiber. Große Ladedienste haben weitreichende Roamingverträge mit den Ladesäulenbetreibern, was das Laden an möglichst vielen Ladesäulen erlaubt. Das ist sehr vorteilhaft für die Langstrecke. An vielen Ladesäulen lässt sich per App bezahlen. Dazu ist allerdings eine Registrierung im Vorwege erforderlich. Eine Übersicht der jeweiligen Ladesäulen finden Sie in den Apps der Ladedienste.

Bei Nutzung des Normaltarifs gilt: Falls Sie es mal nicht zu einer Ladesäule im PUMP-Verbund schaffen, können Sie so im Notfall auch an anderen Ladesäulen laden. Allerdings müssen Sie die Ladekosten zunächst verauslagen und die Rechnung im Anschluss bei Stattauto einreichen.

Tipp: Achten Sie beim Ausschuchen der Ladestationen darauf, dass die Ladeleistung und der Anschluss ([Steckertyp](#)) mit dem Fahrzeug kompatibel sind.

Erklärung: Damit der gewünschte Ladevorgang optimal durchgeführt werden kann, müssen Fahrzeug und Ladesäule in der Art des Anschlusses und der Ladeleistung kompatibel sein. Hat beispielsweise die Säule eine Ladeleistung bis zu 50 kW, das Fahrzeug jedoch bis zu 100 kW, verlängert sich die Ladezeit. Manche Fahrzeuge haben außerdem noch einen CHAdeMO-Anschluss, der nicht an jeder Ladesäule vorhanden ist.

Tipp: Es ist sinnvoll bei der Auswahl von Ladestationen zusätzlich auf folgende Informationen zu achten:

- Anzahl der Säulen
Erklärung: Um die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, an einer Ladestation nicht warten oder sogar zur nächsten fahren zu müssen, ist die Wahl einer Ladestation mit mehreren Säulen sinnvoll.
- Verfügbarkeit/Auslastung
Erklärung: Bevor Sie an eine Ladestation heranfahren, können Sie vorher die Verfügbarkeit in der App überprüfen, um Ihnen einen unnötigen Stopp zu ersparen, falls alle Säulen besetzt sind.
- Öffnungszeiten
Erklärung: Nicht alle Ladestationen sind rund um die Uhr geöffnet. Um nicht vor einer ausgeschalteten Säule zu stehen, können Sie vorher die Öffnungszeiten prüfen.

- Bezahlungsmethode
Erklärung: An vielen Ladesäulen lässt sich per App bezahlen. Einige Ladesäulenanbieter erlauben auch das Bezahlen per Kreditkarte oder SMS.
- Versteckte Kosten: die Blockiergebühr

Erklärung: An einigen Ladesäulen ist die kostenlose Standdauer begrenzt (oft auf zwei oder vier Stunden) und nach Ablauf dieser Zeit berechnen die Anbieter zusätzliche Kosten. Die Tarife finden Sie normalerweise in den Apps.

Tipp: Suchen Sie sich für jeden Ladestopp im Vorhinein eine oder zwei Reserve-Stationen heraus, die Sie auch anfahren könnten.

Erklärung: Es kann immer passieren, dass die erste Ladestation besetzt (besonders zu Stoßzeiten) oder ganz außer Betrieb ist.

Tipp: Geben Sie nicht zu schnell auf, falls eine Ladestation nicht direkt funktioniert.

- Falls eine Säule nicht auf den Chip reagiert: Stellen Sie sicher, dass Sie den Chip für mindestens 2 Sekunden an die gekennzeichnete Fläche an der Ladesäule halten.
Erklärung: Der Chip wird nur im gekennzeichneten Bereich von der Ladesäule erkannt, damit das Laden nicht unabsichtlich gestartet wird. Die Erkennung des Chips kann einige Sekunden dauern.
- Falls die Ladung nach 30s trotzdem nicht startet: Überprüfen Sie, ob der Stecker richtig steckt und drücken Sie ihn eventuell noch etwas nach. Im Zweifel können Sie den Stecker wieder entriegeln und erneut mit etwas mehr Druck einstecken, sodass er fest verriegelt ist.
- Falls eine Säule trotz allem nicht reagiert: Rufen Sie die Hotline des Ladesäulenbetreibers an.

Erklärung: Oft kann eine Säule aus der Ferne neu gestartet werden und funktioniert dann wieder. Auch die 24-Stunden-Buchungszentrale von StattAuto können Sie im Notfall anrufen, bei Bedarf erfolgt ein Rückruf durch einen StattAuto-Mitarbeitenden.

Ladeplanung

Tipp: Orientieren Sie sich an der Anzeige der Restreichweite im Auto und verlassen Sie sich für das Erreichen des nächsten Ladestopps nicht komplett auf eine app-basierte Routenplanung.

Erklärung: App-basierte Routenplaner sind oft nicht mit dem Batteriemangement und der Fahrzeugelektronik verbunden. Das heißt, sie kennen den aktuellen Verbrauch und Ladezustand des Fahrzeugs nicht und können externe Verbraucher (z.B. Heizung, Klimaanlage) nicht berücksichtigen, die sich auf die Reichweite auswirken.

Tipp: Behalten Sie immer eine Reserve in der Batterie (mind. 10 %).

Erklärung: Es kann immer passieren, dass eine Ladestation besetzt (besonders zu Stoßzeiten) oder ganz außer Betrieb ist. So haben Sie noch genug Reserven, um zur nächsten Station zu kommen.

Tipp: Laden Sie an Gleichstromladesäulen (DC-Laden/Schnellladen) nur so viel, wie Sie brauchen, um die nächste Ladestation mit einer ausreichenden Reserve zu erreichen.

Erklärung: Generell hat jedes Elektroauto eine spezifische Ladekurve, d.h. unterschiedliche Ladeleistungen je nach Ladestand. Bei Erreichen eines fahrzeugspezifischen Ladestands fällt die Ladeleistung stufenweise ab, bis die Batterie vollständig geladen ist. Beim Laden mit Wechselstrom (AC/Normalladen) ist der Stromfluss zu einem Elektroauto gleichmäßig (d. h. es wird von 0 bis 100 Prozent mit der gleichen Geschwindigkeit geladen), während beim Laden mit Gleichstrom (DC/Schnellladen) die Batterie des Elektroautos zunächst einen schnelleren Stromfluss akzeptiert und dann allmählich beginnt, weniger Strom zu verlangen, wenn sie sich zu füllen beginnt. Bei einem Gleichstrom- oder Level-3-Ladegerät geht daher die Anfangsphase des Ladevorgangs (bis 80 Prozent) schneller als die letzten 20 Prozent (die etwa genauso lange dauern können wie die ersten 80 Prozent). Mehrere kurze Stopps auf einer langen Fahrt sparen deshalb Zeit im Vergleich zu weniger, längeren und nicht so effizienten Stopps.

Tipp: Planen Sie den letzten Ladestopp vor Ankunft abhängig von den (nicht) vorhandenen Lademöglichkeiten am Zielort.

Erklärung: Falls am Zielort keine oder nicht sicher eine Lademöglichkeit vorhanden ist, sollte eine Reserve von mind. 50% behalten werden, damit die Reichweite bei der anschließenden Fahrt ausreichend groß ist. Kann jedoch beispielsweise normal an einer Ladesäule oder über Nacht an einer Wallbox geladen werden, ist das nicht nötig. Den Wunsch-Ladestand bei Ankunft können Sie bei vielen Routenplanern angeben und die Ladestopps dementsprechend berechnen lassen. Beim Zurückgeben des Fahrzeugs ist kein bestimmter Ladestand nötig.
