

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



Whitepaper

Konzepterstellung für das Thema Buchung (Warteschlange und Reservierung)

„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]



Inhaltsverzeichnis

1	Motivation und Zielsetzung	2
1.1	Herausforderungen	2
1.2	Vision des Fördervorhabens	3
1.3	Resultierendes Optimierungsziel	4
2	Markterkundung und Zielbilddefinition	4
2.1	Warteschlangenmanagement	4
2.2	Reservierungsfunktionalität	5
2.3	Bestehende Regularien und Standards	6
3	Aufnahme der Kundenanforderungen/-akzeptanz	7
4	Ableitung der Customer Journey	12
4.1	Customer Journey Use Case 1 – Digitales Warteschlangenmanagement	12
4.2	Customer Journey für Use Case 2 – Reservierung eines Ladeslots	14
5	Identifikation aller Systeme und Schnittstellen	16
5.1	Funktionen und Operationen	16
5.2	Rollen und Zuständigkeiten der beteiligten Akteure	17
6	Systemarchitektur	18
7	Berücksichtigung von historischen Daten und Umgang mit Legacy-Systemen und -Fahrzeugen	21
	Anhang	II
	Literaturverzeichnis	III
	Unternehmensbeschreibungen	V

1 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.

1.1 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 Rückstau 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.

1.2 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 Elektromobilitäts Erfahrung 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.

1.3 Resultierendes Optimierungsziel

Innerhalb des Projektes hat sich ein Konsortium aus Automobilherstellern (BMW AG, Volkswagen AG), Ladeinfrastrukturbetreibern und E-Mobilitätsdienstleistungsfirmen (Chargecloud GmbH, Digital Charging Solutions GmbH, IONITY GmbH), Plattformanbietern (Hsubject) sowie Energie- und Beratungsdienstleistungen (Accenture GmbH) und einer Universität (Zeppelin Universität) gebildet, um gemeinsam an einer standardisierten, offenen Systemlösung für das Warteschlangenmanagement und einer Reservierungsfunktion zu arbeiten. Im Konsortium wurden drei Use Cases definiert, die dazu dienen, die Vision des Projektes umzusetzen. Zum einen ist eine digitale Wartezeitprognose pro Ladepool geplant, mithilfe derer, KundInnen in der Lage sind transparente Informationen zu Wartezeiten zu erlangen und anhand dieser die Route individuell anzupassen. Somit kann die Fahrt- und Wartezeit optimiert werden, sowie die vorhandene Ladeinfrastruktur besser ausgelastet werden. Zum anderen dient diese Wartezeitprognose im nächsten Schritt als Input eines digitalen Warteschlangenmanagements. KundInnen wird damit ermöglicht, sich digital in eine bestehende Warteschlange eines Ladepools einzureihen. Ziel ist es, eine transparente Informationsgrundlage zu schaffen, in welcher KundInnen darüber informiert werden wie viele Personen sich bereits in der Warteschlange befinden und wie lange die geschätzte Wartezeit beträgt. Unter Verwendung dieser Informationen erhalten KundInnen die Gelegenheit, die Wartezeit effizient zu nutzen, anstatt sich physisch in einer Warteschlange aufhalten zu müssen. Weiterhin ist ein Ziel des Konsortiums darauf aufbauend eine Reservierungsfunktion zu entwickeln, wodurch KundInnen einen bestimmten Ladeslot an einer ausgewählten Ladestation buchen können. Damit wird ein festgelegter Ladezeitraum garantiert und die Wartezeit aus KundInnensicht vollständig reduziert.

2 Markterkundung und Zielbilddefinition

Innerhalb des Projektes wurde eine Marktanalyse zu bestehenden Forschungs- & Pilotprojekten und/oder Produkten durchgeführt, welche die genannten Use Cases (siehe 4) adressieren. Im Folgenden werden die betrachteten Projekte bzw. Produkte dargestellt.

2.1 Warteschlangenmanagement

Im ersten Use Case liegt der Fokus auf der Digitalisierung von Warteschlangen, wobei KundInnen die Möglichkeit erhalten, sich digital in die Warteschlange einzufügen. Dieses Konzept wird bereits von der dänischen Firma Monta durch ihr Smart Queue Feature angeboten, vorausgesetzt, dass die Ladeinfrastruktur durch Monta installiert und betrieben wird. Durch Nutzung einer App können NutzerInnen an einem oder mehreren Ladepunkten pro Ladepool einer Warteschlange beitreten und

erhalten folglich zusätzliche Informationen über die Anzahl weiterer Personen, die sich in die Warteschlange befinden. Sobald ein Ladepunkt frei wird bekommt der/die Nutzer/in eine App-Benachrichtigung über die Verfügbarkeit und erhält ab diesem Zeitpunkt ein 15-Minuten-Zeitfenster, um zum Ladepunkt vorzufahren, das Elektrofahrzeug anzuschließen und den Ladevorgang zu starten. Das Verlassen der Warteschlange während der Wartezeit, sowie das Überspringen des Platzes in der Warteschlange sind weitere Optionen [10].

Ein weiteres Konzept wird durch das Unternehmen ChargePoint unter dem Namen Waitlist umgesetzt. Ähnlich wie bei dem Smart Queue Feature von Monta haben KundInnen die Möglichkeit, sich digital in die Warteschlange einzureihen und werden über eine App benachrichtigt, sobald der vorherige Nutzer das Fahrzeug physisch abgetrennt hat. Die Zeitspanne, innerhalb derer der Kunde nach der Reservierung den Ladevorgang starten kann, wird individuell durch den Charge Point Operator (CPO) festgesetzt. Darüber hinaus besteht die Option für KundInnen, mehrere Tage im Voraus eine automatisierte Integration in eine spezifische Warteschlange (für einen bestimmten Tag und Ladepool) einzurichten [11].

2.2 Reservierungsfunktionalität

Das Reservieren eines bestimmten Zeitpunktes bieten bereits mehrere Firmen an. Mit Go-to U haben KundInnen die Möglichkeit neben einem bestimmten Ladefenster zusätzlich weitere Angebote wie bspw. Restaurantbesuche, Hotelzimmer, etc. zu buchen. Das KI-gesteuerte Navigationssystem wählt anhand der Bedürfnisse und Präferenzen der KundInnen die optimale Route und reserviert die gewählten Angebote. Außerdem bietet Go-to U ein Bonusprogramm an, durch welches KundInnen Bonusse sammeln und Vergünstigungen erzielen können [9].

Mit Book-n-park können KundInnen ein 45-Minuten-Ladefenster im Voraus (30 Minuten) buchen. Der Ladepunkt wird durch eine Smart Parking Barriere garantiert freigehalten, indem diese 15 Minuten vor dem gebuchten Zeitfenster aktiviert wird. Sobald der/die Kund/in den Ladepunkt erreicht hat, kann diese Barriere über eine App oder optional mit Kennzeichenerkennung geöffnet werden. FahrerInnen die über den gebuchten Zeitraum hinaus den Platz besetzen müssen, ggf. eine Strafe zahlen [8]. Ähnlich funktioniert Parklio, jedoch können größere Ladepools hier auch durch eine Schranke abgesperrt werden [12].

Der Ladeinfrastrukturhersteller Qwello bietet eine Reservierungsfunktion für firmeneigene Ladeinfrastruktur an. Mit dem Real-Time Availability Feature wird anhand Parksensoren angezeigt, welche Ladestationen tatsächlich frei sind und nicht durch falschparkende Fahrzeuge belegt sind. Gegen eine Gebühr von einem Euro können KundInnen eine beliebige Ladestation für 15 Minuten reservieren, wobei die Ladestation maximal 15 Minuten Fahrzeit entfernt sein darf [13].

Anhand der Marktanalyse ist aufgefallen, dass der Großteil der betrachteten Konzepte eine Reservierungsfunktion, gefolgt von einer digitalen Warteschlange, anbietet. Dennoch sind diese Lösungen nicht allgemein und standardisiert anwendbar, sondern beziehen sich (meistens) auf firmeneigene Ladeinfrastruktur bzw. Ladeinfrastruktur, welche durch den jeweiligen Anbieter betrieben wird.

Im Rahmen der durchgeführten Marktanalyse wurden zusätzliche Forschungs- bzw. Pilotprojekte sowie bestehende Produkte identifiziert. Es ist anzumerken, dass diese sich in ihrem Schwerpunkt unterscheiden oder unzureichende Informationen bieten. Im Anhang ist eine Zusammenstellung dieser Projekte und Produkte in Tabelle A zu finden.

2.3 Bestehende Regularien und Standards

Das Thema Reservierung von Ladestationen ist derzeit nicht weitreichend reguliert. Das BMDV untersucht daher, inwiefern sich eine rechtssicher, nutzerfreundliche und diskriminierungsfreie Reservierungsmöglichkeit von öffentlichen Ladepunkten umsetzen lässt [14]. Bisher bestehen diverse Protokolle, die sich auf das direkte Laden beziehen und definieren Kommunikationsschnittstellen oder einheitliche Steckertypen. Im Falle einer Reservierung wird aktuell nur die „Sofort Laden“ Funktion unterstützt, d.h. die Ladesäule kann nur für einen kurzen Zeitraum ab Reservierung freigehalten werden. Zeitfenster in der Zukunft können nicht gebucht werden [15]. Die Protokolle mit ihrer jeweiligen Funktion und die Option zur „Sofort Laden“ (=ReserveNow) Reservierung können der folgenden Tabelle 1 entnommen werden:

Tabelle 1: Protokolle und deren Funktionen [15]

Protokoll/Standard	Funktion	Reservierung
OCPP – Open Charge Point Protocol	Schnittstelle zwischen Ladepunkt und CPO-Backend	Benötigte Daten sind Ladesäulen-ID, die Token ID und Expiry Date. Eine Reservierungs-ID wird durch das OCPP generiert.
OCPI – Open Charge Point Interface	Schnittstelle zwischen Roaminganbieter, CPO und EMP	ReserveNow-Funktion über Command Module möglich. Zudem gibt es CancelReservation Object.
OICP – Open Intercharge Protocol	Schnittstelle zwischen Roaminganbieter, CPO und EMP	ReserveNow-Funktion möglich. Zusätzliche Informationen in

		Zukunft nötig (bspw. Datum/Zeit für Beginn/Ende).
OCHP – Open Clearing House Protocol	Schnittstelle zwischen Roaminganbieter, CPO und EMP	Reservierung möglich über „Direkt-Schnittstelle“.

Das BDEW hat Daten bzw. Funktionen definiert, welche für eine Reservierungsfunktion von Bedeutung sind. Darunter fallen die Sensorik oder Systeme, um sicherzustellen, dass Ladesäulen tatsächlich verfügbar sind und nicht unrechtmäßig blockiert wurden. Weiterhin müssten Daten wie der SoC eines Fahrzeuges, Angaben zur gewünschten Ladeenergiemenge und mögliche Ladeleistung bereitgestellt werden, damit anhand der Daten Ladeslots errechnet bzw. prognostiziert werden können [16].

Im April 2023 hat die Europäische Kommission die Verordnung zum Ausbau der Infrastruktur alternativer Kraftstoffe (AFIR) in das Fit-für-55-Paket mit aufgenommen. Ziel der Regulierung ist es unter anderem ein ausreichendes Ladeinfrastrukturnetz für Straßenfahrzeuge und Schiffen mit alternativen Kraftstoffen aufzubauen. Darüber hinaus zielt AFIR darauf ab, die vollständige Interoperabilität und Benutzerfreundlichkeit dieser Infrastrukturen sicherzustellen [17].

In Anbetracht der aktuellen Entwicklung bleibt festzuhalten, dass die Thematik der Reservierung von öffentlichen Ladepunkten noch weitgehend unreguliert ist. Während es bereits verschiedene Protokolle gibt, die sich auf das direkte Laden konzentrieren, mangelt es an klaren Richtlinien und Standards für zukünftige Reservierungsfunktionen. Es steht noch aus, wie sich diese Protokolle und Standards in zukünftigen Regelungen zur Reservierung und auch dem Management von Warteschlangen von Ladepunkten entwickeln werden. Aus diesem Grund hat es sich das SeQueRe-Konsortium zur Aufgabe gemacht, die Grundlagen zur Weiterentwicklung der Standards und Protokolle der Elektromobilität zu schaffen.

3 Aufnahme der Kundenanforderungen/-akzeptanz

Mit der zunehmenden Verbreitung von Elektrofahrzeugen gewinnt die Qualität der öffentlichen Ladeinfrastruktur erheblich an Bedeutung. Digitale Erweiterungen wie Warteschlangenmanagement oder Reservierungsfunktionen werden zunehmend als potenzielle Lösungsansätze diskutiert. Um den tatsächlichen Bedarf und die Akzeptanz solcher Funktionen zu verstehen, wurden zunächst Tiefeninterviews mit Nutzerinnen und Nutzern durchgeführt. Anschließend folgte eine quantitative Onlineumfrage (N=60), ergänzt durch offene Fragen, die qualitative Einblicke in individuelle Erfahrungen, Erwartungen und Herausforderungen erlaubten. Die Kombination dieser Datensätze

ermöglicht ein präzises, empirisch gestütztes Bild der Kundenanforderungen und der Akzeptanz digitaler Ladefunktionen.

Transparenz als zentrale Voraussetzung

Transparenz ist das am stärksten ausgeprägtes Bedürfnis der NutzerInnen. In den offenen Antworten wurde das Thema Preis- und Informationsklarheit besonders häufig genannt. Begriffe wie „klare Preise“, „Preisvorhersage“, „transparente Gebühren“ oder „Informationen vorab“ tauchten über **40-mal** in den Freitextangaben auf.

Auch die quantitativen Ergebnisse verdeutlichen dieses Bedürfnis:

- **82,3 %** der Befragten stuften „klare Preisgestaltung“ als besonders wichtig ein.
- **70,2 %** hielten eine transparente Wartezeitprognose für zentral.
- Ein erheblicher Teil der Nutzenden berichtete negative Erfahrungen mit intransparenten Preisangaben oder unklaren Gebührenmodellen.

Die Tiefeninterviews bestätigten diese Einschätzung deutlich. Vier der zehn Interviewpartner bezeichneten Preisunsicherheit als „größten Stressfaktor“ beim öffentlichen Laden. Mehrere Teilnehmende gaben zudem an, Ladevorgänge bewusst zu vermeiden, wenn keine klare Preisangabe vor dem Start möglich ist.

Transparenz ist damit eine unverzichtbare Basis für Vertrauen und Akzeptanz jeder digitalen Funktion, unabhängig davon, ob es um Warteschlange, Reservierung oder allgemeine Serviceleistung geht.

Fairness und soziale Ordnung als Schlüsselanforderungen

Neben Transparenz bildet Fairness die zweite große Säule der Nutzeranforderungen. Öffentliche Ladepunkte werden nicht nur als technischer Ort, sondern als sozialer Raum erlebt, an dem unterschiedliche Interessen aufeinandertreffen.

Quantitativ zeigt sich dies in häufigen Problemanalysen:

- **31,3 %** berichteten, dass Ladepunkte regelmäßig durch andere Fahrzeuge blockiert werden.
- **39,9 %** nannten lange Wartezeiten als zentrale Herausforderung.
- **26,6 %** bemängelten komplizierte oder restriktive Bezahlverfahren.

In den offenen Antworten wurden soziale Konfliktsituationen vielfach thematisiert. Dazu gehörten „Vordrängeln“, „Blockieren durch Falschparker“, „fehlende Rücksichtnahme“ und die wiederkehrende Frage: *„Was passiert, wenn sich jemand nicht an die Reihenfolge hält?“*

Die Tiefeninterviews untermauerten diesen Befund ebenfalls. Mehr als die Hälfte der Interviewpartner berichtete von konfliktbehafteten Situationen an Ladepunkten. Das Bedürfnis nach klaren Regeln, sichtbaren Reihenfolgen und eindeutigen Abläufen war entsprechend ausgeprägt.

Digitale Funktionen wie Warteschlangenmanagement werden daher nicht nur als eine technische Innovation wahrgenommen, sondern als Möglichkeit, soziale Konflikte aktiv zu reduzieren. Das macht Fairness zu einem entscheidenden Akzeptanzfaktor.

Einfachheit und kognitive Entlastung als Akzeptanzbedingung

Die Daten zeigen einen deutlichen Wunsch nach einfachen, intuitiven und möglichst automatisierten Nutzungsprozessen. Nutzer empfinden die Ladeinfrastruktur ohnehin als anspruchsvoll; zusätzliche Komplexität wird nur selten akzeptiert.

In den offenen Antworten wurde „einfache Bedienung“ oder „nicht zu kompliziert“ mehr als **25-mal** angesprochen. Häufig genannte Kritikpunkte waren „überladene Bildschirme“, „zu viele App-Schritte“, „schwer bedienbar während der Fahrt“ und „mangelnde Integration ins Auto“.

Die quantitativen Ergebnisse bestätigen diese Wahrnehmung:

- **78,3 %** halten eine einfache Bezahlung für besonders wichtig.
- **62,1 %** wünschen sich eine intuitiv strukturierte Ladeumgebung.

In den Tiefeninterviews erklärten sieben der zehn Befragten, dass sie digitale Zusatzfunktionen nur dann nutzen würden, wenn der Bedienaufwand „nahezu null“ sei. Die stärkste Forderung war eine tiefe Integration der digitalen Funktionen ins Fahrzeug-HMI oder eine sprachgesteuerte Bedienung, da Smartphones während der Fahrt als Sicherheitsrisiko wahrgenommen werden.

Einfache Bedienbarkeit ist damit nicht nur Komfort, sondern eine echte Nutzungsvoraussetzung.

Komfort und Aufenthaltsqualität als Teil des Gesamterlebnisses

Die Ladezeit wird von vielen NutzerInnen nicht als passive Wartezeit, sondern als Aufenthaltsphase verstanden. In den offenen Antworten tauchten zahlreiche Hinweise auf Verbesserungspotenzial im Bereich des Komforts auf, darunter Toiletten, Überdachungen, Sitzmöglichkeiten, Beleuchtung, Sicherheit und nahegelegene Versorgungsmöglichkeiten.

Dies spiegelt sich auch in den quantitativen Angaben wider:

- **58,0 %** bewerten Standorte in der Nähe von Geschäften oder Restaurants als wichtig.
- **56,1 %** beurteilen überdachte Ladepunkte als relevantes Qualitätsmerkmal.

- **59,4 %** betonen die Wichtigkeit sicherer Ladeorte.

Die Tiefeninterviews bestätigen, dass die physische Umgebung erheblich zur wahrgenommenen Qualität des Gesamtladeerlebnisses beiträgt. Besonders bei längeren Ladevorgängen wird ein angenehmer, sicherer und funktionaler Aufenthaltsort als wichtiger Faktor betrachtet.

Damit beeinflusst die Aufenthaltsqualität indirekt auch die Akzeptanz digitaler Funktionen, da diese durch die Strukturierung der Wartezeit das Ladeerlebnis mitgestalten.

Akzeptanz der digitalen Warteschlangenfunktion

Die digitale Warteschlange wird überwiegend positiv bewertet. Die quantitative Befragung zeigt:

- Die Funktion wird als verständlich eingeschätzt (Mittelwert **3,93** auf einer Skala von 1–5).
- Sie wird als hilfreich bewertet (Mittelwert **3,92**).
- Elemente wie die Anzeige der geschätzten Wartezeit oder die Position im Ablauf wurden von über der Hälfte der Befragten positiv hervorgehoben.

In den offenen Antworten wurde die Warteschlange als geeignet wahrgenommen, um Konflikte zu minimieren, Verlässlichkeit herzustellen und Planbarkeit zu verbessern.

Bedenken beziehen sich vor allem auf technische Zuverlässigkeit und mögliche Fehlverhalten anderer Nutzer:

- „Was passiert, wenn jemand vorfährt?“
- „Wie zuverlässig ist das System?“
- „Kann ich wirklich sicher sein, dass ich dran bin?“

Dennoch zeigen die Daten, dass die Warteschlangenfunktion ein hohes Nutzerpotenzial besitzt, wenn sie robust und fair gestaltet wird.

Akzeptanz der Reservierungsfunktion

Im Gegensatz zur Warteschlange wird die Reservierungsfunktion deutlich ambivalenter beurteilt. Die quantitative Befragung ergibt zwar auch hier positive Werte:

- Die Funktion wird als hilfreich bewertet (Mittelwert **4,07**).
- Besonders geschätzt werden Planbarkeit und Verlässlichkeit.

Die offenen Antworten und Interviews zeigen jedoch starke Vorbehalte:

- Viele NutzerInnen halten exakte Zeitplanung beim Laden für unrealistisch.

- Die Gefahr von Verspätungen und Konflikten wird als hoch eingeschätzt.
- Manche befürchten soziale Ungerechtigkeit („bezahlte Priorität“).
- Unklarheiten zu Gebühren oder Stornobedingungen werden kritisch bewertet.

Insgesamt wird die Funktion nicht grundsätzlich abgelehnt, aber als deutlich erklärungs- und gestaltungssensibler wahrgenommen. Ihre Akzeptanz hängt stark von Flexibilität, Kulanz und klaren Regeln ab.

Fazit

Die Analyse der quantitativen und qualitativen Daten zeigt ein konsistentes und klar strukturiertes Bild: NutzerInnen stellen hohe Anforderungen an die Digitalisierung des Ladeprozesses. Transparenz, Fairness, einfache Nutzbarkeit, technische Zuverlässigkeit und Standortkomfort sind zentrale Voraussetzungen dafür, dass digitale Funktionen akzeptiert und genutzt werden.

Die digitale Warteschlange weist insgesamt eine hohe Akzeptanz und ein klares Nutzenpotenzial auf, während die Reservierungsfunktion stärkere Polarisierung hervorruft und stärker von Design- und Kommunikationsaspekten abhängig ist. Beide Funktionen können das Ladeerlebnis signifikant verbessern, wenn sie konsequent nutzerorientiert entwickelt werden.

4 Ableitung der Customer Journey

4.1 Customer Journey Use Case 1 – Digitales



Warteschlangenmanagement

1. Planung und Start der Fahrt

Zu Beginn der Reise plant die nutzende Person ihre Route und berücksichtigt dabei Faktoren wie Ladeleistung, Standorteigenschaften und Tarifoptionen. Sie erhält bereits in dieser frühen Phase Live-Daten zu Auslastung und Ladepoolmerkmalen und kann sich in das zentrale Queueing-System einreihen. Die Navigation passt sich dynamisch an und bietet auf Basis persönlicher Präferenzen wie Ladeorte, Services oder verfügbaren Tarifen passende Routenvarianten an. Für die nutzende Person steht dabei im Vordergrund, Wartezeiten zu vermeiden, Auslastung frühzeitig zu erkennen und eine konsistente Nutzererfahrung über Fahrzeugdisplay und App hinweg zu erhalten.

2. Durchführung der Fahrt

Während der Fahrt aktualisiert das System kontinuierlich die Routenempfehlung anhand von Live-Daten. Die nutzende Person erhält Hinweise, wenn hohe Auslastung oder Verzögerungen zu erwarten sind, und kann alternative Ladeoptionen auswählen oder ablehnen. Die Entscheidungen der nutzenden Person fließen direkt in die adaptive Navigation ein, die sowohl den Energieverbrauch als auch Präferenzen berücksichtigt und eine möglichst effiziente Ladeplanung sicherstellt.

3. Annäherung an den Ladepool

Bei der Annäherung an den Ladepark erkennt das System den Standort über Geofencing und zeigt die verfügbaren Ladepools sowie deren aktuelle Auslastung, Wartezeiten und Charakteristika an. Die nutzende Person kann sich aktiv für einen Ladepool entscheiden oder automatisch in die digitale Warteschlange eingereiht werden. Die App bestätigt die Einreihung und informiert unmittelbar über Warteposition und voraussichtliche Wartezeit, was der nutzenden Person ein klares Bild über den weiteren Ablauf vermittelt und ihr Flexibilität bei der Nutzung der Wartezeit ermöglicht.

4. Ankunft am Ladepool

Nach Eintreffen am Standort wird die nutzende Person entsprechend ihrer Position in der Warteschlange berücksichtigt. Ist ein Ladepunkt frei, beginnt der Prozess sofort. Ist dies nicht der Fall, verbleibt die nutzende Person in der Queue, erhält aber regelmäßig aktualisierte Informationen zu ihrer Position und den erwarteten Wartezeiten. Sobald die erste Position erreicht ist, weist das System automatisch einen Ladepunkt zu. Entfernt sich die nutzende Person oder reagiert nicht innerhalb des vorgesehenen Zeitfensters, verliert sie die Position zugunsten des nachrückenden Fahrzeugs.

5. Anfahrt zum Ladepunkt

Nach Zuweisung des Ladepunkts erhält die nutzende Person klare Anweisungen, wohin sie fahren soll. Die Identifikation am Ladepunkt erfolgt über App, RFID oder Plug and Charge. Das System stellt sicher, dass nur die berechnete nutzende Person den Ladevorgang starten kann, wodurch die Fairness der digitalen Warteschlange gewährleistet bleibt.

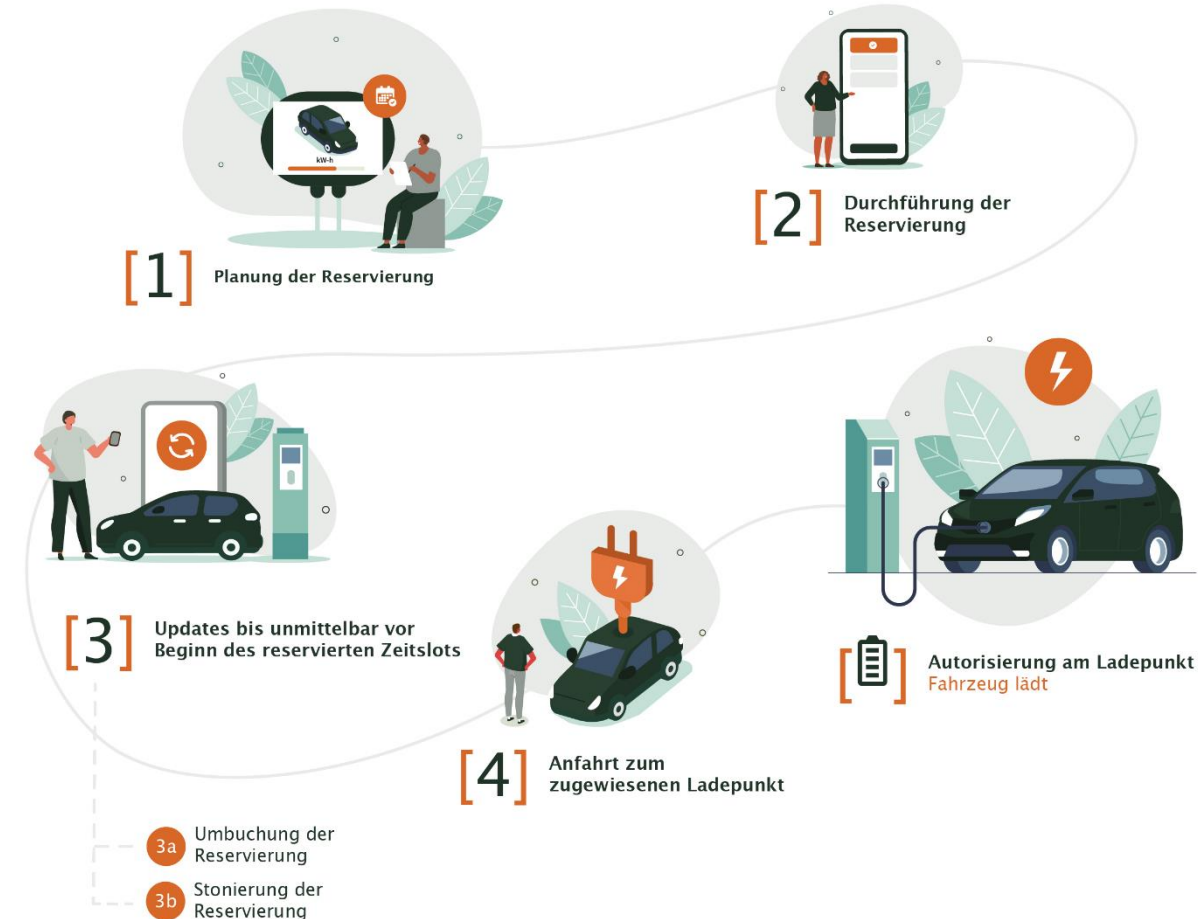
6. Ladevorgang

Der Ladevorgang beginnt innerhalb des vom System vorgegebenen Zeitfensters. Die nutzende Person wird über wichtige Schritte informiert, etwa über den erfolgreichen Start, Hinweise zum Energiebedarf oder Benachrichtigungen kurz vor dem Ende des Ladevorgangs. Nach Abschluss gibt sie den Ladepunkt frei, woraufhin das System sofort die nächste wartende Person informiert und den Ladepunkt erneut zuweist.

7. Check-out und übergreifende Aspekte

Der Check-out kann automatisiert oder manuell über die App ausgelöst werden. Während der gesamten Journey erwartet die nutzende Person eine klare Benutzerführung, konsistente Informationen in Echtzeit und eine intuitive Bedienbarkeit. Ad-hoc-Nutzende können den Prozess ebenfalls nutzen, etwa durch Einreihung über QR-Code oder Informationen am Standort.

4.2 Customer Journey für Use Case 2 – Reservierung eines Ladeslots



1. Planung und Start der Fahrt

Die Customer Journey der Reservierungsfunktion beginnt mit der Auswahl des Zielorts und der Einbeziehung von Tarifoptionen, Ladepräferenzen und Live-Daten zur Auslastung. Die nutzende Person erhält eine Übersicht über verfügbare Reservierungsslots und kann Zeitfenster auswählen, die zu ihrem Fahrplan passen. Die Reservierung wird entweder über Fahrzeugdisplay, App oder EMP-Portal bestätigt, und die nutzende Person erhält unmittelbar eine Rückmeldung zum reservierten Zeitraum und zum gewählten Ladepool.

2. Durchführung der Fahrt

Während der Fahrt kann die nutzende Person ihre Reservierung flexibel anpassen. Das System unterstützt Verschiebungen, Ergänzungen oder Stornierungen in Echtzeit und berücksichtigt dabei den aktuellen Fahrtverlauf. Kommt die nutzende Person einem Ladepunkt schneller als erwartet näher oder verzögert sich die Fahrt, passt das System die Reservierung automatisch an oder zeigt alternative

Optionen an. Eine alternative Option wäre, bestimmte Zeitfenster im Tagesverlauf exklusiv für Premium-Nutzende zu reservieren.

3. Annäherung an den Ladepool

In der Annäherungsphase erhält die nutzende Person präzise Informationen zum Status der Reservierung, zur Lage des Ladepools und zur verbleibenden Zeit bis zum Beginn des Slots. Je nach Situation wird sie direkt zum Ladepunkt geführt, in eine kurze Warteposition gebracht oder kann bei einem freien Ladepunkt sofort zu laden beginnen. Frühzeitiges Laden führt zu einer automatischen Anpassung oder Stornierung der bereits bestehenden Reservierung. Die nutzende Person bleibt jederzeit vollständig informiert und kann flexibel reagieren.

4. Ankunft am Ladepunkt

Bei der Ankunft wird der nutzenden Person der reservierte Ladepunkt eindeutig angezeigt. Die Authentifizierung erfolgt über die üblichen Ladeverfahren. Das System prüft automatisch die Gültigkeit der Reservierung und gibt den Ladevorgang frei, wenn alle Voraussetzungen erfüllt sind. Ein unberechtigter Start wird zuverlässig verhindert, was die Exklusivität des reservierten Slots gewährleistet.

5. Ladevorgang

Der Ladevorgang findet innerhalb des reservierten Zeitfensters statt. Die nutzende Person wird über den Ablauf informiert und erhält eine Benachrichtigung kurz vor Ende der Reservierungsperiode. Nach Abschluss wird der Ladeslot für nachfolgende Reservierungen oder spontane Ladevorgänge freigegeben. In Fällen ohne Folgereservierung kann das Zeitfenster erweitert werden.

6. Check-out und übergreifende Aspekte

Nach dem Ladevorgang checkt die nutzende Person über die App aus oder das System übernimmt dies automatisch. Der Ladepunkt steht danach sofort wieder zur Verfügung. Während der gesamten Customer Journey erwartet die nutzende Person Transparenz hinsichtlich Reservierungsstatus, Preisgestaltung und Standortmerkmalen sowie eine konsistente Nutzererfahrung über alle Interaktionskanäle hinweg.

5 Identifikation aller Systeme und Schnittstellen

5.1 Funktionen und Operationen

Wie in der User Journey beschrieben, setzt sich sowohl der Queueing Prozess als auch der Reservierungsvorgang aus mehreren aufeinander abgestimmten Schritten zusammen. Für jede dieser Funktionen wurden spezifische Operationen definiert, die den technischen Ablauf steuern. Beim Queueing dient OCPI als Grundlage für die Entwicklung der erweiterten Datenstrukturen und der benötigten Commands. Für die Reservierungsfunktion, einschließlich der Kalenderreservierung, deckt das neue Release von OCPI 2.3 die Anforderungen ab. [18]

Funktionen Digitales Warteschlangenmanagement (Use Case 01) Quelle: SeQueRe (2024) S. 14

Funktion		Operation
01	Einreihen in die Queue (ChargingPool) eines Ladestandort	CheckIn Request (EMP/OEM); CheckIn Response (CPO)
02	Vorzeitiges Verlassen der Queue (ChargingPool)	CheckOut Request (EMP/OEM); CheckOut Response (CPO)
03	Wechsel der Queue (ChargingPool) an einem Ladestandort	CheckOut Request à CheckIn Request
04	Updates zur aktuellen Warteposition und Wartezeitprognose	PositionUpdate Request (CPO) PositionUpdate Response (EMP/OEM)
05	Zuordnung des nächsten freien Ladepunkts bei Erreichen der Position 1 in der Queue (ChargingPool)	AssignChargePoint Request (CPO) AssignChargePoint Response (EMP/OEM)
06	Bereitstellung von erweiterten POI-Daten	Under Development

Funktion		Operation
01	Reservierung für einen bestimmten Zeitslot und ChargingPool (entsprechend der User Präferenzen) an einem Ladestandort	Reservation Request (EMP/OEM); Reservation Response (CPO)
02	Stornierung einer Reservierung	Cancellation Request (EMP/OEM); Cancellation Response (CPO)
03	Anpassung/Verschiebung des reservierten Zeitslots in einem ChargingPool	Cancellation Request → Reservation Request
04	Updates zum reservierten Zeitslot (z.B. bei längerer Nutzung durch vorherigen Kunden)	ReservationUpdate Request (CPO) ReservationUpdate Response (EMP/OEM)
05	Zuordnung des reservierten Ladepunkts, wenn Beginn des reservierten Zeitslots unmittelbar bevorsteht	AssignChargePoint Request (CPO) AssignChargePoint Response (EMP/OEM)

06	Abruf der Verfügbarkeiten für Reservierung an einem Ladepool	Availability Request (EMP/OEM) Availability Response (CPO)
07	Bereitstellung von POI-Daten für Reservierung an einem Ladepool	Under development

Funktionen Reservierung (Use Case 02) Quelle: SeQueRe (2024) S. 14

5.2 Rollen und Zuständigkeiten der beteiligten Akteure

Die Umsetzung des digitalen Warteschlangenmanagements und der Reservierungsfunktion erfordert die enge Zusammenarbeit verschiedener AkteurInnen. Dabei spielt eine klare Rollenverteilung eine zentrale Rolle, um einen reibungslosen Betrieb und eine effiziente Integration sicherzustellen. Die beteiligten Systeme sind die zentrale Plattform, die Charge Point Operator, die Elektromobilitätsdienstleister sowie die Fahrzeughersteller. Die folgenden Abschnitte beschreiben deren Aufgaben und Verantwortlichkeiten [19]

Zentrale Plattform (ZP)

Die zentrale Plattform bildet den Kern der technischen und organisatorischen Vernetzung. Sie fungiert als gemeinsamer Hub, über den alle Informationen zu Queueing und Reservierung ausgetauscht werden. Dazu gehören Aufbau und Betrieb eines Datenhubs, der erweiterte POI-Daten bereitstellt, sowie die Entwicklung der Logik zur Bewertung und Zuordnung eingehender Anfragen. Die Plattform implementiert alle relevanten Schnittstellen und stellt sicher, dass alle beteiligten Akteure in den automatisierten Nachrichtenaustausch eingebunden sind. Sie ermöglicht darüber hinaus die Übermittlung statischer und dynamischer Daten und schafft damit die Grundlage für einen interoperablen Betrieb [19]

Charge Point Operator (CPO)

Die CPOs müssen ihre Systeme weiterentwickeln, um eine nahtlose Anbindung an die zentrale Plattform zu gewährleisten. Dazu gehören die Implementierung der vorgesehenen Schnittstellen und die Anpassung des eigenen Backends. Sie definieren die Ladepools an einem Standort und ordnen die zugehörigen Ladepunkte zu.

Für das digitale Warteschlangenmanagement benötigen CPOs ein internes System, das eine eigene Queueing Logik sowie eine Prognose der Wartezeiten umfasst. Hierzu gehört auch die Bereitstellung neu definierter statischer und dynamischer POI-Daten. Für die Reservierungsfunktion betreiben sie ein eigenes Reservierungsmanagement, das sowohl einen Reservierungskalender als auch die interne Logik zur Vergabe von Ladeslots beinhaltet. Die CPOs stellen zudem sicher, dass zeitliche Verfügbarkeiten korrekt erfasst und kommuniziert werden.

Darüber hinaus kann es erforderlich sein, einen Zugang für Nutzende ohne EMP-Vertrag zu schaffen, die sich direkt vor Ort in eine Warteschlange oder Reservierung eintragen möchten. In manchen Fällen können bauliche Anpassungen an Ladesäulen notwendig sein, etwa die Integration zusätzlicher Anzeigen [19]

Elektromobilitätsdienstleister (EMP) und Fahrzeughersteller (OEM)

Das SeQueRe Konzept ermöglicht zwei Optionen, wie EMPs und OEMs an die zentrale Plattform angebunden werden können. Beide Varianten sind technisch realisierbar und können parallel genutzt werden.

Option 1: Direktanbindung des OEM

In dieser Variante ist der OEM direkt an die zentrale Plattform angeschlossen. Der EMP bleibt weiterhin für die üblichen Dienstleistungen im Rahmen eines Ladevorgangs zuständig, während der OEM die erforderlichen Nutzeridentifikatoren bereitstellt. Der OEM implementiert die notwendigen Schnittstellen in seinem Backend und stellt fahrzeugbezogene Daten für Check In und Reservierungsanfragen bereit. Zudem integriert er die Funktionalitäten für Queueing und Reservierung in die Headunit oder in die eigene App. So wird eine direkte Interaktion der Fahrenden mit dem System ermöglicht [19]

Option 2: Anbindung des EMP

In dieser Variante übernimmt der EMP die Verbindung zur zentralen Plattform. Er integriert alle relevanten Schnittstellen in sein Backend und stellt eine App für Fahrzeuge ohne integrierte Funktion bereit. Wenn eine Integration in die Fahrzeuganzeige erfolgt, stellt der EMP dem OEM die notwendigen Informationen zur Darstellung bereit. Der EMP behält weiterhin die Verantwortung für die Standardprozesse des Ladevorgangs. OEMs stellen in diesem Modell die fahrzeugbezogenen Daten für Check In und Reservierungen bereit und integrieren die entsprechenden Funktionen in ihren Nutzeroberflächen. Durch diese Aufgabenteilung entsteht ein abgestimmtes Zusammenspiel, das den effizienten Betrieb der SeQueRe Plattform sicherstellt [19].

6 Systemarchitektur

Es bestehen zwei mögliche Systemarchitekturen, da es einem OEM möglich ist, sich direkt an die zentrale Plattform anzuschließen, statt für den Zugang zu den POI-Daten und das Senden und Empfangen der Nachrichten über einen EMP zu gehen. Beide Optionen können seitens der zentralen Plattform parallel angeboten und seitens der EMP/OEM genutzt werden:

Queuing -- Option 1

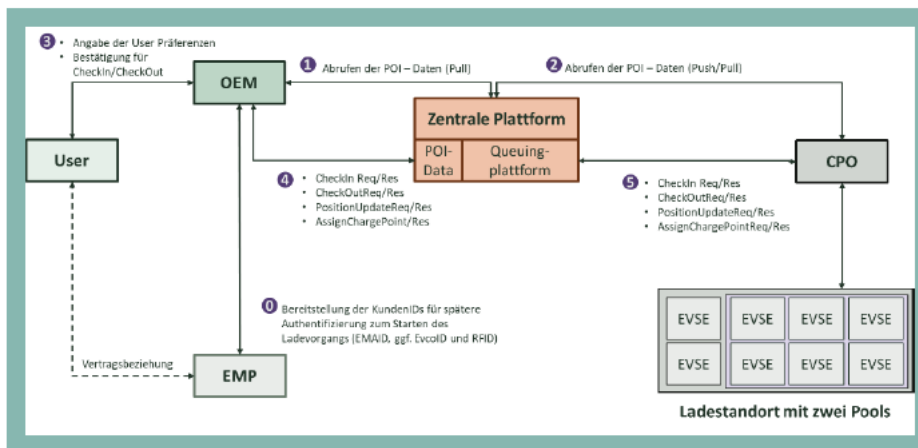


Abbildung 1- Systemarchitektur für Queuing -- Option 1: Der OEM ist an die zentrale Plattform angebunden und triggert die Anfragen. Voraussetzung: Vertragliche Vereinbarung zwischen OEM und EMP, dass dieser die UserIDs nutzen darf Quellen: SeQueRe (2024), S. 17.

Queuing -- Option 2

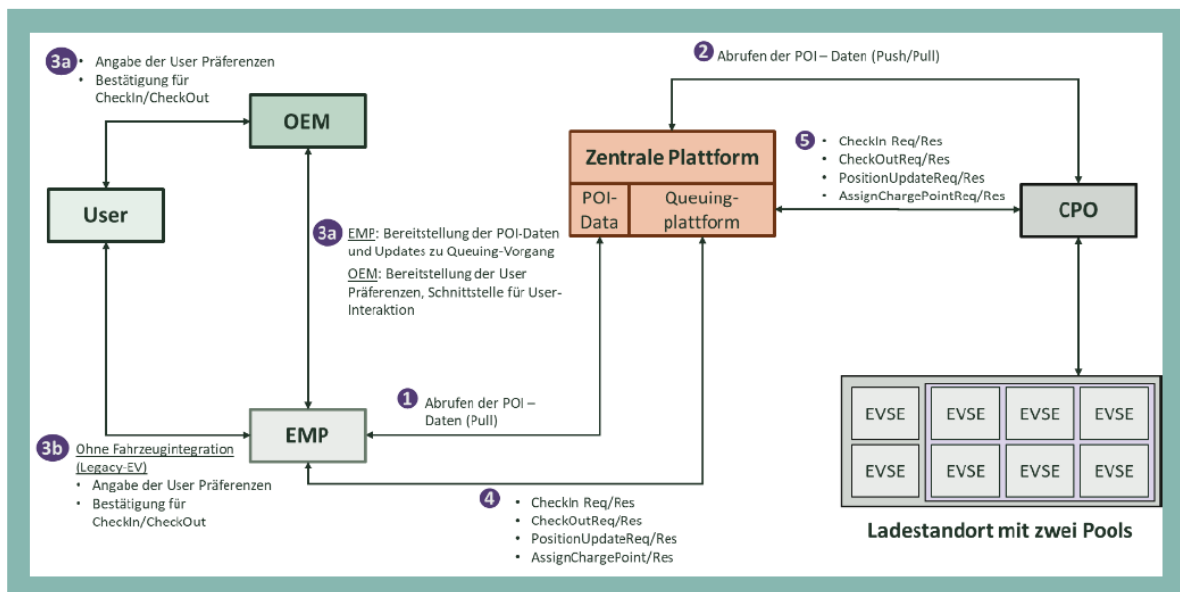


Abbildung 2- Systemarchitektur für Queuing -- Option 2 (kann parallel zu A bestehen): Der EMP ist an die zentrale Plattform angebunden und triggert die Anfragen. Der OEM visualisiert die Vorgänge im EV. Kunden mit Legacy-EVs können über ihre EMP-App die Funktion nutzen. Quelle: SeQueRe (2024), S. 18.

Reservierung – Option 1

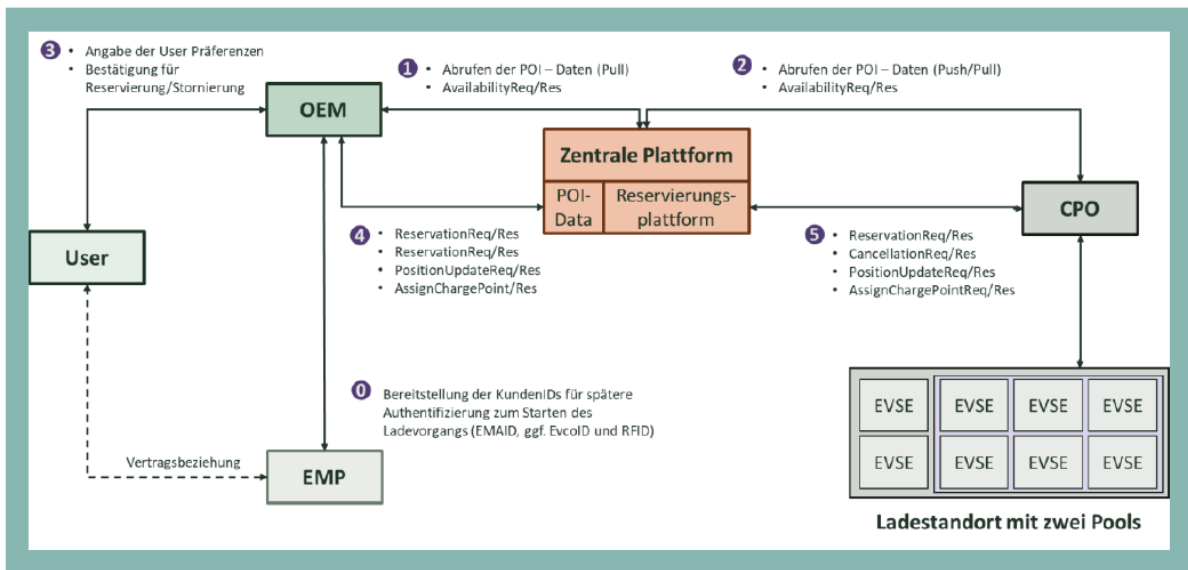


Abbildung 3- Systemarchitektur für Reservierung -- Option 1: Der OEM ist an die zentrale Plattform angebunden und triggert die Anfragen. Voraussetzung: Vertragliche Vereinbarung zwischen OEM und EMP, dass dieser die UserIDs nutzen darf. Quelle: SeQueRe (2024), S. 17.

Reservierung – Option 2

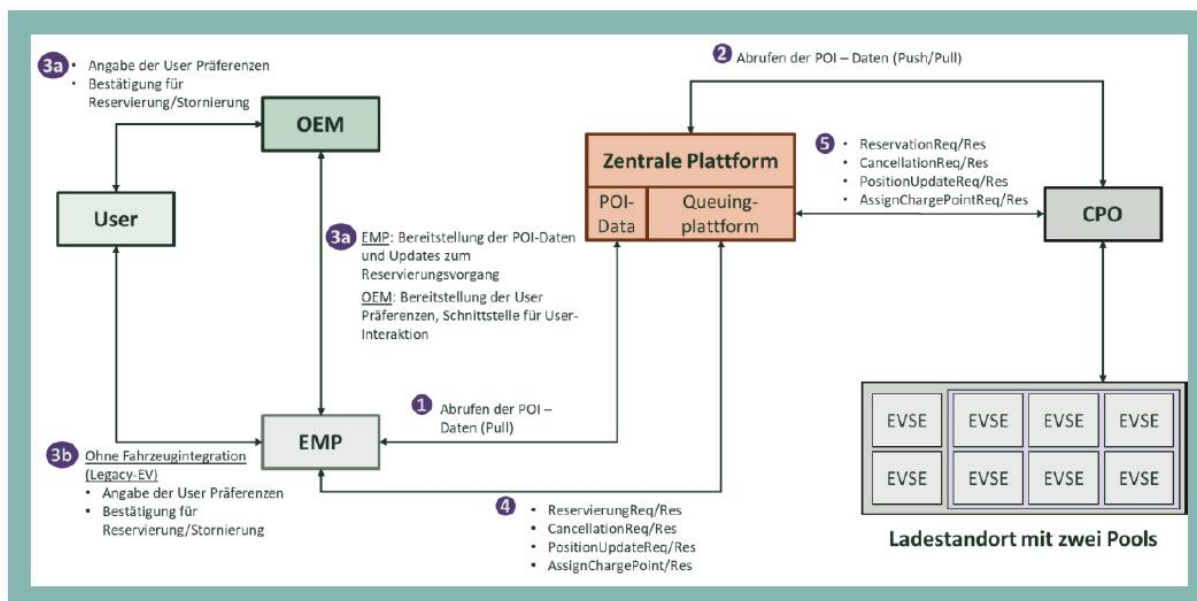


Abbildung 4–Systemarchitektur für Reservierung -- Option 2 (kann parallel zu A bestehen): Der EMP ist an die zentrale Plattform angebunden und triggert die Anfragen. Der OEM visualisiert die Vorgänge im EV. Kunden mit Legacy-EVs können über ihre EMP-App die Funktion nutzen. Quelle: SeQueRe (2024), S. 18.

7 Berücksichtigung von historischen Daten und Umgang mit Legacy-Systemen und -Fahrzeugen

Eine Herausforderung der erfolgreichen Implementierung des SeQueRe Systems ist die Berücksichtigung potenzieller Legacy Systeme und die Entwicklung von Lösungsansätzen, um die Umsetzung von SeQueRe systemübergreifend, nachhaltig und sicher zu gewährleisten. Bei Legacy Systemen handelt es sich dabei um veraltete Systeme, fehlende Integration der Komponenten oder menschliches Handeln, das berücksichtigt werden muss. Dabei können Herausforderungen entstehen, wenn diese Systeme die Implementierung oder Ausführung von Funktionen behindern, einschränken oder sogar gänzlich unmöglich machen. Um diese zu bewerten, werden zuerst die identifizierten Probleme der Komponenten und Systeme erläutert und daraufhin Handlungsempfehlungen und Löschungsvorschläge vorgestellt, um den Umgang zu erleichtern. Bei der Implementierung von SeQueRe sind die folgenden Systeme mit dem größten Einflusspotenzial identifiziert worden:

- Elektrofahrzeuge
- Die Standorte der Ladestationen
- CPO-Backend
- EMSP-Backend

Im Kontext des Elektrofahrzeugs ergeben sich Herausforderungen, wenn mit dem CPO der anzufahrenden Ladeinfrastruktur kein EMSP-Vertrag besteht, oder dieser nicht in ein vorhandenes eRouting (Navi) integriert ist. Ohne EMSP-Vertrag ist der Zugang zu verschiedenen Dienstleistungen rund um das Laden von Elektrofahrzeugen nicht gegeben. Wenn in einem Fahrzeug kein eRouting integriert ist, bedeutet dies, dass das Fahrzeug keine elektronischen Routingsysteme zur Planung und Optimierung von Fahrstrecken nutzt. In beiden Fällen werden die NutzerInnen über das Routingsystem im Voraus bzw. am Standort selbst darüber informiert, dass die gewünschte Ladeinfrastruktur eine Warteschlangen- bzw. Reservierungsfunktion anbietet und ihnen somit die SeQueRe-Funktionen nicht zur Verfügung stehen. Dies ermöglicht den NutzerInnen Wartezeiten einzuplanen, sich vor Ort in die Warteschlange einzureihen oder auf Ladepunkte auszuweichen, wo keine Wartezeiten auftreten. Grundsätzlich ist für die Nutzung von SeQueRe ein integriertes eRouting förderlich und erleichtert die Nutzung für die LadekundInnen. Eine Integration von eRouting bei Neuwägen sollte im Markt angestrebt werden, da somit ein umfassendes, nicht-diskriminierendes System umgesetzt werden kann. Weiterhin müssen die nötigen Schnittstellen der Hardware und/oder Software (wie beispielsweise Standards, Kommunikationsprotokolle oder Authentifizierungsmöglichkeiten)

bestehen¹. Sollte dies nicht der Fall sein, ist eine Aufrüstung dieser Komponenten erforderlich. Andernfalls gelten dieselben Bedingungen wie im vorher geschilderten Fall. Cybersecurity und Datenschutz, insbesondere die Verschlüsselung von Daten sind essenzielle Voraussetzungen für die Nutzung des SeQueRe Systems. Wenn bestimmte Datenschutzgrundlagen, wie Datenverschlüsselung, nicht vorhanden sind, können diese Fahrzeuge aus Sicherheitsgründen das SeQueRe-System nicht integrieren. Durch SeQueRe sind hierfür Grundlagen zu definieren, die zwingend erfüllt werden müssen. Dasselbe gilt für die Ladeinfrastrukturstandorte, sowie die CPO- und EMP-Backend-Systeme (Siehe [20]).

Um für alle Ladeinfrastrukturstandorte eine einheitlich hohe Datenqualität sicherzustellen ist es wichtig den NutzerInnen alle Möglichkeiten und Services eines Standortes transparent anzuzeigen. Dazu gehören Informationen über das Vorhandensein von Überdachung und Raststätten sowie die Anzahl und Leistung der Ladeinfrastruktur, die beispielsweise über eine App (OEM Routing App, oder EMSP-App) bereitgestellt werden. Zusätzlich soll Auskunft über weitere Ladestationen in einem bestimmten Radius, die nicht im SeQueRe-System integriert sind, gegeben werden. SeQueRe legt dafür eine Datengrundlage fest, die eingehalten werden muss, und bestimmt, in welchen Intervallen diese Daten durch den CPO aktualisiert werden sollen, um Transparenz für die NutzerInnen sicherzustellen. Die geplanten Anzeigekonzepte des Angebots unterscheiden sich in eine universelle, digitale Anzeige in Form einer App oder des Displays im Fahrzeug, sowie in eine individuelle, standortbezogene Anzeige. Ist nur ein digitales Konzept vorhanden, so müssen Ad-hoc Lader vor Ort der Warteschlange beitreten oder gegebenenfalls die App herunterladen. Aufgrund der variierenden Standortgegebenheiten unterscheiden sich die Möglichkeiten für eine physische Warteschlange. NutzerInnen werden bei bestehenden Lokalisationen über Vor-Ort-Wartemöglichkeiten informiert.

Sollte die User-App nicht auf aktuellem Stand sein, beispielsweise wenn ein EMP das System nicht integriert hat oder Echtzeitdaten fehlen, führt dies zu Unvollständigkeit und Intransparenz des Systems. In diesem Fall informiert SeQueRe die NutzerInnen über die App, dass diese nicht auf dem aktuellen Stand ist und möglicherweise Funktionen eingeschränkt sind. Zudem wird auf ein erforderliches Update verwiesen, das zur weiteren Nutzung der App erforderlich ist.

¹ Hinweis: Ausführliche Erläuterung der Schnittstellen im SeQueRe-Kontext erfolgt im Whitepaper „Evaluation der IT-Landschaft und Entwicklung entsprechender Schnittstellen“.

Tabelle 2 fasst die betrachteten Herausforderungen und deren Lösungsansätze zusammen:

Legacy System	Herausforderung	Lösungsansatz
Elektro-fahrzeuge	- Kein integrierter EMSP im eRouting - Kein EMSP-Vertrag - Kein eRouting integriert	- Hinweis in der App, dass Ladeinfrastruktur Warteschlangen- und Reservierungsfunktion anbietet - Hinweis auf Einreihung vor Ort
	Nötige Schnittstellen nicht vorhanden	Nachträgliche Aufrüstung von Hardware/Software
	Cyber Security und Datenschutz	- Grundlagen, die eingehalten werden müssen, bestehen - Bei Nichteinhaltung Ausschluss vom SeQueRe System
EMP-Backend	User-App ist nicht auf dem aktuellsten Stand	- Hinweis, dass Daten nicht auf aktuellem Stand sind und Funktionen eingeschränkt sein können - Updateempfehlung
	Unterschiedlicher Datenumfang & Qualität versch. EMP	- Grundlagen, die eingehalten werden müssen, bestehen - Frequenz für Updates definieren
CPO-Backend	Unterschiedlicher Datenumfang & Qualität versch. CPOs	- Grundlagen, die eingehalten werden müssen, bestehen - Frequenz für Updates definieren
Ladeinfrastruktur-standorte	Unterschiedlicher Datenumfang & Qualität verschiedener Standorte	- Alle Möglichkeiten/Services müssen angezeigt werden - Grundlagen, die eingehalten werden müssen, bestehen - Frequenz für Updates definieren
	Hardware-Kompatibilität (bspw. Anzeigekonzepte)	- Universelle Anzeige (App) + individuelle Anzeige pro Standort (je nach Möglichkeit) - Wenn nur digitales Anzeigekonzept besteht, müssen Adhoc NutzerInnen vor Ort warten oder die App downloaden
	Keine Transparenz am Standort, wenn nicht	Alle Möglichkeiten/Services/Auslastung müssen angezeigt werden

	alle CPOs die Daten bereitstellen	
	• Cybersicherheit	• Bestehende Grundlagen, die eingehalten werden müssen • Bei Nichteinhaltung Ausschluss vom SeQueRe System

Fazit

SeQueRe adressiert den steigenden Bedarf an digitalen Warteschlangen- und Reservierungsfunktionen an öffentlichen Ladepunkten. Die Ergebnisse zeigen: NutzerInnen erwarten vor allem Transparenz, Fairness, einfache Bedienbarkeit, technische Zuverlässigkeit und Standortkomfort. Eine digitale Warteschlange wird überwiegend akzeptiert und bietet hohes Nutzenpotenzial, während Reservierungen stärker polarisieren und stark von verständlichem Design und klarer Kommunikation abhängen. Customer Journeys sowie Rollen, Systeme, Schnittstellen (u. a. OCPI/OCPP) und Architekturvarianten verdeutlichen die Voraussetzungen für eine interoperable Umsetzung – trotz Herausforderungen durch Legacy-Systeme und heterogene Datenqualität.

Anhang

Tabelle A: Marktanalyse zu bestehenden Produkten und Projekten

Produkt/Projekt	Nähere Informationen
NEOGY	Ladeinfrastruktur die von NEOGY betrieben wird kann über eine App von KundInnen reserviert werden [20].
Shell Book & Charge	Ein Reservierungssystem für Ladepunkte ermöglicht LKW-Flotten die Verfügbarkeit von Ladestationen zu garantieren und Stopps zuverlässig zu planen [21].
Projekt RouteAI	Der Schwerpunkt dieses Innovationsprojekts liegt auf der Entwicklung eines digitalen Assistenzsystems für eine effiziente Routen- und Ladeplanung für Elektrofahrzeuge, einschließlich eines dynamischen Reservierungsprozesses [22].
Projekt Spirit-E	Der Schwerpunkt liegt bei der Errichtung einer geteilten privaten Ladeinfrastruktur und Reservierungsmöglichkeit für bidirektionale LKWs [23].

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>. [Zugriff am 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. [Zugriff am 24 09 2025].
- [4] Bundesnetzagentur, „Elektromobilität: Öffentliche Ladeinfrastruktur,“ [Online]. Available: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/E-Mobilitaet/start.html>. [Zugriff am 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>. [Zugriff am 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. [Zugriff am 12 01 2024].
- [8] Book-n-park. [Online]. Available: <https://book-n-park.de/en/manage-charging-infrastructure/>. [Zugriff am 12 01 2024].
- [9] G.-t. U. [Online]. Available: <https://go-tou.com/en>. [Zugriff am 12 01 2024].
- [10] Monta, 2023. [Online]. Available: <https://monta.com/uk/features/smart-queue/>. [Zugriff am 11 12 2023].
- [11] chargepoint. [Online]. Available: <https://www.chargepoint.com/en-gb/products/waitlist>. [Zugriff am 12 01 2024].
- [12] Parklio, „Parklio,“ 2023. [Online]. Available: <https://parklio.com/en/use-cases/ev-charging-station-parking-management-solutions-and-systems#02>. [Zugriff am 12 01 2024].
- [13] Qwello, 2023. [Online]. Available: <https://qwello.de/en>. [Zugriff am 12 01 2024].
- [14] D. Bundesregierung, „Masterplan Ladeinfrastruktur II der Bundesregierung,“ BMDV, 2022.
- [15] bdew, „Reservierung einer Lademöglichkeit an öffentlichen Ladepunkten,“ bdew, Berlin, 2021.

- [16] BDEW, „Mindestanforderungen der Energiewirtschaft an Daten für zukunftssichere Ladeinfrastruktur 2020/21,“ BDEW , Berlin, 2020.
- [17] G. S. o. t. Council, „REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the deployment of alternative fuels infrastructure, and repealing Directive 2014/94/EU,“ 2023. [Online]. Available: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-8328-2023-INIT/en/pdf>.
- [18] E. Foundation, „EVRoaming Foundation "OCPI 2.3 with booking module",“ 2025. [Online]. Available: <https://evroaming.org/ocpi-downloads/>. [Zugriff am 2025].
- [19] SeQueRe, „Evaluation der IT-Landschaft und Entwicklung entsprechender Schnittstellen,“ 2024.
- [20] Neogy. [Online]. Available: <https://www.neogy.it/de/ladenetz/ladestationen.html>. [Zugriff am 12 01 2024].
- [21] A. v. d. Wiel, „LinkedIn,“ 07 11 2023. [Online]. Available: Source: <https://www.linkedin.com/pulse/pivotal-milestone-truck-charging-eindhoven-acht-aleid-van-der-wiel-vikze/>; <https://www.yourtravis.com/en/news/first-bookable-truck-charging/> . [Zugriff am 12 01 2024].
- [22] „mowai,“ IWS GmbH, [Online]. Available: <https://www.mowai.net/projekte/routeai>. [Zugriff am 12 01 2024].
- [23] A. Weiß und D. Battersby, Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., 2023. [Online]. Available: <https://www.ffe.de/en/projects/spirit-e-shared-private-charging-infrastructure-and-reservation-for-bidirectionally-integrated-truck-electrification/>. [Zugriff am 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 EndkundInnen 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 gGmbH ist eine staatlich anerkannte und vom Wissenschaftsrat akkreditierte Stiftungsuniversität in freier Trägerschaft. Sie versteht sich als Universität zwischen Wirtschaft, Kultur und Politik und verschreibt sich der interdisziplinären Forschung und Lehre.