

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Verkehr



Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das Projekt SeQueRe wird im Rahmen der „Richtlinie Elektromobilität“ mit insgesamt 2.158.181,85 Euro durch das Bundesministerium für Verkehr (BMV) gefördert. Fördermittel dieser Maßnahme werden auch im Rahmen des Deutschen Aufbau- und Resilienzplans (DARP) über die europäischen Aufbau- und Resilienzfazilitäten (ARF) im Programm NextGenerationEU bereitgestellt. Die Förderrichtlinie wird von der NOW GmbH koordiniert und durch den Projektträger Jülich (PtJ) umgesetzt

Accenture Industry X chargecloud IONITY HUBJECT



zeppelin universität
zwischen
Wirtschaft Kultur Politik

DIGITAL
CHARGING
SOLUTIONS

Whitepaper

Informationsanzeige der Belegungs- und Buchungs-situation der Ladestation

„Finanziert durch die Europäische Union – NextGenerationEU. Die geäußerten Ansichten und Meinungen sind ausschließlich die des Autors/der Autoren und spiegeln nicht unbedingt die Ansichten der Europäischen Union oder der Europäischen Kommission wieder. Weder die Europäische Union noch die Europäische Kommission können für sie verantwortlich gemacht werden.“

[SeQueRe]

[SeQueRe]

Inhalt

Motivation und Zielsetzung	- 3 -
a. Herausforderungen	- 3 -
b. Vision des Fördervorhabens	- 4 -
c. Resultierendes Optimierungsziel	- 5 -
d. Abgeleitete Use Cases	- 6 -
1. Informationsanzeige der Belegungs- und Buchungssituation der Ladestation	- 8 -
2. Schaffung einer Transparenz der zukünftigen Auslastung für Betreiber von Ladeinfrastruktur und weitere Marktakteure	- 9 -
2.1 Ladepool-Konzepte ihre Bedeutung für digitales Queueing	- 10 -
2.2 User Story 1: Prozess einer digitalen Warteschlange.....	- 13 -
2.2.1 Nutzerstory - Queueing	- 14 -
2.3 User Story 2: Zeitlicher Ablauf für die Reservierung eines Ladepunkts- 17 -	
2.3.1 Nutzerstory - Reservierung.....	- 17 -
Fazit	- 19 -
Literaturverzeichnis.....	- 20 -
Unternehmensbeschreibungen	- 21 -

Motivation und Zielsetzung

Die Europäische Kommission hat im „Fit-für-55“ Paket beschlossen, bis 2035 neue Pkw und leichte Nutzfahrzeuge emissionsfrei zu gestalten [1], um die Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors bis 2030 um 48 % im Vergleich zum Referenzjahr 1990 zu senken und somit dem Klimawandel entgegenzuwirken [2]. Die Anzahl der zugelassenen E-Pkw in Deutschland beträgt circa 1,7 Millionen und die Anzahl an zugelassenen PHEV knapp 1 Millionen [3]. Diese Transformation der Mobilität ist eine essenzielle Maßnahme zur Erreichung der Klimaziele und bringt eine Vielzahl neuer Herausforderungen mit sich. Insbesondere der Ausbau der Ladeinfrastruktur spielt eine Schlüsselrolle. Während der Absatz an Elektrofahrzeugen stetig ansteigt, geht der Ausbau der erforderlichen Ladeinfrastruktur jedoch schleppend voran. In Deutschland beträgt die Anzahl der Ladepunkte laut Bundesnetzagentur gegenwärtig etwa 161.686 (Stand 01. Februar 2025) [4]. Das Ziel des Bundesministeriums für Verkehr ist ein flächendeckender, bedarfsgerechter und nutzerfreundlicher Ladeinfrastrukturausbau.

a. Herausforderungen

Ein zentrales Hindernis für die Akzeptanz der Elektromobilität in der Bevölkerung ist die sogenannte Reichweitenangst aufgrund der Batteriegröße und dem als langsam wahrgenommenen Ausbau der Ladeinfrastruktur [5]. Der im Vergleich zum Markthochlauf der Elektrofahrzeuge langsamere Ausbau der Ladeinfrastruktur birgt das Risiko von langen Warteschlangen an Ladestationen und damit ein Verlust an Bequemlichkeit für die KundInnen und Unvorhersehbarkeit der Ankunftszeiten. Derzeit tritt das Problem von Warteschlangen an öffentlicher Ladeinfrastruktur in Europa, insbesondere in Deutschland, noch selten und lediglich zu Stoßzeiten auf. Dennoch lässt sich anhand anderer Länder wie China oder Norwegen [6], in denen der Hochlauf der Elektrofahrzeuge weiter fortgeschritten ist, vermuten, dass bei höherer Elektrofahrzeugdichte und trotz rascher Ausdehnung der Ladeinfrastruktur Wartezeiten auch in Deutschland schwer zu vermeiden sein werden. In China wurden beispielsweise während öffentlicher Feiertage bereits Warteschlangen mit Spitzenwartezeiten von bis zu vier Stunden gemeldet [7]. Dies wirkt sich zusätzlich negativ auf die Akzeptanz der Elektromobilität in der breiten Gesellschaft aus.

Ein zentrales Problem ist dabei die mangelnde Transparenz über die aktuelle und zukünftige Auslastung von Ladepunkten. EV-Fahrende haben häufig keine verlässliche Information darüber, ob ein Ladepunkt verfügbar ist, wie lange die Wartezeit beträgt oder ob sich eine Einreihung in eine Warteschlange lohnt. Diese Unsicherheit führt zu Frust, Intransparenz und letztlich zu einem Vertrauensverlust bei Fahrenden von Elektrofahrzeugen.

Ein weiteres Hindernis ist die eingeschränkte Zugänglichkeit bestehender Reservierungsfunktionen. Technisch existieren zwar bereits Möglichkeiten zur Reservierung (z. B. "ReserveNow" in OCPP), jedoch ist ihre Nutzung durch EndkundInnen oft eingeschränkt. Ursachen hierfür liegen unter anderem in uneinheitlichen Tarifstrukturen, einer geringen Integration in Mobilitäts-Apps und Fahrzeugoberflächen sowie einer mangelnden Standardisierung über verschiedene Anbieter hinweg. Das Problem liegt also weniger in der fehlenden Bereitschaft der Ladeinfrastrukturbetreiber (CPOs), sondern vielmehr in systemischen Zugangshürden auf Nutzerseite.

Insellösungen einzelner Anbietenden wie Book-n-park [8] oder Go-to-U [9] zeigen, dass grundsätzlich Reservierungen und Warteschlangen digital abgebildet werden können. Jedoch sind diese Lösungen meist proprietär und auf spezifische Infrastrukturen begrenzt. Eine einheitliche, interoperable Lösung für das gesamte Ökosystem fehlt bislang. Die derzeit vorherrschende Praxis des physischen Anstellens führt zu ineffizienter Nutzung der Infrastruktur, unnötiger Belastung durch Rückstaus und erhöhtem Konfliktpotenzial an stark frequentierten Ladepunkten.

Auch spontane Ladevorgänge – das sogenannte Ad-hoc-Laden – müssen in zukünftige Systeme integriert werden, um die Flexibilität für EV-Fahrende zu erhalten. Darüber hinaus stellt die unberechtigte Belegung von Ladeplätzen durch Fahrzeuge ohne aktiven Ladevorgang eine zusätzliche Herausforderung dar, die durch geeignete technische Maßnahmen wie Sensorik oder digitale Verfügbarkeitsanzeigen adressiert werden sollte.

Diese Herausforderungen verdeutlichen die Komplexität der Integration von digitalen Warteschlangen- und Reservierungssystemen. Eine ganzheitliche, nutzerorientierte und standardisierte Lösung ist essenziell, um den strukturellen Wandel hin zur Elektromobilität effizient und nachhaltig zu gestalten.

b. Vision des Fördervorhabens

Mithilfe der Förderrichtlinie Elektromobilität unterstützt das Bundesministerium für Verkehr (BMV) den Markthochlauf der Elektromobilität. Das in diesem Kontext resultierende Fördervorhaben „Standardized Management of Queueing and Reservation for EV charging stations“ (SeQueRe) hat sich zum Ziel gesetzt, eine umfassende, marktweite und barrierefreie Lösung für Warteschlangen- und Reservierungsfunktionen zu entwickeln. Das Projekt zielt darauf ab, die Fahrzeuge optimal auf die vorhandene Ladeinfrastruktur zu verteilen und damit den Gesamtverkehrsfluss zu verbessern. Die individuelle Elektromobilitätserfahrung soll durch eine erhöhte Informationstransparenz und Zuverlässigkeit bezüglich verfügbarer Ladestationen optimiert werden, um ein einfaches und angenehmes Ladeerlebnis zu schaffen. EndkundInnen sollen an jeder Kundenschnittstelle eine transparente und funktionale Anzeige sowie eine verlässliche Aussage über die Wartezeit und das mögliche Ladefenster erhalten. Darüber hinaus besteht das Ziel darin, die IT-Architektur durch die

Weiterentwicklung von Protokollen und Standards so zu gestalten, dass eine datenübergreifende Kommunikation und Kompatibilität im gesamten Ökosystem ermöglicht wird.

c. Resultierendes Optimierungsziel

Im Rahmen des Projekts SeQueRe hat sich ein interdisziplinäres Konsortium aus relevanten Akteursgruppen der Elektromobilität gebildet. Dieses umfasst Automobilhersteller (BMW, Volkswagen), Ladeinfrastrukturbetreibende und E-Mobilitätsdienstleistende (IONITY GmbH, chargedcloud GmbH, Digital Charging Solutions GmbH), Plattformanbieter (Hubject), Beratungsunternehmen (Accenture GmbH) sowie die Zeppelin Universität als wissenschaftlichen Partner. Ziel des Konsortiums ist die Entwicklung einer standardisierten, offenen Systemlösung zur Einführung und Koordination von digitalen Warteschlangen- und Reservierungsfunktionen an öffentlichen Ladepunkten.

Das Optimierungsziel des Projekts besteht darin, die Zugänglichkeit, Planbarkeit und Effizienz der Nutzung öffentlicher Ladeinfrastruktur zu verbessern. Hierzu wurde ein Konzept erarbeitet, das zwei zentrale Anwendungsszenarien umfasst: Das digitale Warteschlangenmanagement (Queueing) sowie eine zeitlich fixierte Reservierungsfunktion. Beide Funktionen basieren auf dem Konzept der Ladepools – funktionalen Gruppierungen von Ladepunkten an einem Standort mit ähnlichen Eigenschaften (z. B. Ladeleistung, Fahrzeugkompatibilität, Barrierefreiheit). Diese Ladepools bilden die operative Ebene, auf der sowohl die Einreihung in Warteschlangen, als auch Reservierungen durchgeführt werden.

Das digitale Warteschlangenmanagement ermöglicht es EV-Fahrenden, sich virtuell in eine Queue eines spezifischen Ladepools einzureihen. Dabei erhalten sie eine dynamische Position, die durch ein First-In-First-Out-Prinzip (FIFO) verwaltet wird. Eine fixe Ladezeit kann hier nicht garantiert werden, da sich die Wartezeit entsprechend der Auslastung laufend ändern kann. Die EV-Fahrenden werden fortlaufend über ihre Position und die prognostizierte Wartezeit informiert. Diese Lösung ersetzt das physische Anstellen vor Ort und schafft Transparenz sowie Planungsspielraum, insbesondere bei hoher Auslastung.

Im Gegensatz dazu bietet die Reservierungsfunktion eine höhere Verbindlichkeit. EV-Fahrende können einen Ladeslot innerhalb eines Ladepools für einen konkreten zukünftigen Zeitraum buchen. Die konkrete Zuweisung eines Ladepunkts erfolgt unmittelbar vor Beginn des reservierten Zeitfensters. Der Slot bleibt für reservierende EV-Fahrende blockiert, wodurch eine verlässliche Planung gewährleistet ist. Die Reservierung eines Slots ist somit insbesondere für EV-Fahrende mit hohem Zeitbedarf oder spezifischen Anforderungen von Vorteil. Anders als beim Queueing-Modell ändert sich der gebuchte Zeitraum bei einer Reservierung in der Regel nicht, wodurch eine konsistente Planungsgrundlage geschaffen wird.

Die Ladepools fungieren in beiden Anwendungsszenarien als zentrale Kundenschnittstelle: Sie ermöglichen eine zielgerichtete Zuweisung von Ladepunkten basierend auf Nutzerpräferenzen und unterstützen die effiziente Allokation der Infrastruktur durch die Betreibende. Aufgrund ihrer logischen Struktur und physischen Trennung vereinfachen sie die Integration in bestehende Systeme und schaffen die Voraussetzung für ein flexibles, interoperables Lademanagementsystem.

Im Folgenden werden die zwei erarbeiteten Use Cases detailliert beschrieben und die jeweiligen technischen und organisatorischen Aufgaben des Konsortiums näher erläutert.

d. Abgeleitete Use Cases

Use Case 1: Digitales Warteschlangenmanagement pro Ladepool

Der erste Use Case befasst sich mit der Konzeption und Implementierung eines digitalen Warteschlangenmanagements auf Ebene einzelner Ladepools. Ziel dieser Funktion ist es, eine strukturierte und faire Organisation der Zugangsreihenfolge an einem vollständig belegten Ladestandort zu ermöglichen. Erst wenn alle Ladepunkte eines Ladepools belegt sind, tritt der Queueing-Modus in Kraft. Ab diesem Zeitpunkt können sich EV-Fahrende in eine virtuelle Warteschlange einreihen.

Über ihre App oder die Headunit ihres Fahrzeugs erhalten EV-Fahrende Informationen zur aktuellen Auslastung der Ladeinfrastruktur und zur Existenz einer Warteschlange. Sie können sich dann unter Berücksichtigung ihrer Präferenzen (z. B. Ladeleistung, Fahrzeugtyp, Platzbedarf) gezielt für einen Ladepool einchecken. Auch ein ad-hoc-Check-in vor Ort ist für EV-Fahrende ohne App oder kompatible Headunit vorgesehen. Ein Standort kann mehrere Ladepools mit unterschiedlichen Charakteristika aufweisen. Pro Ladepool kann jeweils nur eine Warteschlange existieren. In bestimmten Szenarien kann ein paralleles Einreihen in bis zu zwei Warteschlangen zulässig sein.

Die Warteschlange basiert auf einem First-In-First-Out-Prinzip (FIFO). Während der Wartezeit erhalten EV-Fahrende fortlaufend Updates zur eigenen Position und zur voraussichtlichen Wartezeit. Die Einreihung ist abhängig von der räumlichen Nähe zum Standort und erfolgt üblicherweise kurz vor Eintreffen. CPOs definieren, ab wann ein Check-in möglich ist, um Missbrauch zu vermeiden.

Erreicht der/die NutzerIn die erste Position in der Warteschlange, weist das System automatisch einen freien Ladepunkt zu. Diese Information wird über die App oder Headunit kommuniziert. Der Ladevorgang kann anschließend über ein beliebiges Authentifizierungsmedium (z. B. App, RFID, Plug&Charge) gestartet werden, sofern die erforderlichen IDs (EvcoID, EMAID, RFID) beim Check-In hinterlegt wurden.

Verlässt ein:e NutzerIn die Warteschlange vorzeitig oder startet den Ladevorgang nicht innerhalb eines definierten Zeitfensters, wird der Ladepunkt nächsten wartenden EV-Fahrenden zugewiesen. Ein Wechsel zwischen Warteschlangen innerhalb eines Standorts ist möglich, setzt jedoch ein vorheriges Auschecken voraus.

Das System erhöht Transparenz und Planbarkeit, verbessert den Informationsfluss für EV-Fahrende und ermöglicht eine effektivere Nutzung der Ladeinfrastruktur. POI-Daten, die Informationen zu Warteschlangenstatus und Ladepoolmerkmalen enthalten, unterstützen EV-Fahrende bei der Standortwahl und Routenplanung.

Der Use Case 1 umfasst folgende zentrale Operationen:

1. Einreihen in und Verlassen der Queue (CheckIn/CheckOut Requests),
2. Wechsel der Queue (CheckOut und erneuter CheckIn),
3. Echtzeit-Updates zur Warteposition und -zeit (PositionUpdate),
4. Zuweisung eines Ladepunkts bei Position 1 (AssignChargePoint),
5. Integration erweiterter POI-Daten zur Auslastungsanzeige.

Use Case 2: Reservierung eines Ladeslots in der Warteschlange

Der zweite Use Case beschreibt die Möglichkeit zur Reservierung eines Ladeslots an einem bestimmten Ladepool. EV-Fahrende können im Voraus – abhängig von Verfügbarkeit und zeitlicher Freigabe durch den CPO – einen Slot für ein bestimmtes Zeitfenster reservieren. Im Unterschied zur bisherigen Funktion "ReserveNow" wird der Ladepunkt dabei nicht sofort blockiert, sondern erst kurz vor dem reservierten Zeitraum aktiv zugewiesen.

Über App oder Fahrzeugdisplay werden EV-Fahrende darüber informiert, ob Reservierungen an einem Standort verfügbar sind und welche Slots in welchem Ladepool – entsprechend der Nutzerpräferenzen – buchbar sind. Die Reservierung erfolgt dann für einen Pool, nicht für einen spezifischen Ladepunkt, sodass der CPO flexibel die Zuweisung koordinieren kann. Ein Standort kann sowohl Queueing-, als auch Reservierungsfunktionen unterstützen, was erhöhte Anforderungen an das Zuteilungsmanagement stellt.

Im Fall einer geänderten Ankunftszeit kann die Reservierung dynamisch angepasst oder durch EV-Fahrende storniert werden – sofern durch den CPO vorgesehen. Auch Umbuchungen und Benachrichtigungen über unvorhergesehene Änderungen (z. B. blockierte Ladepunkte) sind Teil der Funktionalität. Die konkrete Zuweisung eines Ladepunkts erfolgt unmittelbar vor Beginn des

reservierten Zeitfensters. Der Ladevorgang wird wie beim Queueing über alle unterstützten Authentifizierungsmedien gestartet.

Kernoperationen der Reservierungsfunktion:

1. Verfügbarkeitsprüfung und Buchung eines Slots (AvailabilityRequest, ReservationRequest),
2. Verwaltung und Anpassung bestehender Reservierungen,
3. Zuweisung eines Ladepunkts zum reservierten Zeitpunkt (AssignChargePoint),
4. Stornierung/Umbuchung durch Nutzende (optional mit Gebühren),
5. Bereitstellung reservierungsspezifischer POI-Daten.

Die Entwicklung einer solchen Funktion stellt insbesondere Anforderungen an die IT-Systeme der CPOs, welche sicherstellen müssen, dass Ladepunkte rechtzeitig verfügbar gemacht und zuverlässig zugewiesen werden können. Die logische Trennung über Ladepools ermöglicht dabei eine flexible Steuerung und bietet NutzerInnen ein hohes Maß an Planbarkeit.

1. Informationsanzeige der Belegungs- und Buchungssituation der Ladestation

Diese Arbeit bildet die Grundlage für die in diesem Kapitel vorgestellten Ergebnisse. Es widmet sich der Entwicklung eines Konzepts zur Informationsanzeige von Belegungs- und Buchungssituationen an Ladeinfrastrukturen. Ziel ist es, eine intuitive und verlässliche Darstellung des Belegungsstatus, der Warteschlangen und Reservierungen zu schaffen, um EndkundInnen eine verbesserte Planung und Nutzung der Ladeinfrastruktur zu ermöglichen. Parallel dazu sollten Betreibende von Ladeinfrastruktur sowie weitere Marktakteure von einer optimierten Datenaufbereitung profitieren, die Transparenz und Effizienz in der Nutzung der Infrastruktur fördert.

Im Verlauf von dieser Arbeit wurden geeignete Anzeigeeoptionen untersucht und definiert, darunter Anzeigen in Fahrzeugen, mobile Anwendungen und Ladestationsdisplays. Der Fokus lag auf der Analyse der Anforderungen sowie der Entwicklung von standardisierten Schnittstellen, die eine nahtlose Integration und Verarbeitung dieser Informationen sicherstellen. Die Arbeit, die in diesem Papier vorgestellt wird, folgte einem klar strukturierten Prozess: Zunächst wurde ein Konzept entwickelt, um die einfache Erkennbarkeit der Auslastung eines Ladepunktes zu gewährleisten. Dies beinhaltete die Analyse der aktuellen und zukünftigen Belegungssituationen sowie die Definition von Rahmenbedingungen für eine medienübergreifende Darstellung.

Zeitgleich wurden Maßnahmen zur Schaffung von Transparenz für Betreibende und andere Marktakteure umgesetzt, indem relevante Informationen für die Anzeige und Weiterverarbeitung identifiziert und Handlungsempfehlungen für Schnittstellen formuliert wurden. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse wurden in einem ersten Whitepaper-Entwurf zusammengeführt, der in einem Peer-Review-Prozess durch wissenschaftliche und wirtschaftliche PartnerInnen geprüft und optimiert wurde. Die Arbeit im Rahmen des Projektarbeitspakets wird mit diesem Whitepaper abgeschlossen, das die Ergebnisse konsolidiert und als Grundlage für die Weiterentwicklung standardisierter Informations- und Buchungslösungen dient.

2. Schaffung einer Transparenz der zukünftigen Auslastung für Betreiber von Ladeinfrastruktur und weitere Marktakteure

Die zunehmende Verbreitung der Elektromobilität stellt hohe Anforderungen an die Ladeinfrastruktur. Mit steigender Anzahl an Elektrofahrzeugen wächst der Bedarf an effizienten und nutzerfreundlichen Lösungen für die Ladeplanung. Digitales Queueing bietet eine Möglichkeit, den Zugang zu Ladestationen zu optimieren, Wartezeiten zu minimieren und eine gerechtere Verteilung der verfügbaren Ladepunkte zu gewährleisten. Gleichzeitig hilft es Betreibenden von Ladeinfrastruktur, die Nutzung ihrer Standorte zu verbessern und Engpässe zu vermeiden.

Derzeitige Ladepark-Designs sind oft nicht auf eine wachsende Anzahl von Elektrofahrzeugen und eine geordnete Zugänglichkeit zu den Ladepunkten ausgelegt. Viele Standorte folgen keiner einheitlichen Struktur, was zu ineffizienter Nutzung, langen Wartezeiten und Unklarheit über verfügbare Ladepunkte führt. Hinzu kommt, dass in Stoßzeiten physische Warteschlangen entstehen, die die Verkehrssituation auf den Parkplätzen verschärfen und das Ladeerlebnis für EV-Fahrende beeinträchtigen.

Im Rahmen des SeQueRe-Projekts wurde ein optimales Ladepark-Design entwickelt, das digitale Queueing-Mechanismen integriert und die Nutzung der Ladeinfrastruktur effizienter gestaltet. Dieses Konzept berücksichtigt Aspekte wie dedizierte Wartebereiche, eine klare Verkehrsführung und die Integration digitaler Reservierungs- und Warteschlangensysteme. Die Einbindung von Echtzeitinformationen ermöglicht es den EV-Fahrenden fundierte Entscheidungen zu treffen und den Ladevorgang besser in ihre Routenplanung zu integrieren.

Ein zentrales Element des optimierten Ladepark-Designs ist das Ladepool-Konzept. Ein Ladepool fasst mehrere Ladepunkte an einem Standort zusammen und ermöglicht eine flexible Nutzung der Ladeinfrastruktur. Durch die Gruppierung von Ladepunkten kann eine höhere Auslastung erreicht und die Verteilung der Fahrzeuge bedarfsgerecht nach Nutzerpräferenzen verteilt werden, zum Beispiel

nach benötigter Ladeleistung, oder Eignung für Fahrzeuge mit Anhänger. Zudem erleichtert das Konzept das digitale Queueing, indem es eine strukturierte Zuweisung der verfügbaren Ladepunkte ermöglicht.

Die Erarbeitung von Anzeige- und Interaktionsmedien war ein zentraler Bestandteil dieser Arbeit. Diese Medien wurden anhand von User Stories entwickelt, um sicherzustellen, dass sie optimal auf die Anforderungen und Bedürfnisse der EV-Fahrenden abgestimmt sind. Für unterschiedliche Phasen des Ladevorgangs stehen angepasste Lösungen zur Verfügung: Vor dem Check-In können EV-Fahrende auf OEM-Apps, CPO-Apps, MSP-Apps oder große Displays am Ladepark zugreifen, um sich über die aktuelle Belegungssituation und Wartezeiten zu informieren. Nach dem Check-In stehen CPO-Apps, MSP-Apps sowie Displays direkt an den Ladepunkten zur Verfügung, um spezifische Informationen zu Reservierungen und Warteschlangen bereitzustellen. Diese Medien ermöglichen eine zielgerichtete Kommunikation mit Nutzenden und tragen zur Optimierung der Ladeerfahrung bei.

Die in diesem Kapitel beschriebenen Inhalte sind in die übergreifende Struktur des Berichts eingebettet. Der Unterabschnitt 2.1 behandelt die Einleitung und stellt die Problematik aktueller Ladepark-Designs sowie das optimale Ladepark-Design für SeQueRe vor. Dabei wird auch das Ladepool-Konzept als zentrales Element thematisiert. In dem Unterabschnitt 2.2 werden praktische Nutzerstories für das SeQueRe-Queueing detailliert beschrieben. Diese umfassen verschiedene Anwendungsfälle, darunter die Nutzung in einem SeQueRe-kompatiblen Fahrzeug, die Nutzung mit einer MSP-App sowie den Ad-hoc-Zugang am Ladepark. Der Unterabschnitt 2.3 widmet sich den Nutzerstories zur digitalen Reservierung und beschreibt ebenfalls unterschiedliche Nutzungsszenarien. In diesen Kapiteln wird der zeitliche Ablauf für das Queueing und die Reservierung eines Ladepunkts detailliert beschrieben und illustriert, um die zentralen Prozesse transparent und nachvollziehbar darzustellen.

2.1 Ladepool-Konzepte ihre Bedeutung für digitales Queueing

Im Rahmen der Untersuchung wurden bestehende Ladepunkte analysiert, um zu verstehen, welche Bedingungen das digitale Queueing erleichtern oder erschweren. Basierend auf dieser Analyse wurden relevante Parameter erarbeitet, die für eine effiziente Umsetzung des digitalen Warteschlangenmanagements entscheidend sind. Darauf aufbauend wurden Konzepte entwickelt, wie Ladepools gestaltet sein müssen, um digitales Queueing optimal zu ermöglichen.

Ein Ladepool bezeichnet eine Gruppe von Ladepunkten, die an einem gemeinsamen Standort gebündelt sind. Das Konzept der Ladepools ermöglicht es, den Durchsatz an Ladestationen zu maximieren und Wartezeiten zu reduzieren, indem eine logische und physische Organisation der Ladepunkte stattfindet.

Für Queueing- und Reservierungsfunktionen spielen Ladepools eine entscheidende Rolle, da sie die Grundlage für ein geordnetes Management der Ladeinfrastruktur bilden. Durch die Clusterung von Ladepunkten können Warteschlangen effizient organisiert und Reservierungen gezielt verwaltet werden. Ohne das Konzept der Ladepools wäre es besonders an stark frequentierten Standorten schwierig, eine zuverlässige und konsistente Nutzererfahrung sicherzustellen.

Beispiele für Ladepool-Clusterungen zeigen die Flexibilität und die verschiedenen Ausprägungen dieses Konzepts. So kann ein Ladepool aus einer Anzahl von Ladepunkten bestehen, die an die Nutzerpräferenzen der EV-Fahrenden angepasst sind (z.B. nach benötigter Ladeleistung, Eignung für Fahrzeuge mit Anhänger). Diese Variabilität ermöglicht es, das Ladepoolkonzept an unterschiedliche Anforderungen und Standortgegebenheiten anzupassen.



Abbildung 1 - IONITY Holzkirchen Süd

Im Rahmen der Untersuchung wurden verschiedene, beispielhafte IONITY-Standorte analysiert. Darunter die Standorte Garonne, Dettelbach, Lüneburger Heide, Heiligengrabe und Holzkirchen Süd. Abbildung 1 zeigt den Standort Holzkirchen Süd. Dieser Standort verfügt unter anderem über vier Ladepunkte mit einer Leistung von 350 kW und CCS2-Steckern. Das Areal für das Queueing ist dabei auf die fünf Parkplätze begrenzt. Die Zufahrt zum Standort besteht aus einer Einbahnstraße. Dort ist keine physische Schlangenbildung möglich.

Anhand dieser Standorte wurden die relevanten Eigenschaften von Ladepools für Queueing und Reservierung untersucht und konzeptioniert. Die identifizierten Parameter umfassen den Standorttyp, die Anzahl der Ladeanbieter, die Gestaltung von Ein- und Ausfahrten, die Verfügbarkeit eines dedizierten Wartebereichs, das Layout der Ladepunkte sowie die Zufahrtsregelung. Idealerweise

befindet sich der Ladepark auf einem dedizierten Areal mit getrennten Ein- und Ausfahrten und einem dedizierten Wartebereich, der nicht mit anderen Verkehrsteilnehmenden geteilt wird. Das Layout der Ladepunkte ist nicht immer so gestaltet, dass eine Durchfahrt möglich ist oder dass die Zufahrten im Falle des physischen Queueings als Einbahnstraßen organisiert sind. Suboptimale Szenarien, wie geteilte Standorte oder das Fehlen eines geordneten Wartebereichs, wurden ebenfalls identifiziert, um Verbesserungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Um dies zu verdeutlichen, illustrieren die folgenden beiden Abbildungen zum einen ein erarbeitetes Konzept für rein digitales Queueing sowie ein Konzept für hybrides Queueing, bei dem sowohl eine physische, als auch eine digitale Warteschlange umsetzbar sind.

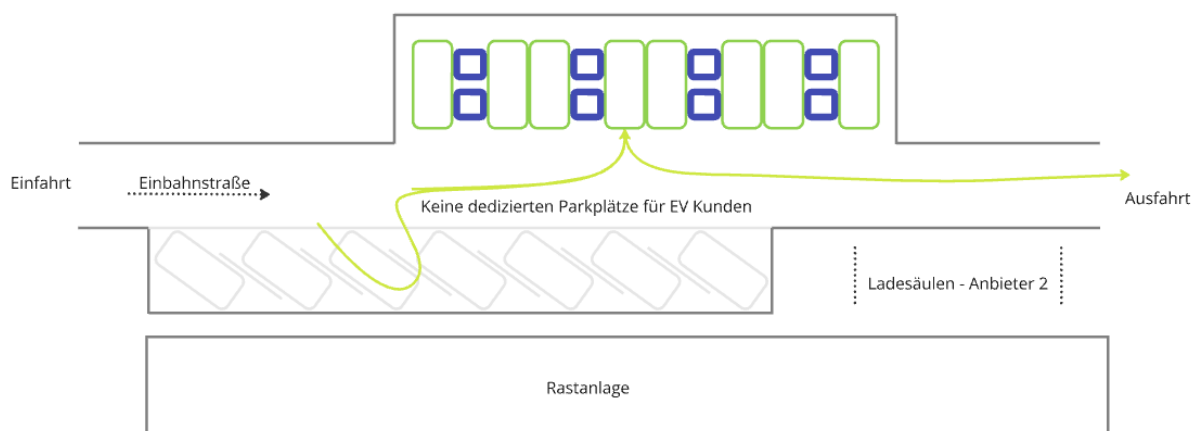


Abbildung 2 – Reales Konzept für Ladestation ohne physischen Warteschlangenbereich

Abbildung 2 illustriert ein Konzept für eine bezüglich der digitalen Warteschlange optimierten Ladestation, bei dem eine Ladestation Teil einer Rastanlage ist. In diesem Szenario fehlt ein dedizierter Bereich für physisches Queueing vollständig. Gerade hier kann das digitale Queueing seine Stärke voll ausspielen. Die vorhandenen Parkplätze ermöglichen eine rein digitale Warteschlange, während die Fahrzeuge geparkt werden können. Solche Konstellationen kommen in dieser Form im IONITY-Netzwerk nur selten vor, werden jedoch aus Sicht unseres Projekts mit digitaler Warteschlange zunehmend nutzenbringender und realisierbarer.

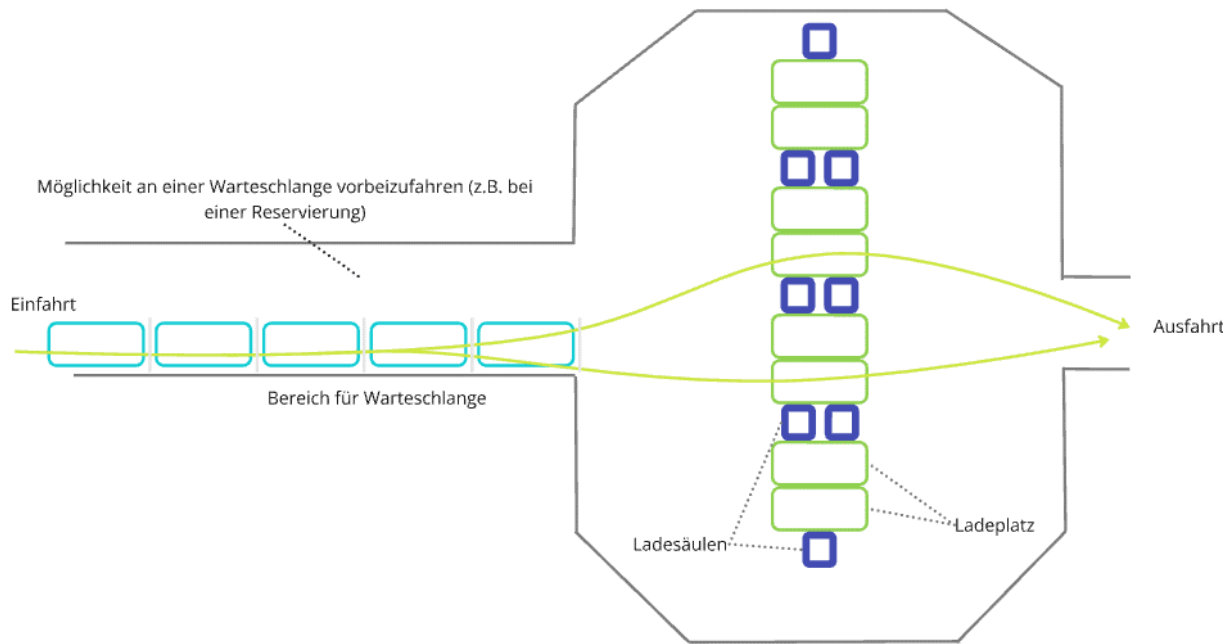


Abbildung 3 - Idealtypisches Layout HPC-Station

Abbildung 3 zeigt ein idealtypisches, "hybrides" Layout einer HPC-Station, bei dem sich sowohl eine physische, als auch eine digitale Warteschlange realisieren lassen. Auch ein solches Layout ist im IONITY-Netzwerk in dieser Form kaum existent. Hierbei liegt der Fokus auf einer Optimierung des Layouts für eine möglichst effiziente Anfahrt, indem EV-Fahrende schon in einer physischen Schlange warten. In diesem Layout sind sowohl physische, als auch eine digitale Warteschlange möglich. Aspekte wie die Optimierung für eine angenehme Wartezeit, etwa durch eine Lounge, werden bisher nicht berücksichtigt.

2.2 User Story 1: Prozess einer digitalen Warteschlange

Das digitale Queueing stellt eine zentrale Innovation innerhalb des SeQueRe-Projekts dar und ermöglicht eine effizientere Nutzung von Ladeinfrastruktur, indem Unklarheiten in Warteschlangen vermieden werden und der Zugang zu Ladestationen strukturiert wird. Ziel ist es, sowohl den Betreibenden von Ladeinfrastruktur, als auch den EV-Fahrenden eine transparente und vorhersehbare Ladeplanung zu ermöglichen.

Im Rahmen von dieser Arbeit wurden die Anforderungen an digitales Queueing detailliert analysiert. Dabei wurde untersucht, wie relevante Informationen, wie etwa die Verfügbarkeit von Ladepunkten oder prognostizierte Wartezeiten, optimal für EV-Fahrende aufbereitet und bereitgestellt werden können. Ein besonderer Fokus lag dabei auf der Entwicklung geeigneter Anzeige- und Interaktionsmedien, die sicherstellen, dass Informationen intuitiv verständlich sind und in den Nutzeralltag integriert werden können. Diese Medien wurden gezielt anhand von User Stories

entwickelt, um unterschiedliche Nutzungsszenarien – von der Reiseplanung bis zum Ladevorgang – praxisnah abzubilden.

Das folgende Kapitel beschreibt das entwickelte Konzept für digitales Queueing anhand einer durchgehenden User Story. Dabei wird der gesamte Prozess von der Routenplanung über die digitale Einreihung in die Warteschlange bis hin zur Ladestation detailliert dargestellt. So wird deutlich, wie das digitale Queueing in SeQueRe funktioniert und welchen Mehrwert es für EV-Fahrenden bietet.

2.2.1 Nutzerstory - Queueing

EV-Fahrende starten den Prozess mit der Planung ihrer Fahrt. Dabei wird entweder eine mobile App oder eine in-Car App genutzt, die eine intuitive Darstellung der relevanten Informationen bietet. Bevorzugte Ladeleistungen werden ausgewählt, Besonderheiten wie etwa das Mitführen eines Anhängers angeben und EV-Fahrende legen Start- und Zielort fest. Während der Routenplanung entscheiden EV-Fahrende über präferierte oder notwendige Features der Ladestandorte, akzeptable Wartezeiten und bevorzugte Ladenetzwerke. Die App zeigt relevante Informationen wie mögliche Ladeleistungen für das Fahrzeug, verfügbare Annehmlichkeiten an Ladestationen, verschiedene Routenoptionen sowie eine Übersicht über Ladestationen entlang der Route. Zusätzlich erhalten EV-Fahrende Angaben zur geschätzten Gesamtzeit, zur Ladezeit, zur Wartezeit pro Ladepool und zur aktuellen Auslastung der Stationen.

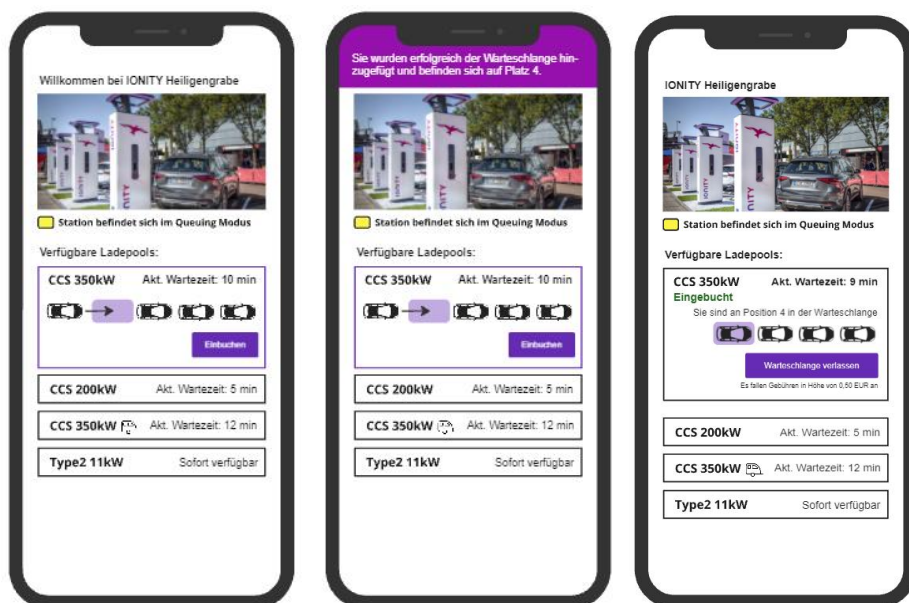


Abbildung 4 - App-Darstellung bei Ankunft am Ladepool

Während der Durchführung der Fahrt nutzen EV-Fahrende die Headunit des Fahrzeugs oder eine mobile App, welche die benötigten Informationen in Echtzeit zur Verfügung stellt. EV-Fahrende können die Navigation starten oder beenden, Vorschläge für Ladestationen akzeptieren oder ablehnen und sich gegebenenfalls in eine digitale Warteschlange einreihen. Die App oder Headunit zeigt aktuelle Daten zur nächsten Station, wie die Fahrzeit, die prognostizierte Wartezeit und alternative Routen sowie Details zu geplanten oder alternativen Queues, um eine möglichst effiziente und flexible Ladestrategie zu ermöglichen.

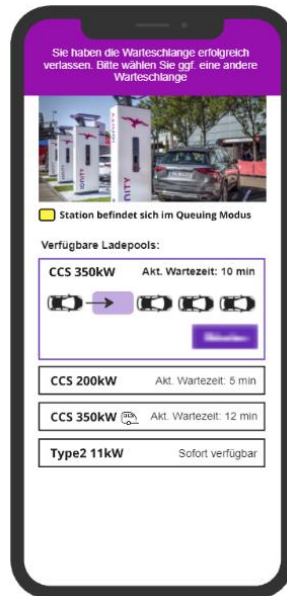


Abbildung 5 - Check-Out in der App

Im Checkout haben EV-Fahrende die Möglichkeit, die Warteschlange zu verlassen. Eine Bestätigung über das Verlassen wird über die Headunit oder die App angezeigt.



Abbildung 6 - Displays am Ladepool

Displays am Standort informieren ebenfalls über den ggfs. aktivierten Queueing-Modus und die aktuellen Wartezeiten. Sie bieten ebenfalls die Möglichkeit, sich per QR-Code in die Queue einzureihen.

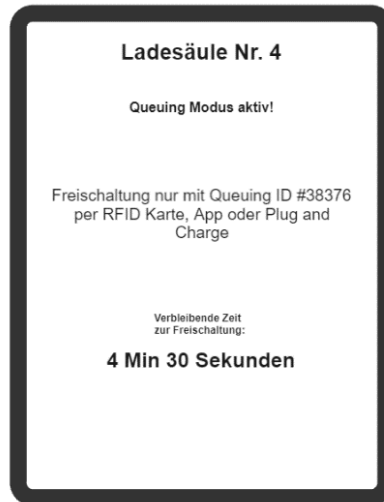


Abbildung 7 - Display an Ladesäule

Sobald EV-Fahrende die erste Position in der digitalen Warteschlange erreicht haben und der nächste passende Ladepunkt frei wird, erfolgt die Zuweisung eines spezifischen Ladepunkts. Das System reserviert diesen Ladepunkt automatisch für EV-Fahrende. Über die Headunit, die App, die Ladesäule oder Displays am Ladepark erhalten EV-Fahrende die Nummer des zugewiesenen Ladepunkts, die reservierte Zeit bis zur Authentifizierung und eine visuelle Anzeige, dass die Ladesäule fest reserviert ist. Zusätzlich leuchtet die zugewiesene Ladesäule auf, um die Identifikation zu erleichtern und den reibungslosen Ablauf der Ladesequenz zu gewährleisten.



Abbildung 8 - App-Darstellung

Beim Ladevorgang authentifizieren sich EV-Fahrende entweder über die App, Plug&Charge oder eine RFID-Karte. Das Display an der Ladesäule zeigt die verbleibende Zeit bis zur Authentifizierung und gibt Anweisungen zum weiteren Vorgehen. Der Ladevorgang selbst verläuft wie bei einem gewöhnlichen Ladevorgang, wird jedoch vom System überwacht. Nach Abschluss oder bei Abbruch des Ladevorgangs können EV-Fahrende den Prozess beenden.

2.3 User Story 2: Zeitlicher Ablauf für die Reservierung eines Ladepunkts

Neben dem digitalen Queueing stellt die Reservierung von Ladepunkten eine weitere zentrale Funktion innerhalb des SeQueRe-Projekts dar. Durch eine strukturierte und vorausschauende Planung erhalten EV-Fahrende die Möglichkeit, sich vorab einen Ladepunkt zu sichern, um Wartezeiten zu vermeiden und die Reise effizienter zu gestalten. Gleichzeitig profitieren Betreibende von Ladeinfrastruktur von einer besseren Planbarkeit der Nutzung ihrer Ladestationen.

In diesem Teil des SeQueRe Projekts wurde untersucht, wie eine digitale Reservierung nutzerfreundlich gestaltet werden kann. Dabei wurden relevante Parameter identifiziert, die eine optimale Nutzung ermöglichen, darunter die Anzeige verfügbarer Ladepunkte, der Reservierungszeitraum sowie mögliche Anpassungsoptionen. Ein zentraler Aspekt war zudem die Entwicklung von intuitiven Anzeige- und Interaktionsmedien, die EV-Fahrende während des gesamten Reservierungsprozesses begleiten – von der Auswahl der Ladestation bis zur Nutzung des reservierten Ladepunkts.

2.3.1 Nutzerstory - Reservierung

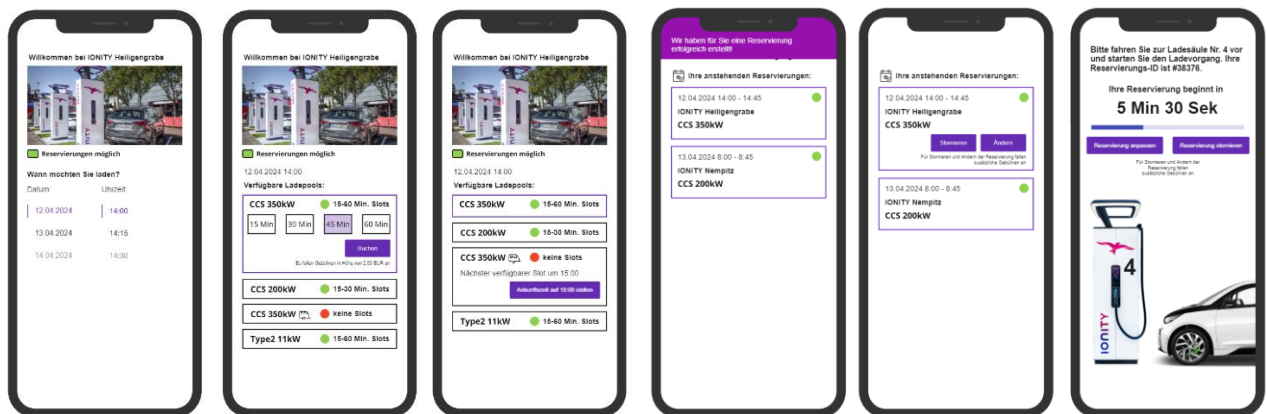


Abbildung 9 - App Darstellung der Reservierung

Die folgende User Story stellt das entwickelte Konzept für die Reservierung eines Ladepunkts detailliert dar. Sie beschreibt den Ablauf von der Buchung über eine mobile App oder eine In-Car-Anwendung bis hin zur Ankunft an der Ladestation und der Nutzung des reservierten Ladepunkts. Dadurch wird deutlich, wie das digitale Reservierungssystem in SeQueRe funktioniert und welche Vorteile es für EV-Fahrende und Betreibende gleichermaßen bietet.

EV-Fahrende können einen Ladepool entweder manuell vor Beginn der Fahrt oder automatisch und dynamisch während der Fahrt kostenpflichtig reservieren. Bei der manuellen Reservierung wählen EV-Fahrende über eine App, eine Website oder die Headunit präferierte Ladeleistungen, mögliche Features vor Ort, sowie eventuelle Besonderheiten wie das Mitführen eines Anhängers aus. Zusätzlich kann die Auslastung zu bestimmten Zeitpunkten abgefragt und eine verbindliche Reservierung vorgenommen werden. Dabei werden Informationen zur erwarteten Auslastung, zu verfügbaren Ladepools, den Ladeleistungen des Fahrzeugs sowie zu möglichen Buchungsslots angezeigt.

Bei der automatischen Reservierung übernimmt die Navigationssoftware die Berechnung des optimalen Ladestandorts auf Basis der Route. EV-Fahrende können Vorschläge akzeptieren oder ablehnen, während Reservierungskosten, der Reservierungszeitraum und Details zum Ladepool über die Headunit angezeigt werden.



Abbildung 10 - Display an Ladesäule bei Reservierung

Wenn der reservierte Ladezeitraum kurz bevorsteht, werden EV-Fahrenden ein zuvor reservierter Ladepool automatisch zugewiesen. Über die Headunit oder die App werden die reservierte Zeit bis zur Authentifizierung, der zugewiesene Ladepunkt sowie der Reservierungszeitraum angezeigt.

Anschließend fahren EV-Fahrende den Ladepunkt an, der über verschiedene Medien wie dem Display am Ladepark, der Headunit, der App oder der Ladesäule selbst identifiziert wird. Der Ladepunkt ist klar gekennzeichnet, leuchtet zur besseren Erkennung und zeigt an, dass er reserviert ist, inklusive der verbleibenden Zeit bis zum Ende der Reservierung.

Der Ladevorgang selbst unterscheidet sich nicht von einem üblichen Ladevorgang. EV-Fahrenden authentifizieren sich über die App, eine RFID-Karte oder andere Authentifizierungsmedien. Der Ladevorgang wird überwacht und nach Abschluss oder bei manuellem Abbruch beendet.

Als sinnvoll werden aktuell Zeitschritte von 15 Minuten für die Reservierung angesehen – ebenso ein Zeitpuffer von 5 Minuten, um eventuelle Verzögerungen abzudecken.

Folgendes ist derzeit Out of Scope: Das Verschieben von Zeitfenstern, die Kombination mit Queueing sowie die Reservierung vor der Abreise.

Fazit

Das digitale Queueing stellt eine bedeutende Innovation dar, die eine effizientere Nutzung der Ladeinfrastruktur ermöglicht, indem Wartezeiten reduziert und der Zugang zu Ladestationen strukturiert wird. Diese Arbeit hat die Anforderungen an digitales Queueing detailliert analysiert und untersucht, wie relevante Informationen, wie die Verfügbarkeit von Ladepunkten oder prognostizierte Wartezeiten, optimal für EV-Fahrende aufbereitet und bereitgestellt werden können. Ein besonderer Fokus lag auf der Entwicklung geeigneter Anzeige- und Interaktionsmedien, die sicherstellen, dass Informationen intuitiv verständlich sind und in den Nutzeralltag integriert werden können. Diese Medien wurden gezielt anhand von User Stories entwickelt, um unterschiedliche Nutzungsszenarien praxisnah abzubilden.

Das entwickelte Konzept für digitales Queueing, das anhand einer durchgehenden User Story beschrieben wurde, zeigt den gesamten Prozess von der Routenplanung über die digitale Einreihung in die Warteschlange bis hin zur Ladestation. Es wird deutlich, wie das digitale Queueing funktioniert und welchen Mehrwert es für EV-Fahrende bietet. Zudem wurde beschrieben, wie der Standort des Parkplatzes für künftige Anwendungsfälle angepasst werden sollte, um eine reibungslose Integration der Parklösung zu ermöglichen. Ein weiterer wichtiger Anwendungsfall ist die Reservierungsfunktion, die es EV-Fahrenden ermöglicht, Ladepunkte im Voraus zu buchen. Dies trägt zur weiteren Reduzierung von Wartezeiten bei und bietet eine zusätzliche Ebene der Planungssicherheit für Endnutzende.

Literaturverzeichnis

- [1] "Fit für 55: neue Pkw und leichte Nutzfahrzeuge ab 2035 emissionsfrei," Europäisches Parlament, 2023. [Online]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/press-room/20230210IPR74715/fit-fur-55-neue-pkw-und-leichte-nutzfahrzeuge-ab-2035-emissionsfrei>. [Accessed 12 01 2024].
- [2] B. Deutschland, "Masterplan Ladeinfrastruktur II der Bundesregierung," BDMV, Berlin, 2022.
- [3] Kraftfahrt-Bundesamt (KBA), "Kraftfahrt-Bundesamt – Statistik / Kalender (FZ 27)," 01 04 2025. [Online]. Available: https://www.kba.de/DE/Statistik/Kalender/fz27_04_2025.html. [Accessed 24 09 2025].
- [4] Bundesnetzagentur, "Elektromobilität: Öffentliche Ladeinfrastruktur," [Online]. Available: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/E-Mobilitaet/start.html>. [Accessed 12 01 2024].
- [5] M. F. Fauzan, "A Review On Challenges And Opportunities Of Electric Vehicles (EVS)," *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments*, pp. 130-137, 2019.
- [6] F. Wilke, "Schlangen vor den Schnellladestationen," Zeit.de, 2019. [Online]. Available: <https://www.zeit.de/mobilitaet/2019-04/elektroautos-oslo-ladestationen-schadstoffe-steuer-tesla-nachhaltigkeit>. [Accessed 12 01 2024].
- [7] L. Fusheng, "EV drivers queue to recharge during holiday," ChinaDaily , 2021. [Online]. Available: https://global.chinadaily.com.cn/a/202110/11/WS61639f31a310cdd39bc6e0b7_1.html. [Accessed 12 01 2024].
- [8] Book-n-park. [Online]. Available: <https://book-n-park.de/en/manage-charging-infrastructure/>. [Accessed 12 01 2024].
- [9] G.-t. U. [Online]. Available: <https://go-tou.com/en>. [Accessed 12 01 2024].

Unternehmensbeschreibungen



Accenture ist ein weltweit tätiges Beratungsunternehmen, das führende Unternehmen, Regierungen und andere Organisationen dabei unterstützt, einen digitalen Geschäftskern aufzubauen, ihren Betrieb zu optimieren, das Umsatzwachstum zu beschleunigen und Bürgerdienste zu verbessern.



IONITY ist als Betreiber von Ladeinfrastruktur (CPO) für den Aufbau und die Verwaltung von High-Power-Charging-Netzwerken für Elektrofahrzeuge in Europa verantwortlich.



Hubject bietet eine zentrale Plattform für den Austausch von Daten und Diensten im Bereich Elektromobilität. Das Unternehmen verbindet unterschiedliche Akteure im Bereich Ladeinfrastruktur und ermöglicht interoperable Ladelösungen.



Die chargecloud GmbH ist ein führender Anbieter von Softwarelösungen für den effizienten Betrieb und die Verwaltung von Ladeinfrastruktur.



DCS ist als Anbieter von e-Mobility-Services (EMSP) auf die Bereitstellung von digitalen Lösungen für die Nutzung von Ladeinfrastruktur durch Endkunden spezialisiert.



BMW ist ein führender Automobilhersteller (OEM), der innovative Elektrofahrzeuge entwickelt und seine Expertise in das Konsortium einbringt.



Volkswagen (VW) ist ebenfalls ein renommierter Automobilhersteller (OEM) und unterstützt das Projekt durch seine Kompetenz in der Produktion von Elektrofahrzeugen.



Die Zeppelin Universität trägt durch die Entwicklung von Use Cases, User Stories sowie die Durchführung von Umfragen und Studien zur Analyse von Nutzerbedürfnissen zum Erfolg des Projekts bei.